

Ensaaios nas Ciências Agrárias e Ambientais 6

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2019

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)

Ensaio nas Ciências Agrárias e
Ambientais 6

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E59 Ensaio nas ciências agrárias e ambientais 6 [recurso eletrônico] /
Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ensaio nas
Ciências Agrárias e Ambientais; v. 6)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-042-1

DOI 10.22533/at.ed.421191601

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária -
Brasil. 4. Tecnologia sustentável. I. Aguilera, Jorge González. II.
Zuffo, Alan Mario.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ensaio nas Ciências Agrárias e Ambientais*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu Volume VI, apresenta, em seus 21 capítulos, conhecimentos aplicados nas Ciências Agrárias com um grande apelo Ambiental.

O manejo adequado dos recursos naturais disponíveis na natureza é importante para termos uma agricultura sustentável. Deste modo, a necessidade atual por produzir alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, constitui um campo de conhecimento dos mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas, assim como, de atividades de extensionismo que levem estas descobertas até o conhecimento e aplicação dos produtores.

As descobertas atuais têm promovido o incremento da produção e a produtividade nos diversos cultivos de lavoura. Nesse sentido, as tecnologias e manejos estão sendo atualizadas e, as constantes mudanças permitem os avanços na Ciências Agrárias de hoje. O avanço tecnológico, pode garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas relacionados com produção e respostas de frutais, forrageiras, hortaliças e florestais. Temas contemporâneos que abordam o melhor uso de fontes nitrogenadas, assim como, adubos biológicos e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos naturais.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias e Ambientais, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar aos profissionais das Ciências Agrárias e áreas afins, trazer os conhecimentos gerados nas universidades por professores e estudantes, e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e manejos que contribuam ao aumento produtivo de nossas lavouras, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE β -GALACTOSIDASE EM DIFERENTES FAIXAS DE TEMPERATURA E PH

Renata Fialho Teixeira
Luciano dos Santos Almeida
Caroline Costa Moraes
Ana Paula Manera

DOI 10.22533/at.ed.4211916011

CAPÍTULO 2 8

CARACTERIZAÇÃO, ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE SEMENTES DE JAMBOLÃO (*SYZYGIUM CUMINI*)

Carla Daiane Lubke Ucker
Natália Rodrigues Carvalho
Roberta Carvalho Buchweitz
Caroline Dellinghausen Borges
Francine Novack Victoria
Rui Carlos Zambiasi
Rogério Antonio Freitag
Raquel Guimarães Jacob
Daniela Hartwig de Oliveira
Eliezer Avila Gandra

DOI 10.22533/at.ed.4211916012

CAPÍTULO 3 21

MANEJO DO NITROGÊNIO NO MILHO: EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

Tiago de Souza Santiago
Crissogno Mesquita dos Santos
Debora Novotck Carvalho da Silva
Marcia Everlane de Carvalho Silva
Francisca Laila Santos Teixeira
Joás de Carvalho Almeida
Alison Veloso da Costa Cunha
Ângelo Augusto Ebling
Daiane de Cinque Mariano
Ricardo Shigueru Okumura

DOI 10.22533/at.ed.4211916013

CAPÍTULO 4 33

MICROPARTICLES OF PURPLE BRAZILIAN CHERRY JUICE: CHARACTERIZATION, RELEASE PROFILE AND FOOD APPLICATION

Josiane Kuhn Rutz
Caroline Dellinghausen Borges
Rui Carlos Zambiasi
Cristina Jansen Alves
Fernanda Doring Krumreich
Michele Maciel Crizel-Cardozo

DOI 10.22533/at.ed.4211916014

CAPÍTULO 5 48

PLANTAS DE COBERTURA DE INVERNO E A SUA INFLUENCIA SOBRE OS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA CULTURA DA SOJA

Guilherme Guerin Munareto
Claiton Ruviaro

DOI 10.22533/at.ed.4211916015

CAPÍTULO 6 61

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATO AQUOSO DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE BUVA (*Conyza canadensis*) E CAPIM AMARGOSO (*Digitaria insularis*)

Daniele Cristina Parthey
Érick Vinícius Pellizzari
Pedro Valério Dutra de Moraes
Ilana Niqueli Talino dos Santos
Adriana Bezerra de Lima

DOI 10.22533/at.ed.4211916016

CAPÍTULO 7 65

PRODUÇÃO DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA L.*) UTILIZANDO FONTES ALTERNATIVAS DE ADUBOS EM UM SISTEMA ORGÂNICO

Antonio Geovane de Moraes Andrade
Glêidson Bezerra de Góes
Francisca Luiza Simão de Souza
Rildson Melo Fontenele

DOI 10.22533/at.ed.4211916017

CAPÍTULO 8 70

PRODUÇÃO DE FERTILIZANTE NITROGENADO EM FASE AQUOSA POR PLASMA FRIO DE AR ATMOSFÉRICO

Samantha Torres Ohse
Péricles Inácio Khalaf

DOI 10.22533/at.ed.4211916018

CAPÍTULO 9 83

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE EM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Roney Eloy Lima
Rafael Felipe Ratke
Karen Annie Dias de Moraes
Werverth Costa Martins
Amanda Camila Silva Trento
Jorge Xavier da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4211916019

CAPÍTULO 10 90

PRODUÇÃO DE MUDAS DE MELANCIA EM SUBSTRATO ENRIQUECIDO COM CINZA VEGETAL

Francisco Ronaldo Alves de Oliveira
Wallison de Sousa Carvalho
Lucas dos Santos Silva
Creiton Sousa Brito
Maicon Oliveira Miranda
Oswaldo Nogueira de Sousa Neto

DOI 10.22533/at.ed.42119160110

CAPÍTULO 11 98

PRODUÇÃO DE ÓLEO D-LIMONENO A PARTIR DA CASCA DA LARANJA PARA USAR COMO COMBUSTÍVEL EM MOTOR A DIESEL

Letícia de Melo Ferreira Silva
Emília Juliana Ferreira da Silva
Henrique John Pereira Neves

DOI 10.22533/at.ed.42119160111

CAPÍTULO 12 103

PRODUÇÃO DE SORGO CULTIVAR SS318 EM CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO COM FEIJÃO CAUPI EM DOIS ESPAÇAMENTOS

Daniel Parente Barbosa
Caroline Pimentel Maia
Andressa Santana Costa
Andréa Krystina Vinente Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.42119160112

CAPÍTULO 13 110

PRODUTIVIDADE DA ALFACE LISA EM EMBALAGENS REAPROVEITADAS PARA CULTIVO DE HORTALIÇAS

Edvirges Conceição Rodrigues
Wânia dos Santos Neves

DOI 10.22533/at.ed.42119160113

CAPÍTULO 14 116

QUALIDADE DE GRÃOS DE SOJA TRANSGÊNICA RR E INTACTA RR2 PRO NA SECAGEM

Marília Boff de Oliveira
Paulo Carteri Coradi
Sabrina Dalla Corte Bellochio
Zanandra Boff de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.42119160114

CAPÍTULO 15 123

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam. SOB A INFLUÊNCIA DO TEGUMENTO

Rosária da Costa Faria Martins
Madelon Rodrigues Sá Braz
Mariluci Sudo-Martelleto
Vânia Rosal Guimarães Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.42119160115

CAPÍTULO 16 133

QUALIDADE TECNOLÓGICA DE FEIJÃO BRS ESTILO SUBMETIDO À DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM

Geraldo Acácio Mabasso
Valdiney Cambuy Siqueira
Maria Heloisa Junqueira
Wellytton Darci Quequeto
Rafael Araújo Leite
Vanderleia Schoeninger
Tábata Zingano Bischoff Soares

DOI 10.22533/at.ed.42119160116

CAPÍTULO 17 147

QUANTIFICAÇÃO DA FITOMASSA PARA A COBERTURA DO SOLO EM PLANTIO IRRIGADO

Jonatan Levi Ferreira de Medeiros
Priscila Pascali da Costa Bandeira
Poliana Maria da Costa Bandeira
Suedêmio de Lima Silva
Ana Beatriz Alves de Araújo
Erllan Tavares Costa Leitão
Joaquim Odilon Pereira

DOI 10.22533/at.ed.42119160117

CAPÍTULO 18 154

RENDIMENTO BIOLÓGICO E COMPONENTES MORFOLÓGICOS DE CULTIVARES DE SOJA COM DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO SUBMETIDOS A DESFOLHA NOS ESTÁDIOS V6 E R3

Murilo Miguel Durlí
Lucieli Santini Leolato
Vander Liz de Oliveira
Hugo François Kuneski
Thais Lemos Turek
Marcos Cardoso Martins Júnior

DOI 10.22533/at.ed.42119160118

CAPÍTULO 19 160

RESPOSTA DO TEOR DE CLOROFILA DA ALFACE À CLIMATOLOGIA DE BOM JESUS-PI

Lucas Carvalho Soares
Gabriel Siqueira Tavares Fernandes
Edivania de Araujo Lima
Poline Sena Almeida
Adriana Ursulino Alves

DOI 10.22533/at.ed.42119160119

CAPÍTULO 20 167

TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DE UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA MANDIOCA

Éric George Morais
Márcio Gleybson da Silva Bezerra
Francisco Flavio da Silva Filho
Gabriel Felipe Rodrigues Bezerra
Daniel Nunes da Silva Júnior
Gualter Guenther Costa da Silva

DOI 10.22533/at.ed.42119160120

CAPÍTULO 21 176

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE MULUNGU (*ERYTHRINA VELUTINA WILD.*)

Natália Teixeira de Lima
Maria Herbênia Lima Cruz Santos
Zézia Verônica Silva Ramos Oliveira
Emanuel Ernesto Fernandes Santos
Davy Lima de Souza
Lígia Anny Alves de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.42119160121

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 182

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE β -GALACTOSIDASE EM DIFERENTES FAIXAS DE TEMPERATURA E PH

Renata Fialho Teixeira

Universidade Federal do Pampa, Engenharia de Alimentos

Bagé – Rio Grande do Sul

Luciano dos Santos Almeida

Universidade Federal do Pampa, Engenharia de Alimentos

Bagé – Rio Grande do Sul

Caroline Costa Moraes

Universidade Federal do Pampa, Engenharia de Alimentos

Bagé – Rio Grande do Sul

Ana Paula Manera

Universidade Federal do Pampa, Engenharia de Alimentos

Bagé – Rio Grande do Sul

RESUMO: Enzimas são catalisadores biológicos de natureza proteica que possuem grande interesse na área da indústria de alimentos. A β -galactosidase é uma hidrolase estável em baixos valores de pH e temperaturas moderadas, que atua na hidrólise da lactose e é conhecida pela sua atividade de galactosiltransferase, responsável pela síntese de galacto-oligossacarídeos que podem ser aplicados em alimentos com potenciais benefícios à saúde. Nesse contexto, o trabalho teve por objetivo determinar a atividade enzimática, da β -galactosidase obtida pelo

fungo filamentoso *Aspergillus niger*, através de reação enzimática em diferentes condições de temperatura e pH. Para a determinação da atividade enzimática, o substrato 2-nitrofenil β -D-galactopiranosídeo (ONPG) foi utilizado e determinada uma faixa de pH mais próxima ao ácido, variando de 3,0 a 7,5, e a temperatura do banho foi fixada em 40°C. Posteriormente, com o valor de pH ótimo definido para máxima atividade da enzima, novos ensaios foram realizados em temperaturas distintas na faixa entre 30 e 70°C. Em pH mais ácidos houve um aumento da atividade enzimática, sendo o pH de 4,5 considerado o ótimo obtido pela máxima atividade da enzima. Acima deste valor, foram constatados indícios de desnaturação pela queda acentuada da atividade enzimática. A condição de temperatura ótima foi encontrada na faixa de 55 e 65°C, com melhor resultado em 60°C. No entanto, foi observado um decréscimo na atividade em temperaturas inferiores, e superiores às relatadas, devido à inibição da enzima em baixas temperaturas e, inativação por desnaturação proteica, respectivamente. Através do estudo foi possível constatar que as reações enzimáticas são fortemente influenciadas por pequenas alterações, principalmente da temperatura e do pH. O pH de 4,5 foi considerado o ótimo para a determinação da melhor temperatura, de 60°C, com atividade máxima de 67,7 U.mL⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: lactase, temperatura ótima, pH ótimo, *Aspergillus niger*

ABSTRACT: Enzymes are protein-nature biological catalysts of great interest in the food industry field. β -galactosidase is a hydrolase that is stable at low pH and high temperatures that acts in the lactose hydrolysis and is known for its galactosyltransferase activity, responsible for the synthesis of galactooligosaccharides that can be applied in foods with potential health benefits. In this context, the objective of this work was to determine the enzymatic activity of β -galactosidase obtained from the filamentous fungus *Aspergillus niger*, through an enzymatic reaction under different temperature and pH conditions. For the enzymatic activity evaluation the substrate 2-nitrophenyl β -D-galactopyranoside (ONPG) was applied and a pH range closer to that of the acid was determined, ranging from 3.0 to 7.5, and the bath temperature was set at 40°C. Subsequently, with the optimum pH value defined for maximum activity of the enzyme, new tests were performed at different temperatures in the range between 30 and 70°C. In acidic pH there was an increase in the enzymatic activity, being the pH of 4.5 considered the optimum obtained by the maximum activity of the enzyme. Above this value, evidence of denaturation was observed due to the sharp drop in enzymatic activity. The optimum temperature condition was found in the range of 55 and 65°C, with best result at 60°C. However, a decrease in activity was observed at lower temperatures, and higher than those reported, due to inhibition of the enzyme at low temperatures and inactivation by protein denaturation, respectively. With this study, it was possible to verify that the enzymatic reactions are influenced by small changes, mainly on temperature and pH. The pH of 4.5 was considered the optimum for the determination of the best temperature, of 60°C, with maximum activity of 67.7 U.mL⁻¹.

KEYWORDS: lactase, optimal temperature, optimum pH, *Aspergillus niger*

1 | INTRODUÇÃO

Enzimas são proteínas produzidas por todos os organismos vivos. Consideradas catalisadores biológicos altamente específicos, por atuarem em condições parcialmente moderadas, tornam-se ideal para utilização na tecnologia de alimentos em que a indústria necessita modificar matérias-primas alimentícias sem destruir seus nutrientes essenciais (ENZIMAS..., 2011). A aplicação industrial de enzimas é estabelecida pela especificidade, atividade, estabilidade de armazenamento, disponibilidade e custos que apresentam, sendo sua atividade determinada pela concentração de enzima e substrato presentes, bem como, presença, concentração e tipos de cofatores e inibidores, pH, temperatura e tempo de reação (COURI; DAMASO, 2017).

Nesse contexto, a β -galactosidase (E.C. 3.2.1.23) ou lactase, é uma importante enzima utilizada industrialmente em aplicações tecnológicas onde, a de *Aspergillus niger* encontra particular interesse devido à sua estabilidade em baixos valores de pH e temperaturas elevadas (OLIVEIRA, 2005). Esta enzima é utilizada na hidrólise da lactose, obtendo leite e derivados lácteos com baixo teor deste carboidrato, tornando

estes alimentos ideais para consumidores intolerantes a este dissacarídeo (HEYMAN, 2006; PANESAR et al., 2006). Hudson (2011) relata que cerca de 75% da população mundial apresenta algum grau de intolerância à lactose.

Além disso, a importância desta enzima é reforçada pela sua atividade de galactosiltransferase, responsável pela síntese de galacto-oligosacarídeos (GOS), estes que podem ser adicionados aos alimentos tornando-os funcionais, trazendo assim, diversos efeitos benéficos aos consumidores (CRUZ et al., 1999).

Tendo em vista a importância na utilização da enzima β -galactosidase na indústria de alimentos, o trabalho teve por objetivo determinar a atividade enzimática, da enzima obtida pelo fungo filamentososo, *Aspergillus niger*, através de reação enzimática em diferentes condições de temperatura e pH.

2 | METODOLOGIA

Os ensaios reacionais foram realizados com a enzima β -galactosidase de origem fúngica, obtida de *Aspergillus niger* (Megazyme®).

Para a determinação da atividade enzimática da β -galactosidase, o substrato empregado foi o 2-nitrofenil β -D-galactopiranosídeo (ONPG), cujo preparo foi realizado através da adição da solução tampão fosfato de potássio monobásico anidro 50 mM com cloreto de manganês tetra hidratado 0,1 mM. Os reagentes foram então pesados, dissolvidos em água e os valores de pH desejados foram ajustados com solução de hidróxido de potássio 2 N (INCHAURRONGO et al., 1994). Análises preliminares foram feitas de modo a determinar a diluição de enzima ideal para a obtenção de valores de absorvância na faixa entre 0,2 e 0,8.

Para a realização da análise da atividade enzimática em pH distintos, a temperatura do banho foi fixada em 40°C. No entanto, partindo do princípio que os melhores valores de atividade para enzimas de origem fúngica são obtidos em faixas de pH mais próximas do ácido, foram utilizados dez valores diferentes, sendo estes de 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0 e 7,5. Primeiramente, foi feita a adição de 2 mL de ONPG em cinco tubos de ensaio para cada valor de pH estudado, os quais foram colocados em banho agitado à 40°C. A seguir, foi adicionado aos tubos 0,05 mL da enzima diluída, acionando o cronômetro para o tempo de reação de 5 min. Depois de esgotado o tempo, adicionou-se 0,5 mL da solução de carbonato de sódio 1 M, de modo que a reação fosse cessada. Paralelamente realizou-se um branco, onde a enzima foi substituída por água. Os tubos foram então retirados do banho e encaminhados ao espectrofotômetro, cuja leitura de absorvância a 420 nm foi determinada. Em seguida calculou-se o valor da atividade enzimática em que uma unidade de atividade enzimática (U) é definida como sendo a quantidade de enzima necessária para liberar 1 μ mol de *o*-nitrofenol produzido por minuto, sob as condições do ensaio.

Após obtido o valor de pH ótimo para que houvesse máxima atividade da enzima, foram realizados nove ensaios a diferentes temperaturas, sendo estas de 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 e 70°C, a fim de determinar a faixa de temperatura ótima da enzima, de acordo com a metodologia descrita anteriormente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da média dos valores da atividade enzimática da β -galactosidase obtidos nos ensaios realizados a temperatura constante de 40°C com diferentes faixas de pH de 3 a 7,5, foi possível obter o gráfico da atividade enzimática vs. pH (Figura 1).

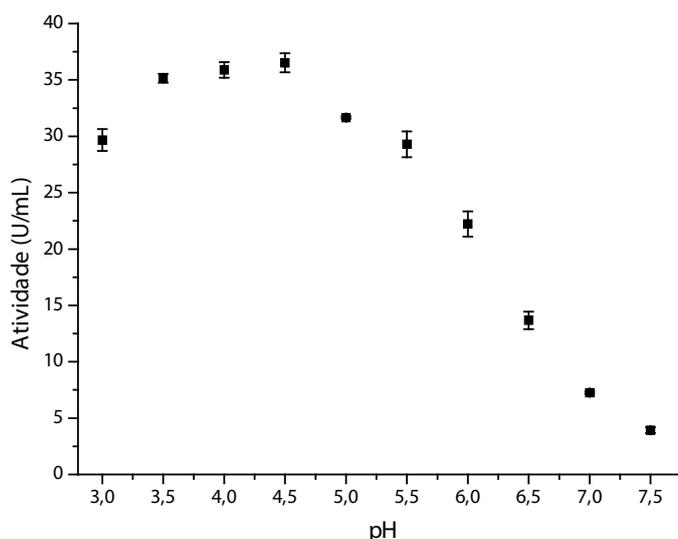


Figura 1. Curva da atividade enzimática da lactase a 40°C em valores de pH entre 3 e 7,5.

Fonte: Autores (2018).

Observa-se que, nos pH mais ácidos, entre 3 e 4,5, ocorre um aumento da atividade enzimática, indicando uma ativação da enzima com o acréscimo no valor de pH, em contrapartida, a partir do pH 4,5 ocorre uma diminuição da atividade enzimática, indicando uma desnaturação da enzima, e conforme o pH se aproxima mais da neutralidade (pH 7), a queda na atividade enzimática é mais acentuada. Desta forma, o pH ótimo verificado pela máxima atividade enzimática (36,5 U.mL⁻¹), foi o de 4,5, o que corrobora com estudos encontrados na literatura.

Segundo Barbosa e Araújo (2007), em geral, as preparações comerciais de lactases provenientes de fungos, especialmente *A. niger* e *A. oryzae*, são importantes quando as condições operacionais estão em pH entre 2,5 e 4,5, com temperatura ótima entre 30 e 40°C em processos alimentícios. Lima, Lima e Gerald (1982), ao estudarem a mesma enzima de *A. niger*, também observaram que na faixa de pH entre 2,6 e 5,4, a atividade foi bastante elevada, evidenciando uma faixa de maior estabilidade, sendo seu pH ótimo atingido em 4,4.

A partir da obtenção do valor de pH ótimo para máxima atuação da lactase (pH

4,5), foi possível avaliar a atividade enzimática em diferentes temperaturas, visando obter a temperatura ótima da enzima (Figura 2).

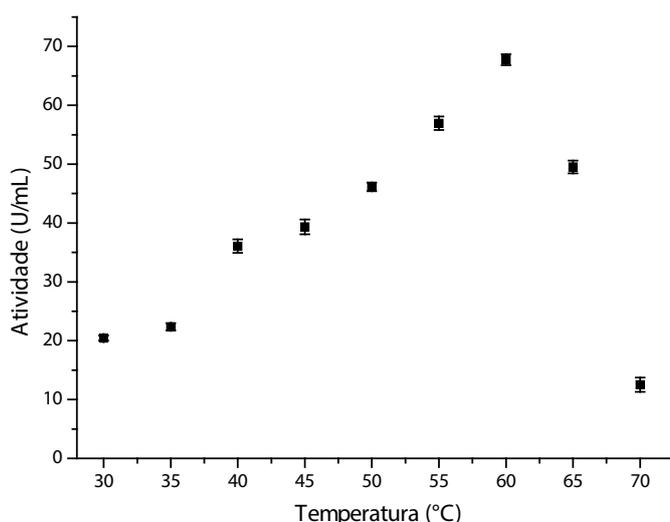


Figura 2. Gráfico da atividade enzimática da lactase em pH 4,5 em diferentes temperaturas.

Fonte: Autores (2018).

No presente estudo, a temperatura ótima encontrada foi de 60°C em pH 4,5, no entanto, as temperaturas de 55 e 65°C apresentaram valores não muito inferiores aos da temperatura de 60°C. Em temperaturas de 30 e 70°C, os valores encontrados foram menores ou iguais a 20,0 U.mL⁻¹, demonstrados pelo início da curva e seu decréscimo final, possivelmente ocasionados pela baixa temperatura inicial utilizada, insuficiente para alcançar o ótimo da reação, bem como, pela inativação da enzima por desnaturação proteica, respectivamente.

Lima, Lima e Gerald (1982), analisando os dados obtidos em suas análises com a enzima β -galactosidase de *Spicaria sp* e *Aspergillus niger*, observaram que na temperatura de 35°C, a atividade enzimática foi relativamente baixa para ambos os micro-organismos, o que se deve ao fato de que a temperatura não foi suficiente para efetuar a reação enzimática de hidrólise do substrato ONPG. No entanto, observando a atividade da enzima na faixa entre 35 e 65°C, verificaram um aumento até o valor máximo estudado, sendo a temperatura ótima atingida a 65°C para ambas; em valores de temperatura acima de 65°C, a atividade enzimática diminuiu consideravelmente, indicando uma rápida desnaturação pelo calor.

De acordo com Carminatti (2001), as reações enzimáticas são fortemente dependentes de uma temperatura ótima que influencia diretamente a atividade da enzima, aumentando a velocidade da reação e, por consequência, a conversão de substrato em produtos. Temperaturas abaixo desta faixa inibem sua atividade e, em temperaturas muito superiores, ocorre a inativação da enzima, devido à desnaturação da mesma. Dessa forma, o conhecimento da faixa de atividade ótima para cada enzima é fundamental para a otimização dos processos envolvendo reações enzimáticas.

Wierzbicki e Kosikowski (1973), ao estudarem a enzima β -galactosidase

proveniente de *A. niger*, utilizando lactose do soro de leite como substrato e, de *A. oryzae*, utilizando ONPG, encontraram as mesmas condições de temperatura e pH ótimos, sendo estes de 55°C e entre 3,5 a 4,5, respectivamente. Bosso (2012), ao avaliar as melhores condições da enzima β -galactosidase de *A. oryzae*, utilizando como substrato lactose do soro de leite, verificou que a mesma, obteve melhores resultados em temperatura de 55°C e pH 5,0. No entanto, a de *K. lactis* apresentou como condições ótimas, temperatura de 40°C e pH 7,0, o que demonstra que enzimas de micro-organismos de gêneros diferentes, apresentam diferentes condições de atuação e propriedades.

4 | CONCLUSÕES

Ao estudar o pH e temperatura ótimos para a enzima β -galactosidase de *A. niger* foi possível observar a influência ocasionada nos valores da atividade enzimática frente a pequenas alterações. O pH ótimo utilizado para a obtenção da melhor temperatura foi de 4,5 com atividade máxima de 36,5 U.mL⁻¹, sendo a temperatura ótima de 60°C e atividade de 67,7 U.mL⁻¹.

Dessa forma, foi constatado que variações nas condições operacionais de temperatura e pH apresentam influência considerável no valor obtido para a atividade enzimática máxima.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Desenvolvimento Acadêmico (PDA Pesquisa – Unipampa) ao CNPq e à FAPERGS.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, M. R.; ARAÚJO, E. H. Estudo da produção da enzima lactase utilizando soro de queijo e fungo filamentoso *Aspergillus niger*. **Horizonte Científico**, v.1, n.1, p. 1-22, 2007.

BOSSO, A. Atividade enzimática e estabilidade térmica da B-galactosidase de *Kluveromyces lactis* e *Aspergillus oryzae*. Dissertação (Mestrado) – UNOPAR, Londrina, 2012, 64 p.

CARMINATTI, C. A. **Ensaio de hidrólise enzimática da lactose em reator a membrana utilizando beta-galactosidase *Kluyveromyces lactis***. 2001, 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COURI, S.; DAMASO, M. C. T. **Enzimáticos**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Acessado em 11 out. 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5sgif02wyiv80z4s473v6o7sud.html#>

CRUZ, R. et al. Production of transgalactosylated oligosaccharides (TOS) by galactosyltransferase activity from *Penicillium simplicissimum*. **Bioresource Technology**, v. 2, p.165, 1999.

ENZIMAS: natureza e ação nos alimentos. **Food Ingredients Brasil**, n. 16, p. 26-37, 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/166.pdf>>. Acesso em 11 out. 2017.

HEYMAN, M. B. Lactose intolerance in infants, children, and adolescents. **American Academy of Pediatrics**, v. 118, n. 3, p. 1278-1287, 2006.

HUDSON, E. Alimentos sem lactose mantêm apelo global. **Revista Aditivos e Ingredientes**, n. 77, 2011.

INCHAURRONDO, V. A. et al. Yeast growth and β -galactosidase production during aerobic batch cultures in lactose-limited synthetic medium. **Process Biochemistry**, v.29, p.47-54, 1994.

LIMA, C. A. A.; LIMA, E. D. P. A.; GERALD, L. T. S. Obtenção e caracterização da enzima β -galactosidase de origem fúngica. **Agropecuária Técnica**, v. 3, n. 1, p. 73-80, 1982.

OLIVEIRA, C. C. M. **Produção de β -galactosidase por levedura recombinante: Desenvolvimento de um sistema de produção estável**. 2005, 100f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade do Minho, Braga.

PANESAR, P. S., et al. Review: Microbial production, immobilization and applications of β -D-galactosidase. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v. 81, p. 530-543, 2006.

WIERZBICKI, L. E.; KOSIJOWSKI, F. V. Kinetics of lactose hidrólisis in acid whey by β -galactosidase from *Aspergillus niger*. **J. Dairy Science**, p. 1396-1399, 1973.

CARACTERIZAÇÃO, ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE SEMENTES DE JAMBOLÃO (*SYZYGIUM CUMINI*)

Carla Daiane Lubke Ucker

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Natália Rodrigues Carvalho

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS

Roberta Carvalho Buchweitz

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS

Caroline Dellinghausen Borges

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS

Francine Novack Victoria

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Rui Carlos Zambiasi

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Rogério Antonio Freitag

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS

Raquel Guimarães Jacob

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Daniela Hartwig de Oliveira

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Eliezer Avila Gandra

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi extrair óleo essencial das sementes de jambolão, caracterizar e avaliar o potencial antimicrobiano e antioxidante deste óleo. A extração foi realizada em equipamento Clevenger, utilizando a técnica de hidrodestilação. A caracterização foi feita através de cromatografia gasosa, obtendo como principal constituinte do óleo essencial de semente o β -cariofileno. O potencial antimicrobiano foi avaliado através das técnicas de difusão e concentração inibitória mínima e bactericida mínima. O óleo das sementes teve atividade antimicrobiana frente à *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhimurium* e *Escherichia coli*, não apresentando frente a *Listeria monocytogenes* nas técnicas de difusão, porém na técnica de Concentração Inibitória Mínima e Concentração Bactericida Mínima o óleo essencial das sementes de jambolão apresentou efeito frente a todas as bactérias. O óleo essencial de sementes de jambolão não foi capaz de inibir o crescimento do fungo *Rizhopus* spp. pela técnica utilizada, porém apresentou atividade antimicrobiana frente ao *Trichoderma* spp. Quanto à atividade antioxidante, utilizando o ensaio espectrofotométrico 2,2-difenil-1-picril-hidrazil, o óleo essencial não apresentou potencial antioxidante. Conclui-se que o óleo essencial de sementes de jambolão apresentou atividade antimicrobiana frente a bactérias e fungos. O óleo essencial de sementes apresentou

como principal constituinte o β -cariofileno e não exibiu atividade antioxidante. Devido ao potencial antimicrobiano, os óleos essenciais de jambolão poderiam ser utilizados como conservantes naturais, para tanto análises *in situ* deveriam ser realizadas, bem como a análise antioxidante poderia ser realizada utilizando uma concentração maior de óleo essencial e também outro método de análise além do DPPH.

PALAVRAS-CHAVE: óleo essencial; antimicrobiano; antioxidante.

ABSTRACT: The objective of the present work was to extract essential oil from jambolan seeds, characterize and evaluate the antimicrobial and antioxidant potential of this oil. The extraction was carried out in Clevenger equipment, using the hydrodistillation technique. The characterization was made by gas chromatography, obtaining as main constituent of the essential oil of seed β -caryophyllene. The antimicrobial potential was evaluated by means of diffusion and minimum inhibitory and minimum bactericidal concentration techniques. The oil of the seeds had antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus*, Salmonella Typhimurium and *Escherichia coli*, not presenting *Listeria monocytogenes* in the techniques of diffusion, but in the technique of Minimum Inhibitory Concentration and Minimum Bactericidal Concentration, the essential oil of the jambolão seeds showed a front effect to all bacteria. The essential oil of jambolan seeds was not able to inhibit the growth of the fungus Rizhopus spp. by the technique used, but showed antimicrobial activity against Trichoderma spp. As for the antioxidant activity, using the spectrophotometric assay 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, the essential oil had no antioxidant potential. It was concluded that the essential oil of jambolan seeds presented antimicrobial activity against bacteria and fungi. The essential oil of seeds presented the main constituent β -caryophyllene and did not exhibit antioxidant activity. Because of the antimicrobial potential, jambolan essential oils could be used as natural preservatives for both *in situ* analyzes to be performed, as well as the antioxidant analysis could be performed using a higher concentration of essential oil and also another method of analysis besides DPPH.

KEYWORD: essential oil, antimicrobial, antioxidant.

1 | INTRODUÇÃO

O jambolão (*Syzygium cumini*) pertence à família *Myrtaceae*, sendo mais conhecido popularmente por suas aplicações no tratamento de doenças, do que pelo consumo do fruto. O fruto possui sabor adstringente, que varia do ácido ao doce, apresentando uma polpa branca ou roxa, bastante suculenta, contendo, normalmente, uma semente. É originário da Índia, Birmânia, Ceilão e Ilhas Andamão (MORTON, 1987) e dentre os diversos aproveitamentos dessa planta está a possibilidade de obtenção de óleos essenciais a partir das folhas e sementes (AYYANAR; SUBASH-BABU, 2012). Óleos essenciais são metabólitos secundários de plantas aromáticas, sendo formados por uma mistura de compostos complexos e voláteis, apresentando como principal característica forte odor. Devido às propriedades antimicrobianas e

antioxidantes podem ser utilizados em alimentos (BAKKALI et al., 2006).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi extrair óleo essencial das sementes de jambolão, caracterizar e avaliar o potencial antimicrobiano e antioxidante do óleo essencial.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos óleos essenciais das folhas e sementes de jambolão

As amostras de frutos de jambolão, provenientes da coleção de frutíferas da Embrapa Clima Temperado, localizada na cidade de Pelotas-RS, Brasil (safra 2015), foram coletadas em estágio maduro, sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio (100 ppm), enxaguadas com água e mantidas sob congelamento (-70 °C) até o momento da extração do óleo essencial.

O processo de extração foi realizado de acordo com a Farmacopéia Brasileira (2010) com algumas modificações. A extração do óleo essencial das sementes foi iniciada pelo processo de maceração com nitrogênio líquido, utilizando moinho de bolas (Marconi MA350).

Após, o material foi submetido a um processo de hidrodestilação, utilizando o aparelho Clevenger, durante 3 h. O óleo essencial obtido foi transferido para um frasco de vidro âmbar, o qual foi armazenado sob congelamento a temperatura de -18 °C.

2.2 Caracterização química do óleo essencial de sementes de jambolão

A caracterização química do óleo essencial de jambolão foi realizada conforme metodologia proposta por Victoria et al. (2012) com algumas modificações, através de cromatografia gasosa acoplada com espectrometria de massa (Shimadzu GCMS QP 2010). Para isso o óleo essencial foi dissolvido em acetato de etila e um volume de 1 μ L de óleo foi injetado no cromatógrafo, utilizando coluna capilar, a temperatura programada foi de 60 °C, aumentando 4 °C/min até 220 °C, sendo mantido a 220 °C por 2 min e tendo como carreador o gás hélio (0,80 mL/min). Os compostos presentes no óleo essencial foram identificados com base na comparação dos índices de retenção e espectro de massa deste com os padrões presentes na biblioteca NIST EP/EPA/MIH (NIST 05) do aparelho.

2.3 Atividade antimicrobiana

2.3.1 Bactérias

Para avaliar a atividade antimicrobiana foram utilizadas cepas padrão das espécies de bactérias *Salmonella* Typhimurium (ATCC 13311), *Escherichia coli* O157:H7 (ATCC 43895), *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 10832).

As culturas bacterianas foram mantidas sob congelamento em um meio contendo caldo BHI (*Brain Heart Infusion*) e glicerol (propano-1,2,3-triol) na proporção de 3:1 (v:v). A reativação dos microrganismos foi realizada através da transferência das culturas para caldo BHI estéril, e incubação durante 24 h a 37 °C. Após incubação, uma alçada de cada cultura foi transferida e estriada em placas contendo Agar Padrão para Contagem (PCA) para *S. Typhimurium*, Eosina Azul de Metileno (EMB) para *E. coli*, Palcam para *L. monocytogenes* e Baird - Parker para *S. aureus*, após as placas foram incubadas por 24 h a 37 °C. A partir das colônias isoladas nos Agares, extraiu-se uma alçada e ressuspendeu-se em solução salina (NaCl 0,85%), a qual foi padronizada em concentração 0,5 na escala de McFarland ($1,5 \times 10^8$ UFC.mL⁻¹). Todas as avaliações foram realizadas em triplicata.

2.3.1.1. Disco difusão e difusão em agar

A atividade antimicrobiana foi avaliada através do método de disco difusão, de acordo com protocolo proposto pelo *Manual Clinical and Laboratory Standards Institute* – CLSI (CLSI 2005), e pela determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) de acordo com a metodologia descrita por Cabral et al. (2009), com pequenas modificações.

Na técnica de disco difusão, a solução salina inoculada foi semeada através de espalhamento utilizando *swab* estéril na superfície de placas contendo Agar Muller-Hinton. Depois de seco, adicionou-se discos de papel filtro de 6 mm de diâmetro contendo 10 µL dos óleos essenciais de folhas e sementes de jambolão sobre o Agar, posteriormente, procedeu-se a incubação por 24 h a 37 °C e após este período foi efetuada a medição dos halos de inibição, utilizando paquímetro.

Na técnica de difusão em Agar, quatro pequenos poços equidistantes (diâmetro 6 mm) foram feitos no centro das placas contendo Agar Muller-Hinton, então a solução salina inoculada foi semeada através de *swab* estéril e 60 µL do óleo essencial das sementes de jambolão foram adicionados aos poços. As placas foram incubadas a 37 °C e as leituras realizadas após 24 h de incubação, novamente foram efetuadas as medições dos halos de inibição utilizando paquímetro. Em ambos testes, os resultados foram expressos em mm.

Concentração Inibitória Mínima (CIM)

A determinação da CIM foi realizada utilizando microplacas de titulação de 96 poços, em cada poço acrescentou-se 100 µL de caldo BHI previamente inoculado (conforme descrito anteriormente no item 2.3.1), após foram adicionados 100 µL de óleo essencial de sementes de jambolão em concentrações variando de 0,1 – 0,001 mg de óleo essencial.mL⁻¹ de dimetilsulfóxido P.A. (DMSO), obtendo uma concentração final de 0,5 – 500 mg de óleo essencial.mL⁻¹ de BHI, e procedeu-se a incubação por 24 h a 37 °C. Foi utilizado como branco BHI inoculado sem óleo essencial. Após a incubação, foram adicionados 30 µL de corante Resazurina (0,01%; m/v) para auxiliar na visualização dos poços com crescimento bacteriano. Transcorrido 3 h de incubação,

os poços em que não foi alterada a coloração foram considerados com ausência de bactérias viáveis, caso contrário se considerou com presença.

Concentração Bactericida Mínima

Na técnica de CBM, foram usados 10 μL do meio de cultura considerados com ausência de bactérias viáveis no teste de CIM, os quais foram semeados em placas de Petri contendo Agar BHI e incubados por 24 h a 37 °C. A CBM foi considerada como a menor concentração do óleo em que não houve crescimento bacteriano no meio de cultura.

2.3.2 Fungos

Para avaliar a atividade antifúngica foram utilizados os gêneros de fungos *Trichoderma* spp. e *Rizhopus* spp.. Para isso primeiramente foi preparado o inóculo fúngico, o qual foi realizado conforme metodologias descritas por Gurgel et al. (2005) e Fontenelle et al. (2007). As culturas dos fungos foram estriadas separadamente na superfície de placas com Agar dextrose batata (BDA) e incubadas a 25 °C por 5 dias.

Após o período de incubação, os cultivos fúngicos foram cobertos com 2 mL de solução salina estéril e com auxílio de alça microbiológica, foram realizadas raspagens da superfície de cada cultura, a fim de obter uma suspensão livre de fragmentos do meio de cultura. As suspensões foram transferidas com auxílio de micropipetas para tubos de ensaio estéreis vazios e, em seguida, deixados em repouso a 28 °C por 5 min. O sobrenadante dessas suspensões foi padronizado na concentração 0,5 da escala de McFarland (equivalente a $1,5 \times 10^8$ UFC.mL⁻¹).

2.3.2.1 Difusão em agar

A atividade antimicrobiana contra fungos foi avaliada através da técnica de difusão em Agar,

Depois de preparar o inóculo fúngico, iniciou-se a análise de difusão em Agar seguindo a metodologia proposta por Fontenelle et al. (2007).

Cada inóculo fúngico padronizado foi estriado com o auxílio de um *swab* estéril na superfície de placas de Petri com Agar BDA estéril. Quatro pequenos poços equidistantes (diâmetro 6 mm) foram feitos no centro da placa e 60 μL do óleo essencial das folhas e sementes de jambolão foram adicionados aos poços. As placas foram incubadas a 25 °C e as leituras feitas após 3, 5 e 8 dias de incubação. Foram efetuadas as medições dos halos de inibição utilizando paquímetro e os resultados foram expressos em mm.

2.4 Atividade antioxidante do óleo essencial de sementes de jambolão

A avaliação do potencial antioxidante do óleo essencial de sementes de jambolão foi realizada de acordo com metodologia proposta por Choi et al. (2002), com algumas modificações, utilizando o ensaio espectrofotométrico DPPH (2,2-difenil-

1-picril-hidrazil). Para a realização das análises, os óleos essenciais foram diluídos em diferentes concentrações ($500 \mu\text{g.mL}^{-1}$, $100 \mu\text{g.mL}^{-1}$, $50 \mu\text{g.mL}^{-1}$ e $10 \mu\text{g.mL}^{-1}$) de DMSO.

As diferentes concentrações dos óleos essenciais ($10 \mu\text{L}$) foram misturadas com uma solução de DPPH ($990 \mu\text{L}$), resultando em uma concentração final de DPPH de $85 \mu\text{M}$. Essa mistura foi aquecida em banho-maria ($30 \text{ }^\circ\text{C}$) por 30 min na ausência de luz. A absorbância das amostras foi determinada espectrofotometricamente (AAKER SP1105) no comprimento de onda de 517 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição do radical DPPH.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do óleo essencial de sementes de jambolão

A Figura 1 apresenta o cromatograma do óleo essencial das sementes de jambolão, a identificação dos principais compostos presentes no óleo pode ser observada na Tabela 1.

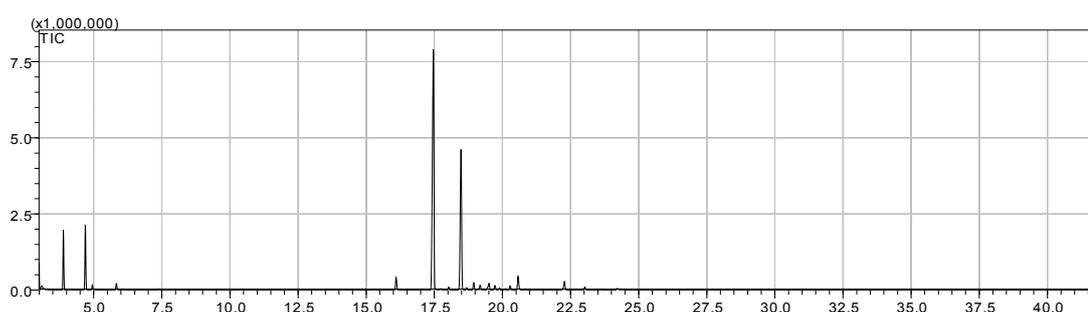


Figura 1. Cromatograma do óleo essencial de jambolão

Linha	Tempo de retenção (min)	Quantidade relativa em área do espectro (%)	Composto
1	3.88	6.56	α -pineno
2	4.69	7.76	β -pineno
3	4.95	0.63	β -mirceno
4	5.80	0.70	Limoneno
5	16.06	1.93	α -copaeno
6	17.53	51.82	β -cariofileno
3	18.48	27.05	α -cariofileno
4	20.57	2.08	Delta-cadineno
5	22.19	1.47	Oxido de cariofileno

Tabela 1. Compostos presentes no óleo essencial de sementes de jambolão

* Compostos identificados por comparação com bibliotecas NIST EP/EPA/MIH (NIST 05).

Pode-se observar que os compostos majoritários são β -cariofileno, seguido de

α -cariofileno, β -pineno e α -pineno. Ehrenfried et al. (2011) ao avaliarem a composição química de óleo essencial de sementes de jambolão também encontraram como componente majoritário o β -cariofileno, porém seguido de óxido de cariofileno, α -humuleno e epóxido de humuleno.

A composição química de óleos essenciais é função de várias fatores, como sazonalidade, condições climáticas, características do solo, localização geográfica da planta, entre outros (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

3.2 Atividade antimicrobiana

3.2.1 Bactérias

3.2.1.1. Disco difusão e difusão em agar

O óleo essencial de sementes de jambolão apresentou potencial antibacteriano no ensaio de disco difusão, porém não apresentou em difusão em Agar, como pode ser observado na Tabela 2.

	Halos de inibição (mm)*	
	Disco difusão OES	Difusão em Agar OES
Bactérias		
<i>S. Typhimurium</i>	1,75	ND
<i>L. monocytogenes</i>	ND	ND
<i>S. aureus</i>	4,25	ND
<i>E.coli</i>	ND	ND

Tabela 2. Halos de inibição formados nos métodos de disco difusão e difusão em Agar, utilizando óleo essencial de folhas e sementes de jambolão

*Média das triplicatas; ND= Não detectado; OES - Óleo Essencial de Sementes.

O óleo essencial de sementes somente apresentou efeito no método disco difusão para os microrganismos *S. aureus* e *S. Typhimurium*. Não foi observada atividade do óleo essencial de jambolão frente à *L. monocytogenes* e *E.coli*, independentemente do método de avaliação utilizado. Óleos essenciais de sementes de outras plantas apresentaram inibições superiores, como é o caso do feno-grego (*Trigonella foenum-graecum*) que propiciou a formação de halo de inibição de 15 mm frente a *E. coli* (MONIRUZZAMAN et al., 2015) e óleo essencial de semente de mostarda, que apresentou halo de 15 mm frente a *S. aureus* e 10,25 mm frente a *E. coli* (PENG et al., 2014).

Em relação à técnica de avaliação da atividade antimicrobiana, existem diversos fatores que podem influenciar no método de difusão como a solubilidade da amostra e a interação entre o meio de cultura e a substância antimicrobiana testada, além do disco de papel poder influenciar no contato desta com o microrganismo, por isso é

importante testar as duas técnicas (ALVES et al., 2008).

Referente à diferença de resultados observados, em função da técnica utilizada, os resultados obtidos neste estudo diferem dos encontrados por Silveira et al. (2009), que obtiveram melhores resultados com a técnica de difusão em Agar ao avaliar extrato etanólico das cascas de frutos de *Punica granatum* L. (romã), com formação de halos em todos os microrganismos testados.

S. aureus é um dos principais causadores de doenças transmitidas por alimentos aos seres humanos. Esse microrganismo tem a capacidade de produzir enterotoxinas e dessa forma pode causar intoxicação alimentar. Alguns seres humanos podem ser portadores assintomáticos de *S. aureus* enterotoxigênico na pele, garganta e nariz, assim, os manipuladores de alimentos podem ser uma fonte de contaminação de alimentos. Somado a isso, tem-se a capacidade de formar biofilmes, o que faz com que esse microrganismo sobreviva em ambientes hostis como as superfícies da indústria de alimentos, aumentando a possibilidade de uma contaminação alimentar (GUTIÉRREZ et al., 2012). Dessa forma, é importante a obtenção de substância com capacidade antimicrobiana frente a esse microrganismo.

Pode-se considerar que em relação ao óleo essencial de sementes de jambolão, o método de disco difusão alcançou os melhores resultados quando comparado a difusão em Agar, podendo ser usado esse teste para avaliação antimicrobiana.

3.2.1.2. Concentração inibitória mínima e concentração bactericida mínima

As concentrações e resultados obtidos podem ser observados na Tabela 3.

Bactérias	Bruto	Concentrações (mg.mL ⁻¹)			
		500	50	5	0,5
<i>S. Typhimurium</i>	-	-	-	+	+
<i>L. monocytogenes</i>	-	-	-	+	+
<i>S. aureus</i>	-	-	-	+	+
<i>E. coli</i>	-	-	-	+	+

Tabela 3. Concentração inibitória mínima de óleo essencial de sementes de jambolão frentes as bactérias *S. Typhimurium*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* e *E. coli*

- Inibição de crescimento do microrganismo; + Crescimento do microrganismo

Como pode ser observado na Tabela 3, o óleo essencial de jambolão extraído das sementes inibiu o crescimento dos microrganismos avaliados, na forma bruta (óleo sem diluir), e nas concentrações 500 mg.mL⁻¹ e 50 mg.mL⁻¹.

A partir das concentrações que apresentaram inibição, foi feita a CBM, onde se obteve os resultados contidos na Tabela 4.

Bactérias	Concentrações (mg.mL ⁻¹)		
	Bruto	500	50
<i>S. Typhimurium</i>	-	-	-
<i>L. monocytogenes</i>	-	-	-
<i>S. aureus</i>	-	+	+
<i>E. coli</i>	-	-	-

Tabela 4. Concentração bactericida mínima de óleo essencial de sementes de jambolão frente a bactérias *S. Typhimurium*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* e *E. coli*

- Inibição de crescimento do microrganismo; + Crescimento do microrganismo.

As concentrações avaliadas apresentaram efeito bactericida frente às bactérias testadas, com exceção do *Staphylococcus aureus*, o qual somente foi inibido pelo óleo bruto. Bona et al (2014) encontraram CIMs inferiores aos resultados obtidos neste estudo para *S. aureus* (12,5 mg.mL⁻¹), *S. Typhimurium* (0,78 mg.mL⁻¹) e *E. coli* (0,78 mg.mL⁻¹), utilizando extrato etanólico de folhas de jambolão e *S. aureus* (25 mg.mL⁻¹), *S. Typhimurium* (1,56 mg.mL⁻¹) e *E. coli* (3,13 mg.mL⁻¹) quando avaliado extrato aquoso de jambolão.

Esses autores também avaliaram a CMB, sendo necessário 100 mg.mL⁻¹, 6,25 mg.mL⁻¹ e 0,78 mg.mL⁻¹ de extrato etanólico de jambolão para inibir *S. aureus*, *S. Typhimurium* e *E. coli*, respectivamente, e 3,13 mg.mL⁻¹ de extrato aquoso para inibir *S. Typhimurium* e *E. coli*, valores menores do que os apresentados pelo óleo essencial, o extrato aquoso não apresentou efeito contra *S. aureus* enquanto o óleo essencial somente apresentou efeito quando não foi diluído.

Valores inferiores para ambas avaliações também foram obtidas com outros óleos essenciais, como o óleo essencial de *Satureja horvatii* que apresentou CIM de 0,57 mg.mL⁻¹ e CBM de 1,15 mg.mL⁻¹ frente a *Listeria monocytogenes* (BUKVIČKI et al., 2014) e o óleo essencial de sementes de mostarda que apresentou concentração inibitória mínima de 0,128 mg.mL⁻¹ para *Staphylococcus aureus* e 0,512 mg.mL⁻¹ para *Escherichia coli* (PENG et al., 2014).

A diferença de resultados entre as técnicas de difusão e CIM pode acontecer devido a composição química das amostras, onde moléculas de maior polaridade ou com massa molecular maior podem possuir uma solubilidade maior e uma facilidade de dispersão em meio líquido superior (VALGAS et al., 2007). O fato de não apresentar halo de inibição não significa que o óleo ou extrato não tenha atividade antimicrobiana, isso pode estar relacionado com uma difusão incompleta, principalmente, para constituintes com menor polaridade que têm uma difusão mais lenta (MORENO et al., 2006). Isso pôde ser observado na bactéria *L. monocytogenes*, que apesar de não ter apresentado halos de inibição em nenhuma das técnicas de difusão testadas, apresentou sensibilidade ao óleo essencial testado quando usada a técnica de CIM. A diferença de resultados entre as técnicas de difusão e a técnica de CIM também ocorreu em trabalho realizado por Araújo (2011) que observou que extratos metanólicos

de *Duguetia echinophora*, *Duguetia riparia* e *Croton trinitatis* e extrato hexânico de *Cassipoupa americana* não foram capazes de inibir o desenvolvimento de bactérias na difusão em Agar, porém apresentaram na técnica de CIM.

O óleo essencial atua causando danos à membrana celular das bactérias através da permeabilização destas, isso acontece devido à perda de íons e diminuição do potencial da membrana das bactérias, colapso da bomba de prótons e esgotamento do *pool* de ATP, além disso podem atuar na coagulação do citoplasma. Esses danos na membrana e no citoplasma podem levar a morte celular das bactérias (BAKKALI et al., 2006).

Essa sensibilidade que os microrganismos demonstraram em relação ao óleo essencial de jambolão mostra que este apresenta potencial para ser utilizado como antimicrobiano natural, o que aumenta a gama de utilização da planta.

3.2.2 Fungos

3.2.2.1. Difusão em agar

Os resultados da atividade antifúngica do óleo essencial de sementes de jambolão, pode ser observado na Tabela 5.

Fungos	Halos de inibição (mm)*
	OES
<i>Trichoderma</i> spp.	2,25
<i>Rizhopus</i> spp.	ND

Tabela 5. Halos de inibição formados na técnica de difusão em Agar, usando os óleos essenciais de folhas e sementes de jambolão

*Média das leituras; ND= Não detectado; OES - Óleo Essencial de Sementes.

O óleo essencial de sementes de jambolão não foi capaz de inibir o crescimento do fungo *Rizhopus* spp. pela técnica utilizada, porém apresentou atividade antimicrobiana frente ao *Trichoderma* spp.

Os óleos essenciais podem provocar a despolarização das membranas mitocondriais dos fungos, diminuindo o potencial de membrana e afetando o ciclo dos canais iônicos de Ca^{++} e outros iônicos, podendo reduzir o gradiente de pH que afeta a bomba de prótons e o *pool* de ATP. Ainda alteram a fluidez das membranas, que se tornam permeáveis, resultando em derrame de radicais, citocromo C, íons de cálcio e proteínas, como no caso do estresse oxidativo e insuficiência bioenergética. A permeabilização de membranas mitocondriais exteriores e interiores leva a morte celular por apoptose e necrose (BAKKALI et al., 2006).

Souza et al. (2010) analisaram a atividade antifúngica de extrato de alho sobre esses dois fungos, para os quais o extrato de alho inibiu o desenvolvimento de ambos. Em relação ao jambolão, outros trabalhos mostram que este possui efeito antifúngico,

como Cartaxo-Furtado et al. (2015) que observaram que o extrato etanólico da casca da árvore de jambolão foi um forte inibidor do crescimento de *Candida albicans* e Khan, Jabeen e Iqbal (2016) utilizaram extrato metanólico de casca da árvore e folhas de jambolão contra o fungo *Rhizoctonia solani*, obtendo como resultado a inibição do desenvolvimento do fungo.

O óleo essencial de *Cymbopogon citratus*, *Citrus limon*, *Eucalyptus globulus*, *Lippia alba* e *Lippia microphylla* apresentaram halos de inibição frente a *Rhizopus* spp. de 13 mm, 12 mm, 13 mm, 12 mm e 12 mm, respectivamente, esses halos foram maiores que os encontrados para o óleo essencial de jambolão, porém *Eugenia uniflora* e *Peumus boldus* não apresentaram halos de inibição frente a este fungo (SOUZA et al., 2005).

O óleo essencial de *Nepeta rtanjensis* apresentou atividade antifúngica frente a *Trichoderma* spp. utilizando outro método de avaliação (GRBIĆ et al., 2011), bem como o de *Matricaria recutita* também usando outro método (JAMALIAN et al., 2012).

3.3 Atividade antioxidante

O óleo essencial de sementes de jambolão não apresentou atividade antioxidante nas concentrações testadas no ensaio DPPH, porém isso não significa que este óleo não apresente essa característica, pois se avaliado usando outro método ou outras concentrações pode ser que apresente tal atividade.

Mohamed, Ali e El-Baz (2013) observaram inibição de 55,87% de DPPH usando o óleo essencial de folhas de jambolão na concentração de 50 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, isso ocorre devido a composição química do óleo essencial variar de acordo com a parte da planta utilizada. Cabe ressaltar que o óleo essencial de sementes de jambolão não apresentou atividade antioxidante no método DPPH, mas pode apresentar se utilizado outro método e concentrações.

4 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o óleo essencial de sementes de jambolão apresenta atividade antimicrobiana frente a bactérias e fungos, exibe como principal constituinte o β -cariofileno e não possui atividade antioxidante no método utilizado. Devido ao potencial antimicrobiano, o óleo essencial de jambolão poderia ser utilizado como conservante natural, para tanto análises *in situ* deveriam ser realizadas. O potencial antioxidante deve ser avaliado utilizando uma concentração maior de óleo essencial e também outro método de análise além do DPPH, para verificar se o óleo realmente não apresenta tal função ou se não apresentou devido ao método e concentração utilizados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. G. et al. Estudo Comparativo de Técnicas de *Screening* para Avaliação da Atividade Antibacteriana de Extratos Brutos de Espécies Vegetais e de Substâncias Puras. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1224-1229, 2008.
- ARAÚJO, I. S. **Atividade Antimicrobiana de Plantas Aromáticas que Ocorrem no Estado do Pará**. 2011. 103 f. Dissertação (mestrado em Biotecnologia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.
- AYYANAR, M.; SUBASH-BABU, P. S. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A Review of its Phytochemical Constituents and Traditional Uses. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, p. 240-246, 2012.
- BAKKALI, F., et al. Biological Effects of Essential oils – Review. **Food and Chemical Toxicology**, n. 46, p. 446-475, 2006.
- BONA, E. A. M. et al. Comparação de Métodos para Avaliação da Atividade Antimicrobiana e Determinação da Concentração Inibitória Mínima (Cim) de Extratos Vegetais Aquosos e Etanólicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.3, p. 218-225, 2014.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **FARMACOPÉIA BRASILEIRA**. 5 ed. Brasília, 2010. 523 p.
- BUKVIČKI, D. et al. Satureja horvatii essential oil: In vitro antimicrobial and antiradical properties and in situ control of *Listeria monocytogenes* in pork meat. **Meat Science**, v. 96, p. 1355–1360, 2014.
- CABRAL, I. S. R. et al. Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1523-27, 2009.
- CARTAXO-FURTADO, N.A.D.E.O. et al. Perfil fitoquímico e determinação da atividade antimicrobiana de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae) frente a microrganismos bucais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.4, p.1091-1096, 2015.
- CHOI, C. W. et al. Antioxidant Activity And Free Radical Scavenging Capacity Between Korean Medicinal Plants And Flavonoids By Assay-Guided Comparison. **Plant Science**, v.163, p. 1161 – 1168, 2002.
- CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). **Metodologia dos testes de sensibilidade antimicrobiana**. 6 ed. CLSI documento M07-A06. v. 23, n. 2, 2005.
- EHRENFRIED, C. A. et al. Composição química e atividade hipoglicemiante do óleo essencial das sementes de *Syzygium cumini* (Myrtaceae). **Sociedade Brasileira de Química**, São Paulo, v. 44, n. 48, p. 1, 2011.
- FONTENELLE, R. O. S. et al. Antifungal activity of essential oils Croton species from the Brazilian Caatinga biome. **Journal of Applied Microbiology**, v.104, n. 5, p. 1383-1390, 2007.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas Mediciniais: Fatores De Influência no Conteúdo de Metabólitos Secundários. **Química Nova**, vol. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.
- GRBIĆ, M. L. et al. Inhibitory effect of essential oil from *Nepeta rtanjensis* on fungal spore germination. **Central European Journal of Biology**, v. 6, n. 4, p. 583–586, 2011.
- GURGEL, L.A. et al. In vitro antifungal activity of dragon's blood from Croton urucurana against dermatophytes. **Journal Ethnopharmacol**, v. 97, p. 409- 412, 2005.

GUTIÉRREZ, D. et al. Incidence of *Staphylococcus aureus* and Analysis of Associated Bacterial Communities on Food Industry Surfaces. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, n. 24, p. 8547–8554, 2012.

JAMALIAN, A. et al. Chemical composition and antifungal activity of *Matricaria recutita* flower essential oil against medically important dermatophytes and soil-borne pathogens. **Journal de Mycologie Médicale**, v. 22, n. 4, p.308-15, 2012.

KHAN, A.; JABEEN, K.; IQBAL, S. Antifungal activity of *Syzygium cumini* L. against *Rhizoctonia solani*. **Pure and Applied Biology**, v. 5, n. 2, p. 193-199, 2016.

MOHAMED, A. A.; ALI, S. I.; EL-BAZ, F. K. Antioxidant and Antibacterial Activities of Crude Extracts and Essential Oils of *Syzygium cumini* Leaves. **PLOS ONE**, v. 8, n. 4, 2013.

MONIRUZZAMAN, S. et al. Gas chromatography Mass Spectrometry Analysis and *In Vitro* Antibacterial Activity Of Essential Oil From *Trigonella Foenum-Graecum*. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 5, n. 12, p. 1033–1036, 2015.

MORENO, S. et al. Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. **Free Radical Research**, v. 40, n. 2, p. 223–231, 2006.

MORTON, J. F. Jambolan. In: MORTON, Julia F. **Fruits of warm climates**. Miami: Universidade de Michigan, 1987. p. 375–378.

PENG, C., et al. Chemical Composition, Antimicrobial Property and Microencapsulation of Mustard (*Sinapis alba*) Seed Essential Oil by Complex Coacervation. **Food Chemistry**, n. 165, p. 560–568, 2014.

SILVEIRA, L. M. S., et al. Metodologias de atividade antimicrobiana aplicadas a extratos de plantas: comparação entre duas técnicas de Agar difusão. **Revista Brasileira de Farmácia**, n.90, p. 124-128, 2009.

SOUZA, E. L. et al. Inhibitory Action of Some Essential Oils and Phytochemicals on the Growth of Various Moulds Isolated From Foods. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 2, p. 245-250, 2005.

SOUZA, P. F. et al. Atividade Antifúngica de Diferentes Concentrações de Extrato de Alho em Sementes de Ingá (*Inga edulis*). **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.5, p. 08 – 13, 2010.

VALGAS, C. et al. Screening Methods To Determine Antibacterial Activity Of Natural Products. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, p. 369-380, 2007.

VICTORIA, F. N. et al. Essential oil of the leaves of *Eugenia uniflora* L.: Antioxidant and antimicrobial properties. **Food and Chemical Toxicology**, n. 50, p. 2668–2674, 2012.

MANEJO DO NITROGÊNIO NO MILHO: EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

Tiago de Souza Santiago

Universidade Federal Rural da Amazônia
Parauapebas – Pará

Crissogno Mesquita dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia
Parauapebas – Pará

Debora Novotck Carvalho da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Parauapebas – Pará

Marcia Everlane de Carvalho Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Parauapebas – Pará

Francisca Laila Santos Teixeira

Universidade Federal Rural da Amazônia
Parauapebas – Pará

Joás de Carvalho Almeida

Universidade Federal Rural da Amazônia
Parauapebas – Pará

Alison Veloso da Costa Cunha

Universidade Federal Rural da Amazônia
Parauapebas – Pará

Ângelo Augusto Ebling

Universidade Federal Rural da Amazônia
Parauapebas – Pará

Daiane de Cinque Mariano

Universidade Federal Rural da Amazônia
Parauapebas – Pará

Ricardo Shigueru Okumura

Universidade Federal Rural da Amazônia
Parauapebas – Pará

RESUMO: O manejo adequado da adubação com nitrogênio é fator estratégico para o incremento da produtividade de grãos do milho. Assim, objetivou-se avaliar doses e fontes de nitrogênio aplicado em cobertura no desenvolvimento vegetativo e produtividade de grãos de milho cultivado no Sudeste Paraense. O experimento foi realizado no município de Parauapebas, no ano agrícola 2016/2017, em Argissolo Vermelho-Amarelo corrigido com calcário dolomítico à 15 meses antes do plantio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses de nitrogênio (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas fontes nitrogenadas (ureia e sulfato de amônio), com quatro repetições. Os resultados obtidos para os atributos de crescimento e de produção avaliados não foram significativos para as doses aplicadas, independente da fonte, exceto a variável diâmetro de colmo para ureia ($\hat{Y} = 23,3992 - 0,00638x$) que resultou em resposta linear decrescente. A produtividade de grãos obtida no presente estudo foi superior à média estimada para o Estado do Pará.

PALAVRAS-CHAVE: Práticas culturais. Ureia. Sulfato de amônio. *Zea mays*.

ABSTRACT: The appropriate manage of the manuring with nitrogen is strategic factor for the increment of the productivity of grains of the

corn. Thus, it aimed to evaluate rates and sources of nitrogen applied in covering on the vegetative development and productivity of corn grains cultivated in the Southeastern of Pará state. The experiment was accomplished in the Parauapebas city, in the agricultural year 2016/2017, in Red-Yellow Ultisol corrected with dolomitic lime 15 months before the planting. The experimental design used was in randomized blocks, in factorial scheme 5x2, being five rates of nitrogen (0, 45, 90, 135 and 180 kg ha⁻¹) and two nitrogen sources (urea and ammonium sulfate), with four repetitions. The results obtained for the growth attributes and of production evaluated were not significant for the applied rates, independent of the source, except the stem diameter parameter for urea ($\hat{Y} = 23,3992 - 0,00638x$) that resulted in decreasing lineal answer. The productivity of grains obtained in the present study was higher than the estimated average for the State of Pará.

KEYWORDS: Cultural practices. Urea. Ammonium sulfate. *Zea mays*.

1 | INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais culturas de grãos cultivadas no Brasil, seja em aspectos econômicos com a contribuição nas exportações, ou sociais, relacionada à ampla utilização e participação na renda dos pequenos produtores e por compor a dieta básica da classe pobre da população (FORNASIERI FILHO, 2007), por isso a necessidade da consolidação de práticas agronômicas que possibilitem incrementos na produção do milho.

Segundo Deparis (2007) a cultura extrai grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, visto que geralmente não é encontrado em quantidade suficiente à exigência dos vegetais de forma natural no solo (AMADO et al., 2002). Adicionalmente, os solos tropicais são ácidos e necessitam de práticas de correção de acidez a fim de elevar ou manter a disponibilidade de nutrientes em níveis adequados (NOVAIS et al., 2007), o que torna a complementação via fertilizante em conjunto a outras estratégias técnicas, um plano de manejo promissor à eficiência da cultura. Todavia, é identificado o uso inadequado de fertilizantes nitrogenados, seja no “quanto”, “como” e/ou “quando” aplicar, resultando em poluição ambiental e maiores custos de produção (ARGENTA et al., 2003).

Assim, objetivou-se avaliar doses e fontes de nitrogênio aplicado em cobertura no desenvolvimento vegetativo e produtividade de grãos de milho cultivado no Sudeste Paraense.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro Tecnológico da Agricultura Familiar (CETAF), situado no município de Parauapebas, mesorregião

Sudeste do Pará, com as seguintes coordenadas geográficas: 06° 03' 30" S e 49° 55' 15" W (Figura 1), no período de dezembro de 2016 a março de 2017.

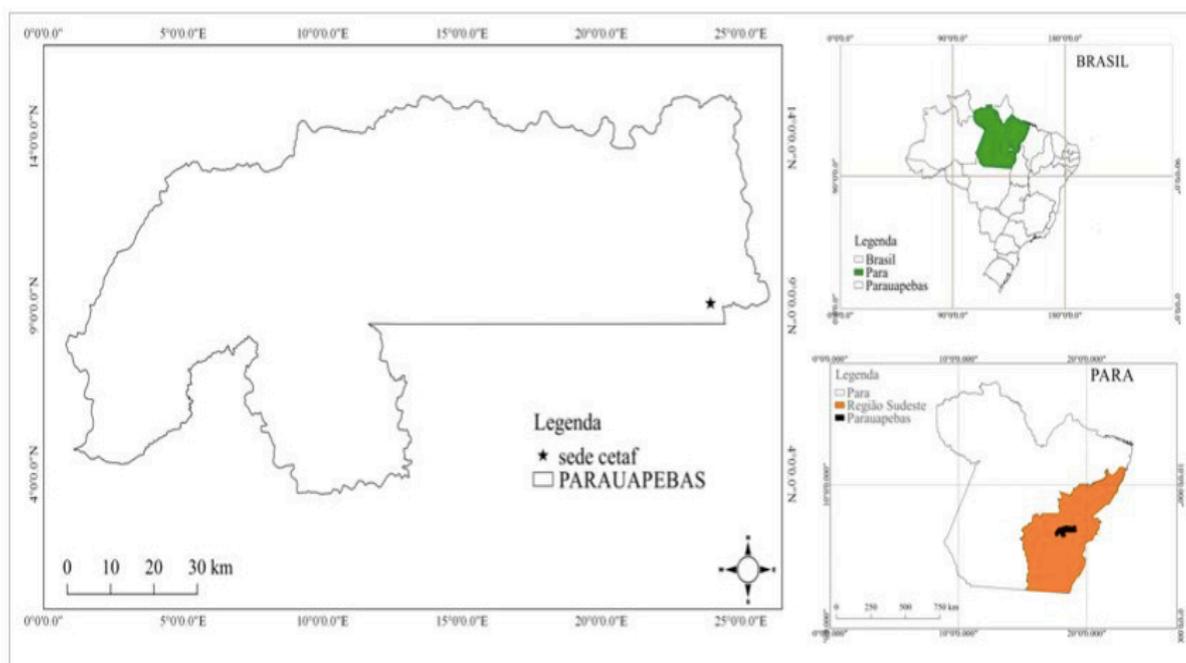


Figura 1. Mapa de localização da área em estudo no município de Parauapebas, Pará.

Fonte: Okumura, 2017.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2013), com a aplicação de 2,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico 15 meses antes da semeadura. Antes da implantação do experimento, realizou-se a amostragem do solo na profundidade de 0,0 a 0,2 m (SILVA, 2009) e a partir da análise química, obteve-se os resultados apresentados na Tabela 1.

pH	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺ + Al ⁺³	Al ⁺³	SB ⁽¹⁾	T ⁽²⁾	V ⁽³⁾	MO ⁽⁴⁾	
H ₂ O	CaCl ₂	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----			-----			----- % -----	-----	
6,00	5,16	3,00	0,16	3,4	0,80	2,20	0,00	4,36	6,56	66,46	3,10

Tabela 1. Análise química de solo, na camada de 0,0 a 0,2 m de profundidade, com 15 meses de reação de calagem. Parauapebas, 2016.

SB⁽¹⁾ = Soma de bases; T⁽²⁾ = Capacidade de troca catiônica (pH 7,0); V⁽³⁾ = Saturação por bases; MO⁽⁴⁾ = Matéria orgânica.

Os dados meteorológicos obtidos referentes ao período de execução do experimento em campo foram obtidos junto Estação Meteorológica instalada da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas.

O plantio adotado foi o convencional, por meio de duas arações e uma gradagem. A semeadura ocorreu utilizando semeadora adubadora de quatro linhas individuais, adotando o espaçamento entre linhas de 0,75 m e de 0,16 m entre plantas, obtendo

densidade populacional de 83.333 plantas ha⁻¹. A adubação de semeadura foi baseada na análise química do solo e recomendações de adubação para o milho cultivado no Estado do Pará (CRAVO et al., 2010). A cultivar de milho utilizada foi a BR 205, cujas características são: híbrido duplo, de ciclo precoce, alta produtividade, rusticidade e resistência ao acamamento.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, com parcelas experimentais compostas por cinco linhas de plantio com 5,0 m de comprimento, sendo a área útil as três linhas centrais (Figura 2).

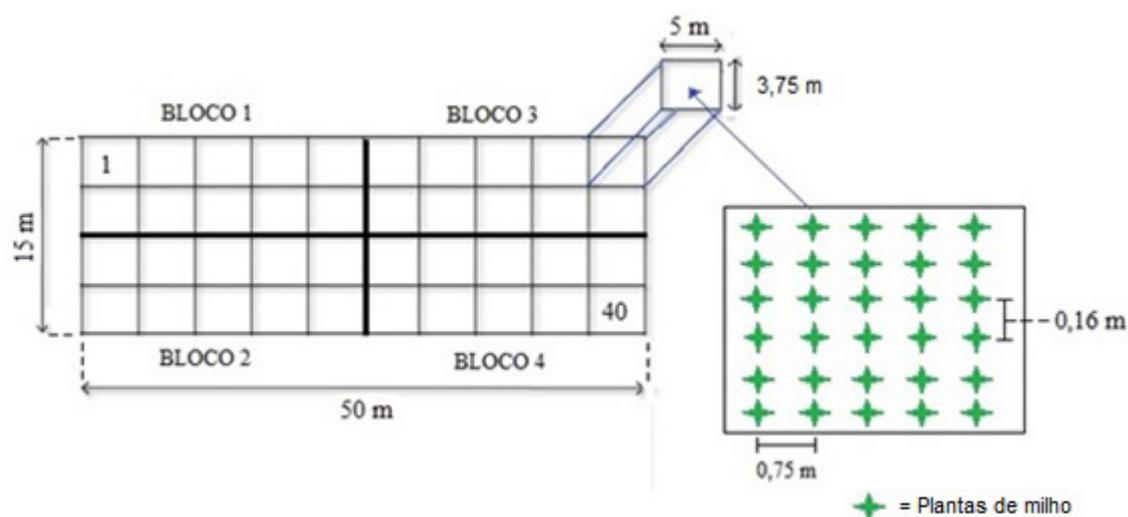


Figura 2. Croqui do delineamento experimental a campo. Parauapebas, 2017.

Fonte: Santiago, 2017.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, assim especificado: cinco doses de nitrogênio (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas fontes nitrogenadas (ureia e sulfato de amônio), com quatro repetições. A aplicação de N em cobertura foi realizada aos 22 dias após a semeadura (Figura 3), no período que as plantas apresentavam-se no estágio fenológico V₄ (RITCHIE et al., 1993).



Figura 3. Aplicação dos adubos em cobertura. Parauapebas, 2017.

Fonte: Santiago, 2017.

No estágio fenológico de pleno florescimento masculino (V_T) foram realizadas as avaliações de biometria da parte aérea, caracterizadas pela altura de inserção de espiga (AE), altura de planta (AP) e diâmetro de colmo (DC), avaliando dez plantas ao acaso em cada parcela amostral, mensurando-as com trena métrica desde o nível do solo até a inserção da espiga para AE (Figura 4a) e do nível do solo à última folha totalmente expandida na base da inserção do pendão para AP (Figura 4b), enquanto para o diâmetro de colmo (Figura 4c), mediu-se o colmo ao nível do solo com auxílio de paquímetro digital, conforme Silva e Silva (2002).

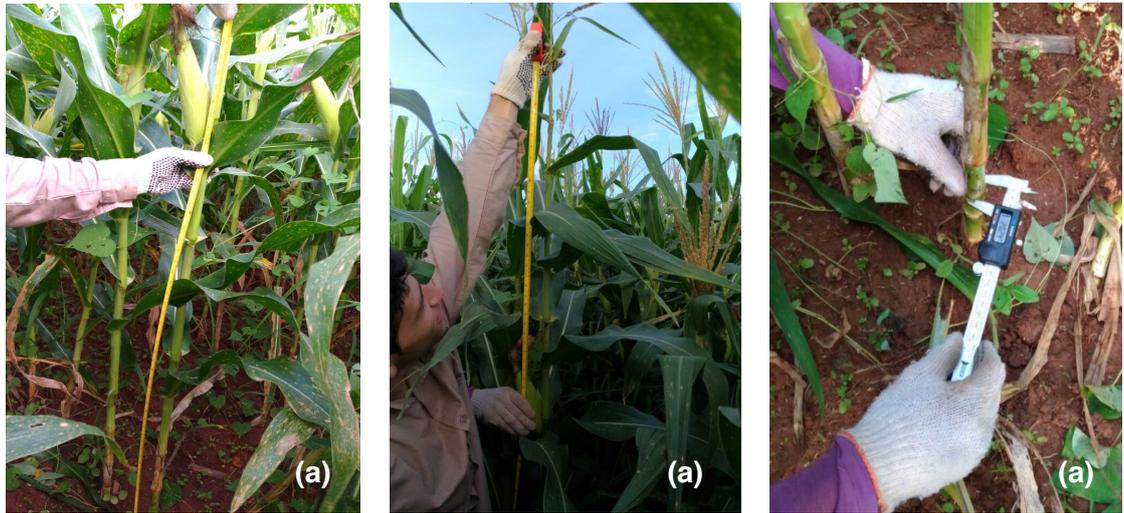


Figura 4. Mensuração dos aspectos biométricos de parte aérea: altura de inserção espiga (a), altura de planta (b) e do diâmetro de colmo (c).

Fonte: Santiago, 2017.

A colheita do milho ocorreu aos 106 dias após a semeadura, de forma manual, sendo amostradas dez espigas em cada unidade experimental. Em laboratório, após a debulha foram avaliados os componentes de produção: massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD). Para a variável massa de mil grãos foi mensurado o peso médio de oito repetições de 100 grãos (Figura 5a), amostrados ao acaso do total de cada unidade experimental e quanto à produtividade, aferiu-se o peso dos grãos total de cada parcela em relação à densidade de plantas utilizadas, sendo realizado a correção de base úmida (Figura 5b) para essas análises (BRASIL, 2009; DUETE et al., 2008), através de um determinador de umidade digital portátil.



Figura 5. Avaliação da massa de mil grãos (a) e correção de base úmida a 13% (b).

Fonte: Santiago, 2017.

Anterior a análise de variância, os dados experimentais foram submetidas ao teste de normalidade e homogeneidade da variância. Uma vez atendidos os pressupostos básicos, procedeu-se à análise de variância ($p < 0,05$) e de regressão polinomial, mediante a utilização do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de planta (Gráfico 1) e altura de inserção de espiga (Gráfico 2) não apresentaram diferença significativa em função das doses e fontes de N aplicados em cobertura no milho. De modo semelhante, Oliveira e Caires (2003) e Deparis et al. (2007), não observaram diferença estatística para as variáveis altura de planta e altura de espiga com o aumento das doses de N em cobertura. De acordo com Possamai et al. (2001), a importância da altura de inserção da espiga seria a vantagem na operacionalidade da colheita mecanizada, proporcionando menores perdas na operação de colheita dos grãos.

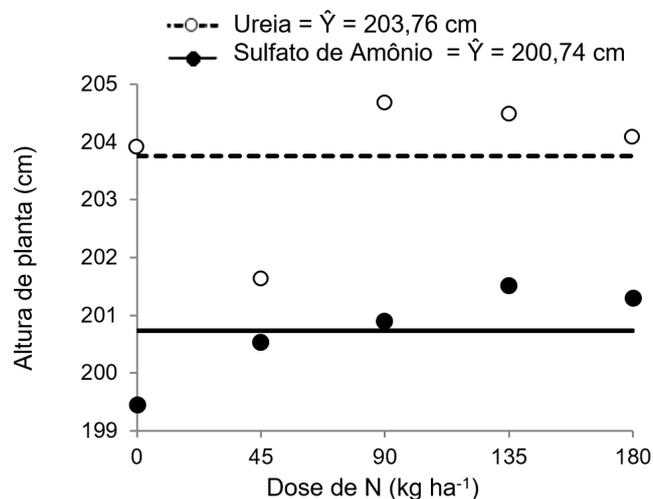


Gráfico 1. Biometria da altura de plantas de milho BR 205 submetidas a diferentes doses e fontes de Nitrogênio. Parauapebas, 2017.

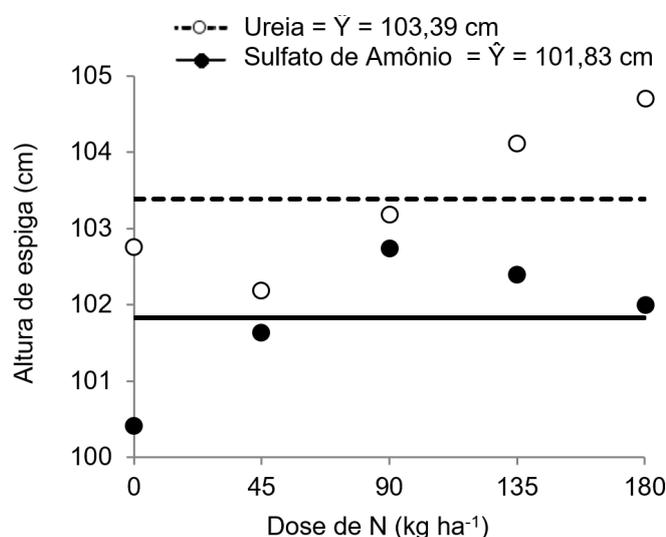


Gráfico 2. Biometria da altura de inserção de espiga, em plantas de milho BR 205 submetidas a diferentes doses e fontes de Nitrogênio. Parauapebas, 2017.

O diâmetro de colmo apresentou o melhor ajuste à equação linear decrescente ($\hat{Y} = 23,3992 - 0,00638x$) com a aplicação em cobertura de doses de N, utilizando a fonte ureia, possivelmente, está relacionado ao rendimento biológico entre as partes vegetativas em cada estágio fenológico durante o ciclo da planta. De acordo com Schiavinatti et al. (2011), os colmos de menor diâmetro do milho foram obtidos nas maiores doses de N em cobertura. Com relação a fonte sulfato de amônio, não foi verificado diferença estatística entre as doses estudadas, com 22,66 mm de espessura média.

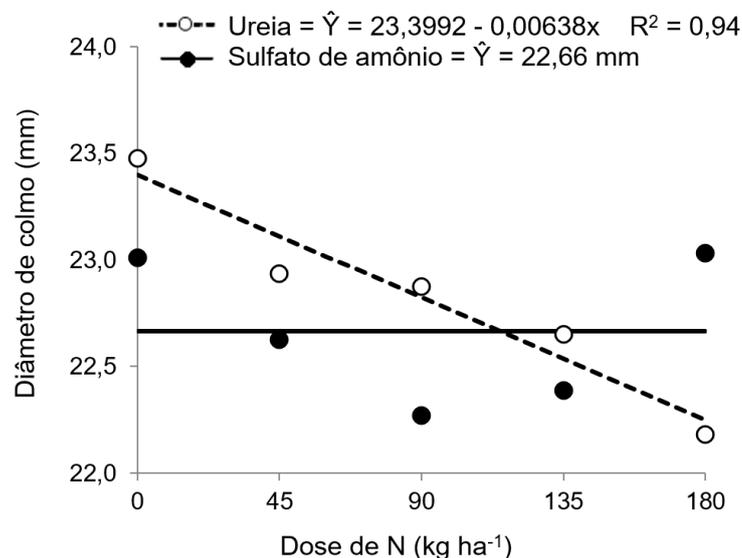


Gráfico 3. Biometria do diâmetro colmo, em plantas de milho BR 205 submetidas a diferentes doses e fontes de Nitrogênio. Parauapebas, 2017.

Pelas informações apresentadas pela Companhia Nacional de Abastecimento (2018), o Brasil obteve na safra de 2016/2017 produção de 97.842.800 toneladas de grãos e produtividade média de 5,56 t ha⁻¹, com expansão na área plantada para 17.591,7 mil hectares, cerca de 10,5% superior comparativamente ao ano agrícola anterior. Na safra 2017/2018 foi verificado redução significativa de produção, sendo apresentado 82.181.300 toneladas de grãos produzidos até agosto de 2018, em uma área corresponde a 16.639,8 mil hectares e consequentemente, produtividade de 4,94 t ha⁻¹.

Apesar da influência dos fatores de mercado inerentes à produção, as commodities agrícolas são influenciadas por atributos agrônômicos como a cultivar, o tipo de solo e do clima, o manejo cultural adotado, a ocorrência ou não de pragas e doenças e a adubação (EVANS; FISCHER, 1999; FORNASIERI FILHO, 2007).

Nas condições edafoclimáticas do experimento, não foram obtidos diferença estatísticas para as variáveis massa de mil grãos (Gráfico 4) e produtividade de grãos (Gráfico 5) nas doses de N aplicadas em cobertura no milho, independente da fonte adotada ter sido ureia ou sulfato de amônia.

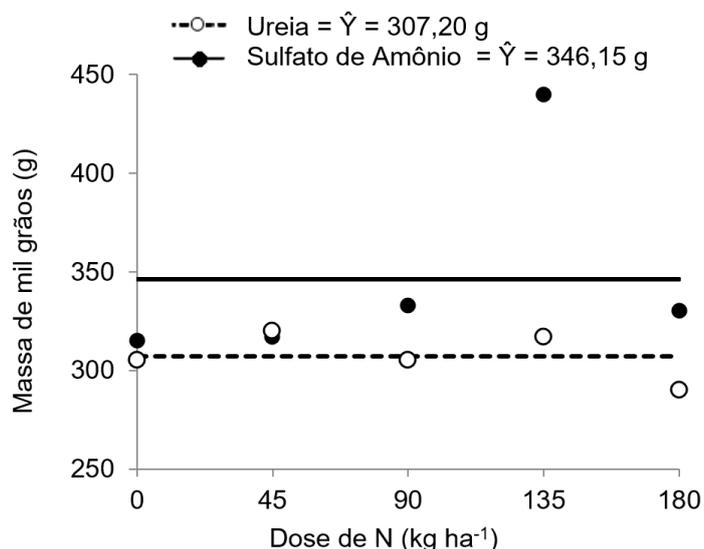


Gráfico 4. Massa de mil grãos em milho BR 205 submetido a diferentes doses e fontes de Nitrogênio. Parauapebas, 2017.

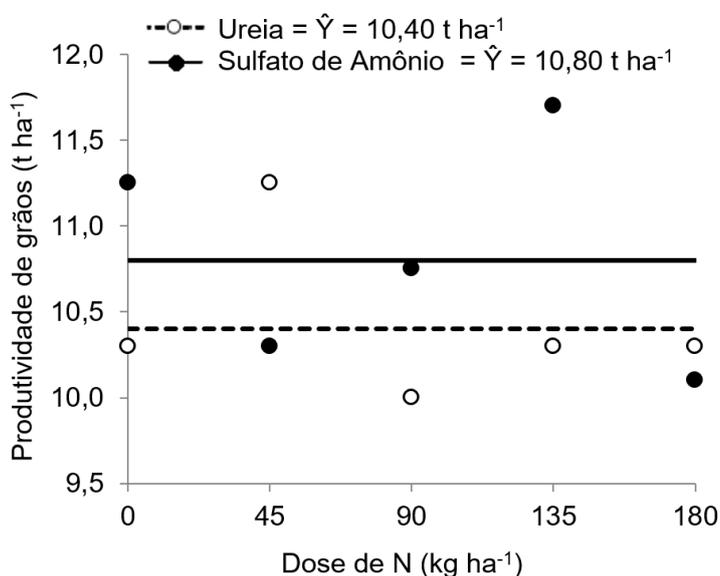


Gráfico 5. Produtividade de grãos de milho BR 205 submetido a diferentes doses e fontes de Nitrogênio. Parauapebas, 2017.

Casagrande e Fornasieri (2002) e Soares (2003) estudando a cultura do milho, não observaram diferença significativa para massa de mil grãos com o incremento na dose de N aplicado.

Todavia, vale salientar que os tratamentos apresentaram produtividade média de grãos 68,56% superior para ureia e de 69,72% para sulfato de amônio comparativamente média do Estado do Pará na safra 2016/2017 (3,27 t ha⁻¹), segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (2018), assim, apesar de não ter obtido diferenças entre as doses de N, observou que a prática de adubação em cobertura de N possibilitou alcançar produtividades superiores aos obtidos na região.

A ausência de resposta significativa para as variáveis, possivelmente ocorreu devido a recuperação relativamente baixa do N dos fertilizantes pelas plantas que, em muitos casos é menor que 50% (MALHI et al., 2001) ou ainda, os processos que resultaram na indisponibilidade do nutriente as plantas, como a lixiviação e volatilização

(LARA CABEZAS et al., 2000).

Outra justificativa foi as condições edafoclimáticas adequadas durante a condução do experimento, possibilitando suprir a demanda mínima de nitrogênio para o milho, seja por meio da disponibilidade pelo solo (Tabela 1) associada à mineralização da matéria orgânica residual da cultura anterior (pastagem), ou ainda, pelas condições climáticas referentes ao período do experimento, haja visto que a cultura do milho requer um mínimo de precipitação pluvial entre 400 e 600 mm para que possa manifestar seu potencial produtivo sem a necessidade do uso de irrigação (FANCELLI, 2002), com maior exigência na fase reprodutiva (FORNASIERI FILHO, 2007), não havendo restrição hídrica durante o ciclo da cultura neste experimento (Figura 6), obtendo-se 940 mm de chuva acumulada.

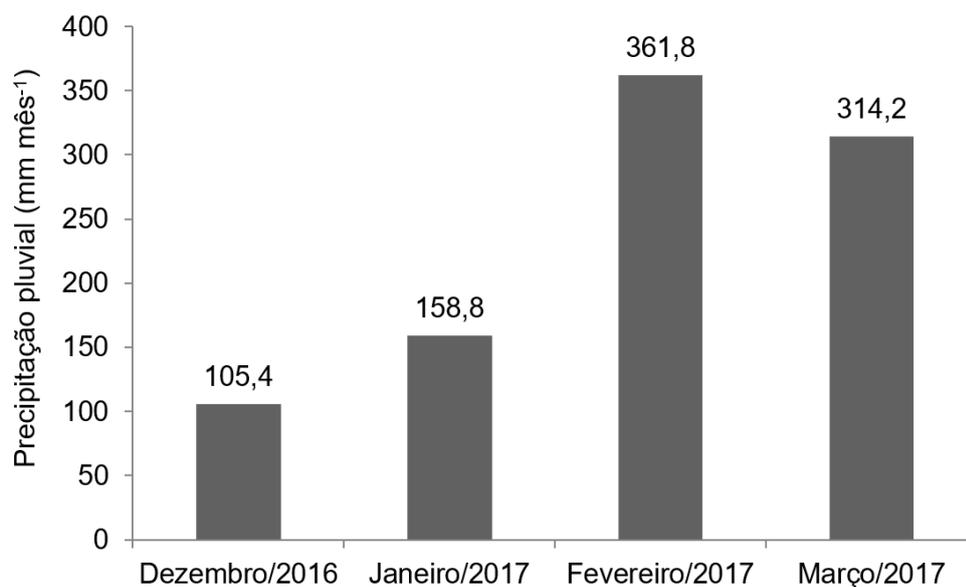


Figura 6. Total mensal da precipitação pluvial (mm mês⁻¹) do período de execução do experimento, compreendido do período de 11 de dezembro de 2016 e 27 de março de 2017.

Fonte: Santiago, 2017.

Outro fator relevante foi a calagem realizada na área experimental no ano agrícola anterior (15 meses antes da implantação do experimento), contribuindo para o estabelecimento da cultura, uma vez que a prática da calagem promove melhoria nas condições físico-químicas do solo, como o aumento do pH (na faixa adequada de 5,5 - 6,5), a neutralização do alumínio e manganês tóxicos, elevação da saturação por bases (V% = 60%), a maior atividade de microrganismos e aumento na disponibilidade de nutrientes às plantas (MALAVOLTA, 2006; NOVAIS et al., 2007). Resultados semelhantes foram descritos por Fageria (2001) e Caires et al. (2004), em que aplicou 8.000 kg ha⁻¹ de calcário, com ou sem parcelamento, verificaram aumento na produção de grãos do milho de 23% e 13%, respectivamente.

4 | CONCLUSÃO

Nas condições edafoclimáticas da região Sudeste do Pará, as doses e fontes de nitrogênio aplicados em cobertura no milho não promoveram efeitos significativos para a altura de planta, altura de inserção e componentes de produção. Entretanto, possibilitaram obter produtividade de grãos superior à média estimada para o Estado do Pará. Enquanto que o diâmetro de colmo resultou em menor incremento com o doses de N maiores ($\hat{Y} = 23,3992 - 0,00638x$), para a fonte ureia.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e a Secretaria de Agricultura de Parauapebas através do Centro Tecnológico da Agricultura Familiar (CETAF) pela disponibilidade de infraestrutura, recursos humanos e recurso financeiro. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de Iniciação Científica dos discentes e pela bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida ao professor Ricardo Shigueru Okumura.

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. **Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, p.109-119, 2003.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 26, p. 241-248, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; G. BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; PADILHA, J. M. **Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 28, p. 125-136, 2004.
- CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. **Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, p. 33-40, 2002.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, v. 5, n. 11, (2013-). Mensal. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 13 ago. 2018.
- CRAVO, M. S.; VIEGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 262 p.
- DEPARIS, G. A.; LANA, M. C.; FRANDOLOSO, J. F. **Espaçamento e adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 29, p. 517-525, 2007.

DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C.; TRIVELIN, P. C. O.; AMBROSANO, E. J. **Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) pelo milho em Latossolo Vermelho**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32, p. 161-171, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353 p.

EVANS, L. T.; FISCHER, R. A. **Yield potential: its definition, measurement, and significance**. Crop Science, Madison, v. 39, p. 1544-1551, 1999.

FAGERIA, N. K. **Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, p. 1419-1424, 2001.

FANCELLI, A. L. **Tecnologia de produção de milho: adubação**. São Paulo: Aldeia Norte, 2002. 42 p.

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

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KONDÔRFER, G. H.; PEREIRA, S. **Balanco da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 24, p. 363-376, 2000.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ed. Ceres. 2006. 631 p.

MALHI, S. S.; GRANT, C. A.; JOHNSTON, A. M.; GILL, K. S. **Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review**. Soil and Tillage Research, Amsterdam, v. 60, p. 101-122, 2001.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS. 2007. 1017 p.

OLIVEIRA, J. M. S.; CAIRES, E. F. **Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 25, p. 351-357, 2003.

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. **Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha**. Bragantia, Campinas, v. 60, p. 79-82, 2001.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1993. 26 p.

SCHIAVINATTI, A. F.; ANDREOTTI, M.; BENETT, C. G. S.; PARIZ, C. M.; LODO, B. N.; BUZZETI, S. **Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da produção e produtividade do milho irrigado no cerrado**. Bragantia, Campinas, v. 70, p. 925-930, 2011.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SILVA, P. S. L.; SILVA, P. I. B. **Efeitos de épocas de aplicação de nitrogênio no rendimento de grãos do milho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, p. 1057-1064, 2002.

SOARES, M. A. **Influencia de Nitrogênio, Zinco e Boro e de suas respectivas interações no desempenho da Cultura de Milho (*Zea Mays* L.)**. 112 p. 2003. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

MICROPARTICLES OF PURPLE BRAZILIAN CHERRY JUICE: CHARACTERIZATION, RELEASE PROFILE AND FOOD APPLICATION

Josiane Kuhn Rutz

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Pelotas – RS

Caroline Dellinghausen Borges

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos
Pelotas – RS

Rui Carlos Zambiasi

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos
Pelotas – RS

Cristina Jansen Alves

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Pelotas – RS

Fernanda Doring Krumreich

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Pelotas – RS

Michele Maciel Crizel-Cardozo

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Pelotas – RS

Esses polímeros isolados são amplamente utilizados na encapsulação, no entanto, quando misturados podem apresentar maior eficiência. Foi avaliada a eficiência de encapsulação, comportamento térmico, perfil microestrutural e cor das micropartículas, bem como o perfil de liberação dos compostos encapsulados em fluidos que simulam condições gastrointestinais, antes e após sua aplicação em bolos. A encapsulação foi confirmada pela eficiência de encapsulação e pelas técnicas de DSC e raios-X. A goma xantana proporcionou a maior eficiência de encapsulação para ambos os grupos de compostos e apresentou as características desejadas de liberação de carotenoides nos fluidos que simulam condições gastrointestinais. A liberação de compostos fenólicos foi alta independente do material de parede. As micropartículas influenciaram a cor dos bolos e a goma xantana também liberou os compostos encapsulados de forma mais adequada após a aplicação em bolos.

PALAVRAS-CHAVE: microencapsulação; compostos bioativos; carotenoides; compostos fenólicos; bolo.

RESUMO: O objetivo do estudo foi microencapsular suco de pitanga roxa pela técnica de liofilização. Goma xantana, quitosana e um hidrogel formado pela mistura de ambas foram utilizados como materiais de parede.

ABSTRACT: The aim of the study was to microencapsulate purple cherry juice by lyophilization technique. Xanthan gum, chitosan and xanthan gum-chitosan hydrogel were used as wall materials. These isolated polymers

are widely used in encapsulation, and by blending these polymers can enhance their efficiency. Encapsulation efficiency, thermal behavior, microstructural profile, color and release profile in fluids that simulate gastrointestinal conditions, before and after the application in cakes were evaluated. The encapsulation was confirmed by the encapsulation efficiency and by the techniques of DSC and X-ray. Xanthan gum provided the highest encapsulation efficiency for both groups of compounds and showed desired characteristics of the carotenoids released in simulated fluids. The release of phenolic compounds was high. Microparticles influenced the color of the cakes and xanthan gum that released the encapsulated compounds more adequately after the application in cakes.

KEYWORDS: microencapsulation; bioactive compounds; carotenoids; phenolic compounds; cake.

1 | INTRODUCTION

The Brazilian cherry tree is a native shrub from Brazil that is widely distributed in South America, which produces rounded fruits, called 'pitanga' or 'Brazilian cherry' (*Eugenia uniflora* L.). The fruit has approximately 3 cm in diameter, intense aroma, sweet sour taste and coloration ranging from orange to purple. These fruits have high content of bioactive compounds such as carotenoids and phenolic compounds (LIRA JUNIOR *et al.*, 2007).

Carotenoids are a group of pigments widely distributed in nature that is characterized by having tetraterpenic structures. They are water-insoluble compounds that exhibit colors ranging from yellow to red, which cause pigmentation in a great number of fruits, leaves and flowers (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997). The phenolic compounds contain in their chemical structure one or more hydroxyl groups bonded to an aromatic hydrocarbon group. These water-soluble compounds are classified as flavonoids and non-flavonoids, and they provide color, astringency, aroma and oxidative stability to many types of foods. Many of these compounds show high antioxidant capacity, but they are unstable at high temperatures and in the presence of light (JOHN; SHAHIDI, 2010).

The microencapsulation can be a way to increase the stability of phenolic compounds and carotenoids. The technique consists of packing particles such as pigments and phenolic compounds in small capsules that besides protecting the encapsulated material, enables its release of a controlled way under specific conditions (FAVARO-TRINDADE *et al.*, 2008). Carbohydrates, proteins and lipids may be used as wall materials.

A polysaccharide widely used as wall material is the chitosan, which is a copolymer composed by 2-amino-2-deoxy-D-glucose and 2-acetamido-2-deoxy-D-glucose which are linked by β -1, 4. The chitosan composition varies depending by the residual degree of deacetylation. It is considered a polycationic polymer due to the presence of amino

groups in its structure. It has been used for the encapsulation of natural dyes (PARIZE *et al.*, 2008) and antioxidants, such as phenolic compounds present in olive leaf extracts (KOSARAJU *et al.*, 2006), and blackberry extracts (DA ROSA *et al.*, 2014).

Xanthan gum is an extracellular polysaccharide produced by microorganisms of the species *Xanthomonas*, which is commercially produced by *Xanthomonas campestris*. Structurally, this gum is a heteropolysaccharide, and its primary structure is a chain composed by units of β -D-glucose linked by β 1-4, containing branching formed by β -D-mannose - 1,4- β -D-glucuronic acid - 1,2- α -D-mannose, and may also contain pyruvic and acetic acid. This gum is considered an anionic polymer due to the presence of carboxylic groups in its structure (GARCIA-OCHOA *et al.*, 2000). The Xanthan gum has been employed as encapsulating material for extracts of blackberry which contains phenolic compounds (DA ROSA *et al.*, 2014).

The hydrogel is formed through interactions between the amino groups of the chitosan and the carboxylic groups of the xanthan gum, resulting in an insoluble polyelectrolyte gel (ARGIN-SOYSAL *et al.*, 2009). The hydrogel formed by the synergistic interaction between xanthan gum and chitosan has been used for encapsulation of blackberry extracts containing phenolic compounds (DA ROSA *et al.*, 2014). Some studies also suggest that these hydrogels may have the characteristic of controlled-release (KOOP *et al.*, 2009).

Applications of encapsulated materials in foods include providing supplements, changes in solubility, taste, texture and color, and also by acting as sources of antioxidants and antimicrobials agents. However, the studies relating the application of encapsulated compounds in foods generally only covers the characteristics of the microparticles in the product, evaluating the influence on its color and stability, but do not evaluate the release profile simulating gastrointestinal conditions after the incorporation of the encapsulated compounds into the food matrix.

Therefore, the aim of this study was to microencapsulate purple Brazilian cherry juice, which is rich in carotenoids and phenolic compounds, by using xanthan gum, chitosan and xanthan gum-chitosan hydrogel as wall materials, to characterize the microparticles, to apply the microparticles in cakes and to evaluate the release profile in fluids that simulate gastrointestinal conditions.

2 | MATERIAL AND METHODS

Purple Brazilian cherry juice extraction

Purple Brazilian cherry juice (J) was extracted with a fruit centrifuge (Britânia BRCT 800), conditioned in a polyethylene terephthalate bottle and stored in an ultrafreezer at -80 °C.

Xanthan-chitosan hydrogel (H) preparation

The xanthan-chitosan hydrogel was obtained according the method described by Da Rosa *et al.* (2014). Approximately 6.5 g of chitosan were dissolved in 300 mL of HCl (0.1 M) under constant stirring, during 2 h. The solution was neutralized with NaOH 0.2 M; than the volume was completed to 1000 mL with distilled water and the pH was adjusted to 5.6. The same concentration of xanthan was dissolved in 1000 mL of distilled water. The hidrogel was obtained by mixing the two solutions and stirring for 10 min; and then it was filtered in a kitazato with paper filter (400 mm) and after lyophilized in LIOBRAS L101.

Preparation of the microparticles and of the physical mixtures (PM)

The microencapsulation of purple Brazilian cherry juice using xanthan (X), chitosan (C) and hydrogel (H) as wall materials was performed by lyophilization technique, following the method described by Pralhad and Rajendrakumar (2004) and Laine *et al.* (2008), adapted by Rutz *et al.* (2013). The microparticles were prepared by first dissolving the wall materials and then adding juice at the proportion of 1:1 to solid rates. The mixtures were stirred for 3 hours, frozen at -80 °C and then lyophilized (LIOBRAS L101). Physical mixtures were made by homogenizing the lyophilized juice with the respective wall material (X, C and H) by mortar and pestle at proportion of 1:1 w/w.

Encapsulation efficiency (EE)

Encapsulation efficiency of the carotenoids followed the method described by Sutter *et al.* (2007). Carotenoids on the microparticles' surface were quantified by adding 0.1 g of the sample and 5 mL of hexane in a test tube, which was stirred by vortex for 10 s, centrifuged at 3420 × g for 10 min, and finally the supernatant was separated. Total carotenoids within and outside of the microparticles were quantified by the dispersion of microparticles in 5 mL hexane, stirred strongly for total removal of carotenoids and filtered with 10 mL hexane. The two fractions were evaluated by spectrophotometer (JENWAY 6705 UV/Vis.) at 470 nm using hexane as control.

Encapsulation efficiency of phenolic compounds was performed following the method described by Deladino *et al.* (2008) and Laine *et al.* (2008), with few modifications. The quantification of the compounds on the surface was obtained by weighing 0.1 g of microparticles, adding 5 mL methanol, stirring in a vortex for 10 s and centrifuged at 3420 × g for 10 min. The methanol fraction was removed. Total compounds within and outside of the microparticles were quantified by weighing 0.1 g of the microparticles, adding 5 mL water when gums were used (LAINE *et al.*, 2008) and 5 mL hydrochloric acid 0.1 M for chitosan microparticles (KOSARAJU *et al.*, 2006) to break up the particles. The two collected fractions were evaluated for total phenolic compounds following the Folin–Ciocalteu methodology (SWAIN, HILLIS, 1959). The

method consisted of adding 4 mL of distilled water, 250 μ L of extract and 250 μ L of Folin–Ciocalteu 0.25 M solution in a Falcon tube, stirred and left to react for 3 min. Further, 500 μ L of sodium carbonate 1 M were added, left to react for 2 h and read in spectrophotometer (JENWAY 6705 UV/Vis.) at 725 nm. The encapsulation efficiency was expressed in percentage of the encapsulated compounds, which was calculated by equation 1.

$$\%EE = \frac{\text{total compounds} - \text{surface compounds}}{\text{total compounds}} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

Differential Scanning Calorimetry (DSC) and X-ray diffractometry

DSC analysis of the purple Brazilian cherry juice, xanthan, chitosan and hydrogel; of the physical mixtures of juice and xanthan gum (PMJX), juice and chitosan (PMJC) and juice and hydrogel (PMJH); and of the microparticles of juice and xanthan gum (JX), juice and chitosan (JC) and juice and hydrogel (JH), were performed using a DSC Q20 TA Instruments. Further, 10 mg of each sample were warmed in aluminum containers at a rate of 10 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$, between 25 and 280 $^{\circ}\text{C}$, with a 40 mL min^{-1} nitrogen flow.

Microstructural profile of purple Brazilian cherry juice, xanthan, chitosan and hydrogel; of the physical mixtures of juice and xanthan gum (PMJX), juice and chitosan (PMJC) and juice and hydrogel (PMJH); and of the microparticles of juice and xanthan gum (JX), juice and chitosan (JC) and juice and hydrogel (JH), were characterized by X-ray diffractometry (X'pert PRO Multi-Purpose, PanAnalytical) in which the x-ray source was the radiation of Cu $K\alpha$ ($\lambda = 1.5418 \text{ \AA}$), with 45 kV and 40 mA, measured at angle 2θ , ranging between 10 and 100 $^{\circ}$.

Release profile of the encapsulated compounds

The release profile of the encapsulated compounds were evaluated by *in vitro* assay, simulating gastric and intestinal fluids (CHIU *et al.*, 2007; PARAMERA *et al.*, 2011; ZHENG *et al.*, 2011) and in distilled water (BELŠČAK-CVITANOVIĆ *et al.*, 2011, adapted by RUTZ *et al.*, 2013). Solutions of citric acid 0.1 M and di-sodium phosphate were mixed in adequate proportions for solutions with final pH of 2.00 and 8.00 (CHIU *et al.*, 2007). Solution at pH 2.00 (gastric fluid simulation - GFS) comprised 0.3 % of pepsin enzyme, whereas solution at pH 8.00 (intestinal fluid simulation - IFS) comprised 0.1 % of pancreatic enzyme (PARAMERA *et al.*, 2011).

Preparation of cakes with microparticles

To elaborate the cake 60 g of flour; 40 g of sucrose; 0,5 g of baking powder; 50 mL of milk; 20 mL of soy oil and 2,5 g of microparticles were used. The solid ingredients were homogenized, after milk and soy oil were added, and then mixed until the formation of a homogeneous mass that was baked in an electric oven at 200 $^{\circ}\text{C}$ for 30 minutes.

Thereafter the cake was stored at room temperature, in polyethylene packaging until the analysis. A sample of cake without the addition of microparticles was prepared as a control.

Color of the microparticles and cakes

The color of the microparticles and cakes with and without microparticles was determined by the CIE L * a * b * method, proposed by the Commission Internationale l'Eclairage (CIE). The analysis was performed using a colorimeter (Minolta CR-300).

Release profile of microparticles applied in cakes, in fluids that simulate gastrointestinal conditions

The release profile of the microencapsulated bioactive compounds applied in cakes when they were exposed to conditions simulating the gastric and intestinal characteristics of the human body was performed out similarly as described before (item 2.7).

The cakes analysis were performed using 2,5 g of each sample, in triplicate, for each of seven time periods (0, 20, 40, 60, 120, 180 and 240 minutes) and the fluids that simulated gastric (SFG) and intestinal (SFI) conditions were added.

The samples were incubated at 37 °C, and at each time, the samples were removed, centrifuged (Eppendorf 5430 R) at 7000 *g* for 3 minutes and the volume was set to 10 mL. The supernatant was used for the analysis of bioactive compounds released. The analysis was performed out similarly as described before in item 2.6.1 for the bioactive compounds content.

Statistical analysis

Results were given in means of assays done in triplicates and submitted to analysis of variance.

Tukey's test ($p < 0.05$) was used to evaluate the encapsulation efficiency, color of microparticles and color of cakes, to compare wall materials and the profile of the release of encapsulated compounds, and to compare wall materials and the gastrointestinal fluids.

LSD (Least Significant Difference) test ($p < 0.05$) was used to evaluate the encapsulation efficiency by comparing the groups of encapsulated compounds and the release profile of the encapsulated compounds after that the microparticles have been applied in cakes, to compare fluids.

Dunnett test ($p < 0.05$) was used to compare the cakes color with microparticles in relation to the control cake.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

Encapsulation efficiency (EE)

The encapsulation efficiency of the purple Brazilian cherry juice was dependent on the wall material and the group of encapsulated compounds, with the highest values obtained by the encapsulation of carotenoids (table 1). For both groups, phenolic compounds and carotenoids, the use of xanthan gum as wall material was significantly the most efficient. Chitosan as wall material showed the lowest encapsulation efficiency; however, when the gum was combined with xanthan, the efficiency increased significantly.

Wall Material	Bioactive compounds (%)	
	Carotenoids	Phenolic Compounds
Xanthan	91.52 aA	76.37 aB
Hydrogel	79.49 cA	61.20 cB
Chitosan	84.52 bA	68.80 bB

Table 1. Encapsulation efficiency of the purple Brazilian cherry juice bioactive compounds.

Means followed by the same small letter in the column did not differ at 5% significance. Means followed by the same capital letters on the line did not differ at 5% significance.

Chitosan has been used as wall material in encapsulation of phenolic compounds, both alone or in combination with other wall materials (KOSARAJU *et al.*, 2006; DELADINO *et al.*, 2008; DA ROSA *et al.*, 2014). In these studies, the efficiency changed between 27 % and 81.4 %. However, in the present study the microcapsule with chitosan showed the lowest encapsulation efficiency of these compounds when compared with the xanthan and hydrogel wall materials. The study described by Da Rosa *et al.* (2014), in which was encapsulated blackberry extracts rich in phenolic compounds by lyophilization, showed that the efficiency was dependent on the wall material used. The same behavior was observed with xanthan gum, chitosan and xanthan gum-chitosan hydrogel as wall materials, and the best efficiency results was also obtained with xanthan gum as wall material (70.6 %).

It is suggested that during the encapsulation process may have occurred hydrogen bonding and dipole-dipole interactions between encapsulating materials and the phenolic compounds, mainly due to the presence of free hydroxyl groups in the major phenolic compounds of the juice and also in the polymers of xanthan gum, chitosan and hydrogel. However, in relation to the carotenoids, it is more likely that occurred induced dipole-dipole interactions between the methyl groups of the major carotenoids of the juice with the methyl groups of the polymers. Moreover, because of xanthan gum and chitosan are considered anionic and cationic compounds, respectively, may also have occurred ion-permanent dipole interactions with the phenolic compounds and ion-induced dipole with the carotenoids (RUTZ *et al.*, 2013).

Thermal behavior

The purple Brazilian cherry juice showed two endothermic events (175.03 °C and 195 °C), and the wall materials (xanthan gum, chitosan and hydrogel) showed endothermic peaks at temperatures of 129.01 °C, 182.41 °C and 161.77 °C, respectively (Figure 1a). Generally, the thermograms of physical mixture shows events related to encapsulating wall material and the encapsulated compound. Non-occurrence of these events indicates interaction of both during heating (WU *et al.*, 2008). This phenomenon was observed in our study when the physical mixtures were analysed.

It can be observed in the thermogram of the xanthan microparticles that occurred the disappearance of the endothermic events related to the purple Brazilian cherry juice; therefore, suggesting the juice protection and interaction with the nucleus. The result agrees with the encapsulation efficiency, in which the xanthan gum was considered the best encapsulating material for both group of compounds. Chitosan microparticles showed a peak with smaller intensity related to non-encapsulated purple Brazilian cherry juice, suggesting in this case only partial encapsulation. The hydrogel microparticles showed only a thermal profile of the polymer, which also suggests the encapsulation of the purple Brazilian cherry juice. These results agree with that found by Rutz *et al.* (2013) in a study with microparticles coated with tara gum.

Microstructural profile

X-ray diffraction patterns of amorphous substances usually show a diffuse halo, as seen in Figure 1b. According to Takahashi (2009), it is possible to evaluate a complex formation by assessing the peak size of the encapsulated compounds and microparticles, because the intensity reduction of the peaks represents a partial complexation.

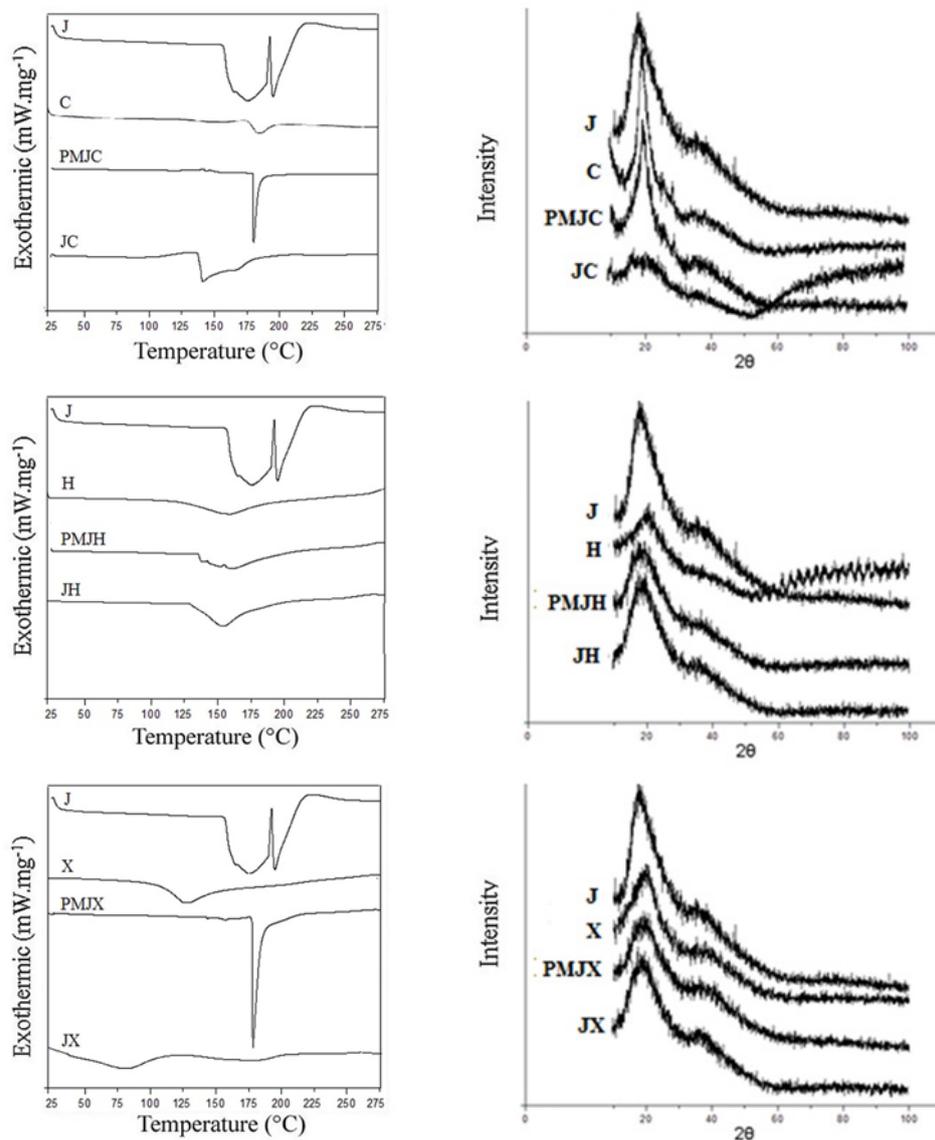


Figure 1. a) DSC thermograms and b) X-ray diffractograms of the purple Brazilian cherry juice, wall materials used in encapsulation, physical mixtures and microparticles

There was a reduction in the peaks intensity in the microparticles when compared to peaks obtained for the purple Brazilian cherry juice. The microparticles with lower relative intensity were coated with chitosan, with 28.03 %. The microparticles of xanthan gum and hydrogel showed peak intensity of 65.55 % and 70.14 %, respectively.

Release profile of the encapsulated compounds

The release profile of the bioactive compounds of microencapsulated purple Brazilian cherry juice, in water and in gastric and intestinal fluid, can be seen in Figure 2.

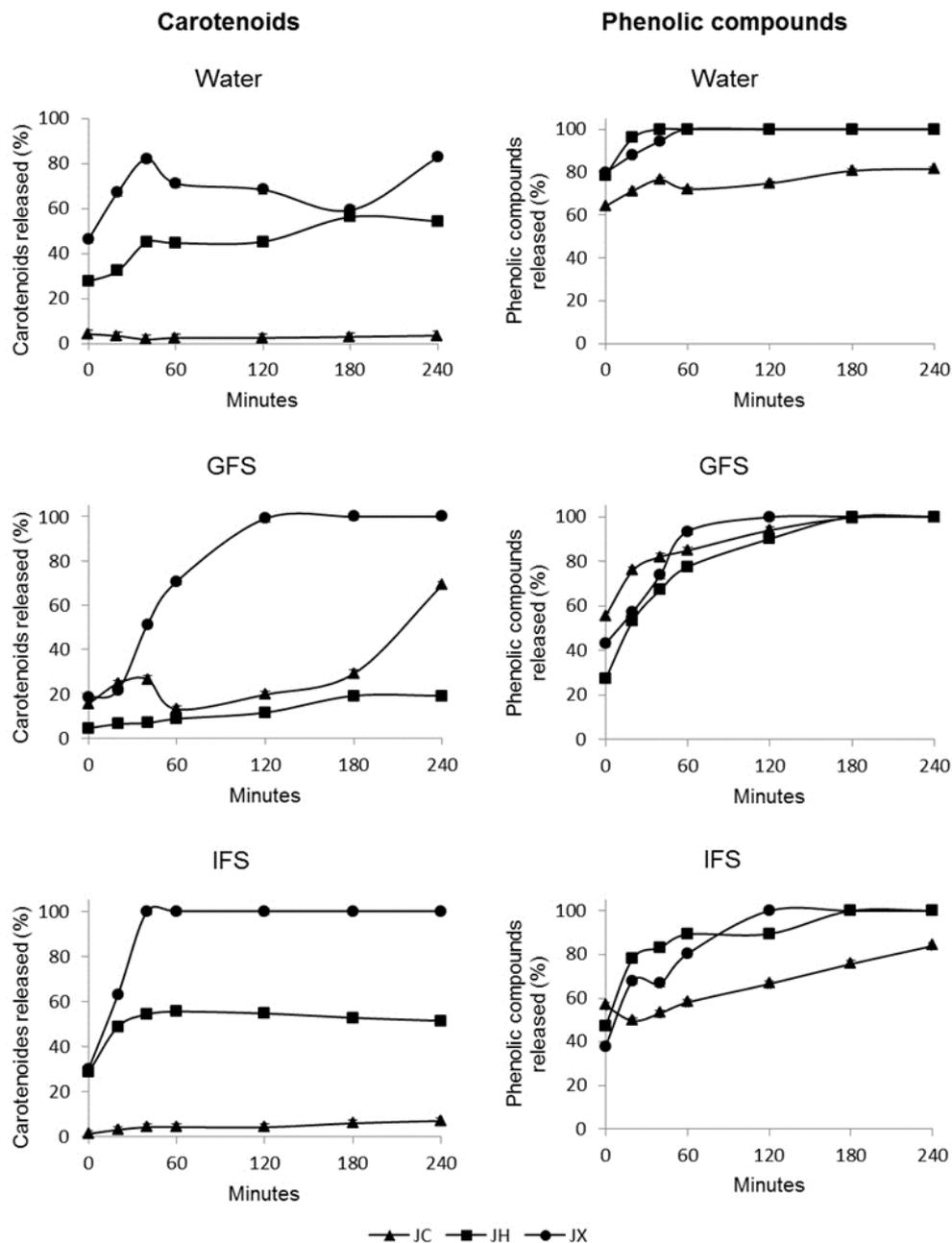


Figure 2. Release profiles of carotenoids and phenolic compounds from microparticles in water and in fluids that simulated gastric and intestinal conditions

Release in water

The polymer used for encapsulation influenced the release profile of the bioactive compounds. Microparticles coated with xanthan gum during the contact with water released more than 40% of the carotenoids at the time of dissolution, and the maximum release was 82% after 40 minutes. Different behavior was observed with chitosan microparticles, which ones released low content of carotenoids in water, only about 4%. The hydrogel promoted gradual release, reaching 86% in 180 minutes.

The microparticles with xanthan gum and hydrogel released high percentage of phenolic compounds at the time of dissolution, and approximately 80% of the total was released at 60 and 40 minutes, respectively. Chitosan microparticles released the maximum of 81% in 240 minutes.

Release in gastric (GFS) and intestinal (IFS) fluid

The microparticles coated with xanthan gum released 100% of the carotenoids in 180 minutes in the gastric fluid, and that coated with chitosan released up to 180 minutes 69%. Different behavior was observed for microparticles coated with hydrogel, which showed low release of carotenoids in gastric fluid, reaching a maximum of only 19% in 180 minutes.

In the intestine fluid, the microparticles coated with chitosan showed 7% release of carotenoids, in 240 minutes, while the microparticles coated with xanthan gum released 100% of the content in only 40 minutes. The carotenoids release in the hydrogel microparticles was greater than that obtained in the gastric fluid, reaching 55% in 60 minutes.

The release of phenolic compounds, in both fluids, was higher for all microparticles, reaching release at least of 50% after 20 minutes.

Because most nutrients and vitamins are better absorbed in the intestine, it is recommended low release in gastric conditions and a gradual and complete release in the intestinal conditions (SOMCHUE *et al.*, 2009). The microparticles coated with hydrogel showed this behavior only in relation of the carotenoids release.

Color of the microparticles and cakes

The results relative to color of the microparticles and the cakes in which they were applied are in the table 2. The L indicates luminosity, while the chromaticity coordinates are identified with a * (+ a = red, -a = green) and b * (+ b = yellow, -b = blue). Therefore, in relation to the microparticles, the highest luminosity was observed in the hydrogel microparticles. When the microparticles were applied in cakes it was observed a reduction of their luminosity in relation to control, especially when chitosan microparticles were added.

Samples	Color		
	L	a	b
	Microparticles		
Xanthan	43,33 c	21,47 a	3,08 a
Hydrogel	50,92 a	22,60 a	3,12 a
Chitosan	47,20 b	2,42 b	-5,21 b
	Cakes with microparticles		
Control	71,49	-0,04	17,32
Xanthan	57,69 a*	5,08 a*	14,40 a*
Hydrogel	56,13 a*	5,15 a*	14,16 a*
Chitosan	54,20 b*	2,65 b*	11,17 b*

Table 2. Color of microparticles and of cakes in which they were applied.

Means followed by different lowercase letters in the column differ by Tukey test, comparing wall materials. * Significant in relation the control (cake without microparticles) by Dunnett test ($p \leq 0,05$).

The values for the coordinate a^* indicates that xanthan and hydrogel microparticles have red color more intense and did not differ among themselves. These microparticles also intensified the red coloration of the cakes, differing statistically of the control cake and the cake with chitosan microparticles.

These microparticles did not differ in respect of b^* coordinate, tending to yellow color, whereas the chitosan microparticles showed tendency to blue color. Control cake showed higher b^* value and after the application of the microparticles was observed a reduction in values for this coordinate, mainly for the cakes with chitosan microparticles.

In the comparison of the color of the cakes with microparticles and the color of control cake, it was observed significant differences, which were caused due to the presence of pigments of the purple Brazilian cherry juice.

Release profile of microparticles applied in cakes, in fluids that simulate gastrointestinal conditions

The release of carotenoids by the xanthan microparticles was around 0.5% throughout the period evaluated in GFS (Figure 3). The behavior was similar to that obtained for the hydrogel microparticles, which released an average of 3.6% during the 180 minutes, after this period were released 16% of carotenoids. The chitosan microparticles showed no significant changes during the 240 minutes, releasing around 54% of the carotenoids.

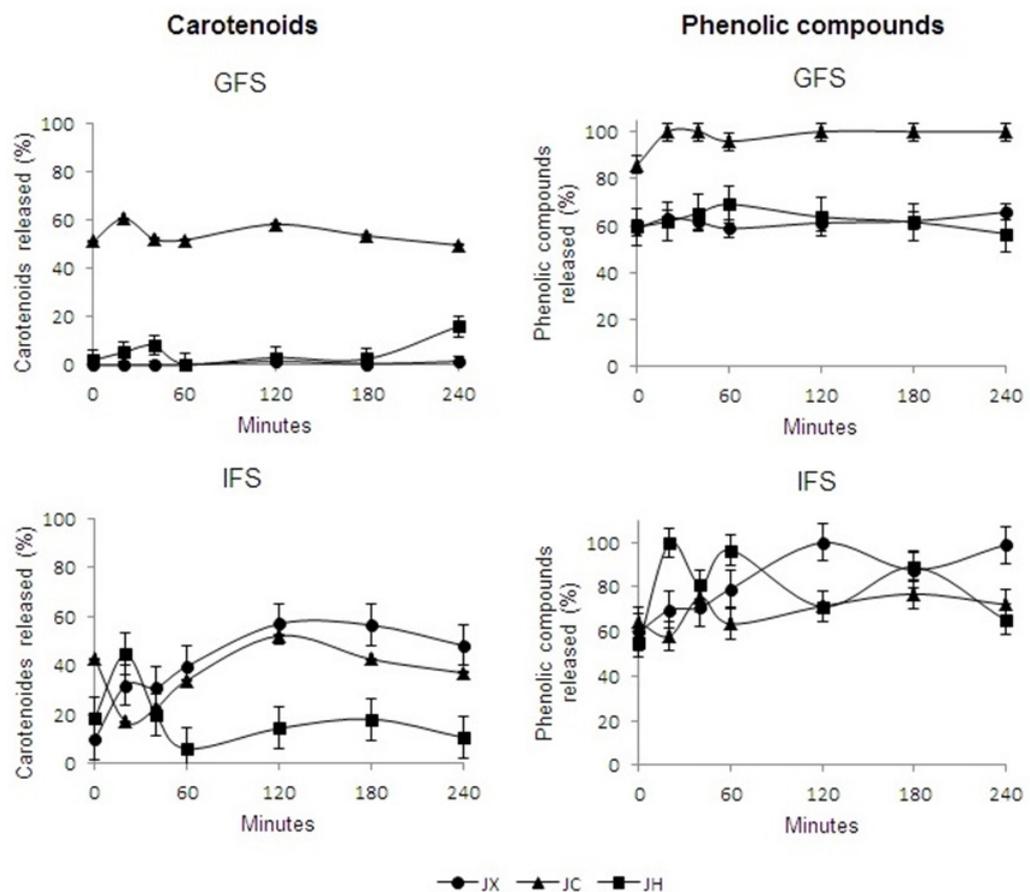


Figure 3. Release profiles of carotenoids and phenolic compounds from microparticles applied in cakes, in fluids that simulated gastric and intestines conditions

The xanthan microcapsules initially released 9% of carotenoids in SFI, and 57% were gradually released until 120 minutes, and did not vary significantly after this period. The hydrogel released 45% in the first 20 minutes, then decreased to 20% and did not vary until the end of period. The chitosan microcapsules released 43% of the carotenoids upon dissolution, between 20 and 60 minutes there was carotenoid degradation, and after this period the release was gradual until 52 %.

Xanthan and hydrogel microcapsules showed similar release profile in GFS, releasing on average 63 % of phenolic compounds, without significant variations during the 240 minutes. The chitosan microcapsules released 85% upon dissolution and after 20 minutes the entire content had been released. The xanthan microcapsules initially released 60% of the phenolic compounds in SFI, the release was gradual until fully release at 120 minutes. The hydrogel microcapsules released upon dissolution 55% of the compounds, and after the release remained on average 84% until the end of 240 minutes. The chitosan microcapsules showed no significant changes in phenolic compounds release, remaining close to 69%.

It is desirable that the encapsulation be capable of protecting the compounds during processing and that they can be released at the ingestion upon reaching the intestine to achieve better absorption. If the encapsulated compounds are released during processing or as soon as they come into contact with gastric fluid, their degradation may occur. As foods tend to remain in the stomach for 2 to 3 hours, it is interesting that the compounds remain encapsulated for this period of time in contact with the low pH fluid.

For both compounds, xanthan was the wall material that presented the most satisfactory performance, showing lower release rate in SFG and high release rate on a gradual way in SFI, particularly in relation to the carotenoids. The different release behavior of the encapsulated compounds before and after the application of the microparticles in cakes may have occurred due to the fact that the food matrix has the capacity to interact in different ways with the bioactive compounds, protecting them. The results suggest that the effects of processing are different for each type of microparticle (SUCUPIRA *et al.*, 2012).

Therefore, it was observed that the different release behavior of the encapsulated components before and after application on the cakes it was influenced by processing condition, food matrix and/or water content.

4 | CONCLUSION

The encapsulation of purple Brazilian cherry juice in matrices of xanthan, chitosan and hydrogel was confirmed by DSC and X-ray. The type of wall material and the group of encapsulated compounds influenced the results. Xanthan gum provided the highest encapsulation efficiency for carotenoid and phenolic compounds.

The hydrogel microcapsules showed desired characteristics of carotenoids release in gastric and intestinal fluids, and also showed a gradually release in water. Regardless of wall material and gastrointestinal fluids analyzed, the release of phenolic compounds was high and not gradual.

The application of the microparticles influenced significantly the color of cakes. After application of the microparticles in cakes, the most appropriate release profile was obtained from xanthan microparticles, for both group of compounds.

5 | ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Capes (Coordination of Improvement Higher Education Personnel), CNPq (National Council of Scientific Development) and Fapergs for funding and support.

REFERENCES

ARGIN-SOYSAL, S.; KOFINAS, P.; LO, Y. L. Effect of complexation conditions on xanthan-chitosan polyelectrolyte complex gels. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 202-209, 2009.

BELŠČAK-CVITANOVIĆ, A.; STOJANOVIĆ, R.; MANOJLOVIĆ, V.; KOMES, D.; CINDRIĆ, I. J.; NEDOVIĆ, V.; BUGARSKI, B. Encapsulation of polyphenolic antioxidants from medicinal plant extracts in alginate-chitosan system enhanced with ascorbic acid by electrostatic extrusion. **Food Research International**, v. 44, p. 1094-1101, 2011.

CHIU, Y. T.; CHIU, C. P.; CHIEN, J. T.; HO, G. H.; YANG, J.; CHEN, B. H. Encapsulation of Lycopene Extract from Tomato Pulp Waste with Gelatin and Poly(ϵ -glutamic acid) as Carrier. **Journal and Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p.5123-5130, 2007.

DA ROSA, C. G.; BORGES, C. D.; ZAMBAZI, R. C.; RUTZ, J. K.; DA LUZ, S. R.; KRUMREICH, F. D.; BENVENUTTI, E. V.; NUNES, M. R. Encapsulation of the phenolic compounds of the blackberry (*Rubus fruticosus*). **LWT – Food Science and Technology**, v.58, p.527-533, 2014

DELADINO, L.; ANBINDER, P. S.; NAVARRO, A. S.; MARTINO, M. N. Encapsulation of natural antioxidants extracted from *Ilex paraguariensis*. **Carbohydrate Polymers**, v. 71, p. 126-134, 2008.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 2, p.103-112, 2008.

GARCÍA-OCHOA, F.; SANTOS, V. E.; CASAS, J. A.; GÓMEZ, E. Xanthan gum: production, recovery, and properties. **Biotechnology Advances**, v.18, p.549-579, 2000.

JOHN, J. A.; SHAHIDI, F. Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). **Journal of Functional Foods**, v. 2, n. 3, p. 196-209, 2010.

KOOP, H. S.; PRAES, C. E. DE O.; REICHER, F.; PETKOWICZ, C. L. DE O.; SILVEIRA, J. L. M. Rheological behavior of gel of xanthan with seed galactomannan: Effect of hydroalcoholic - ascorbic acid. **Materials Science & Engineering: C**, v. 29, p. 559-563, 2009.

KOSARAJU, L. S.; D'ATH, L.; LAWRENCE, A. Preparation and characterisation of chitosan microspheres for antioxidant delivery. **Carbohydrate Polymers**, v.64, p.163-167, 2006.

LAINE, P., KYLLI, P., HEINONEN, M., JOUPPIA, K. Storage stability of microencapsulated cloudberry (*Rubus chamaemorus*) phenolics. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.56, p.11251-11261, 2008.

LIRA JUNIOR, J. S.; BESERRA, J. E. F.; LEDEMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F. **Pitangueira**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, 2007. 87p.

PARAMERA, E. I.; KONTELES, S. J.; KARATHANOS, V. T. Microencapsulation of curcumin in cells of *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Chemistry**, v.125, p.892-902, 2011.

PARIZE, A. L.; SOUZA, T. C. R. de; BRIGHENTE, I. M. da C. Obtenção e caracterização de microesferas de quitosana contendo o corante urucum. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.2, n.1, p.15-18, 2008.

PRALHAD, T. RAJENDRAKUMAR, K. Study of freeze-dried quercetin– cyclodextrin binary systems by DSC, FT-IR, X-ray diffraction and SEM analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v.34, p.333-339, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and food preparation**: The retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods. Washington DC: Usaid-Omni, 1997. 88p.

RUTZ, J. K.; ZAMBAZI, R. C.; BORGES, C. D.; KRUMREICH, F. D.; DA LUZ, S. R.; HARTWIG, N.; DA ROSA, C. G. Microencapsulation of purple Brazilian cherry juice in xanthan, tara gums and xanthan-tara hydrogel matrixes. **Carbohydrate Polymers**, v.98, p.1256-1265, 2013.

SOMCHUE, W.; SERMSRI, W.; SHIOWATANA, J.; SIRIPINYANOND, A. Encapsulation of α -tocopherol in protein-based delivery particles. **Food Research International**, v.42, p.909-914, 2009.

SUCUPIRA, N. R.; XEREZA, A. N. P.; DE SOUSA, P. H. M. Perdas Vitamínicas Durante o Tratamento Térmico de Alimentos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v.14, p.121-128, 2012.

SUTTER, S. C.; BUERA, M. P.; ELIZALDE, B. E. β -carotene encapsulation in a mannitol matrix as affected by divalent cations and phosphate anion. **International Journal of Pharmaceutics**, v.332, p.45-54, 2007.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L.- The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.10, p. 63-68, 1959.

TAKAHASHI, A. I. **Obtenção e caracterização de complexos binários e ternários de sinvastatina e ciclodextrinas**. 2009. 99f. Dissertação (Mestrado em fármacos e medicamentos)- Faculdade de Ciência Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

WU, T-H.; YEN, F-L.; LIN, L-T.; TSAI, T-R.; LIN, C-C.; CHAM, T-M. Preparation, physicochemical characterization, and antioxidant effects of quercetin 95 nanoparticles. **International Journal of Pharmaceutics**, v.346, p.160–168, 2008.

ZHENG, L.; DING, Z.; ZHANG, M.; SUN, J. Microencapsulation of bayberry polyphenols by ethyl cellulose: Preparation and characterization. **Journal of Food Engineering**, v.104, n.1, p. 89-95, 2011.

PLANTAS DE COBERTURA DE INVERNO E A SUA INFLUENCIA SOBRE OS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA CULTURA DA SOJA

Guilherme Guerin Munareto

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Agronomia
Santiago – RS

Claiton Ruviano

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Agronomia
Santiago – RS

RESUMO: A busca por plantas de coberturas de inverno mais adaptadas aos diferentes ambientes edafoclimáticos e que se ajustem melhor aos sistemas de rotação, é uma necessidade, sendo de extrema importância ter a superfície do solo coberta por uma camada de palha, proporcionando melhora na capacidade produtiva da cultura de verão. Nesse sentido, objetivou-se quantificar a influencia da cultura de inverno em cultivo puro ou consorciado, sobre a produtividade e seus principais componentes de produção na cultura da soja. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da URI, Campus de Santiago, RS. Para realização do estudo o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos de plantas de cobertura de inverno, com seis repetições, totalizando 24 unidades amostrais. Os tratamentos utilizados foram: T1 = Aveia preta Ucraniana T2 = Ervilhaca Forrageira, T3 = Nabo Forrageiro consorciado com Trevo

Vesiculososo e T4= Trevo Vesiculososo. Realizou-se a quantificação da produção de biomassa seca das culturas de inverno, índice de área foliar, trifólios por planta, legumes por planta, número de grãos por legume, número de grãos por planta, peso de mil grãos e produtividade de grãos na cultura da soja. O índice de área foliar e grãos por planta tiveram correlação entre ambas e com legume por planta e trifólio por planta. A aveia ucraniana alcançou os maiores valores de produtividade dentre as coberturas usadas no inverno, acrescentando em 11,3% a mais em produtividade do que a planta com pior desempenho produtivo, no caso, a ervilhaca, sendo relevante economicamente ao sistema agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo e conservação do solo, Adubação verde, plantio direto.

ABSTRACT: The search for winter cover crops more adapted to the different edaphoclimatic environments and that are better adjusted to the rotation systems, is a necessity, being of extreme importance to have the surface of the ground covered by a layer of straw, providing improvement in the productive capacity of the summer culture. In this sense, the objective was to quantify the influence of winter culture on pure or intercropping cultivation, on yield and its main components of soybean crop production. The experiment was conducted at farm of URI,

Campus de Santiago, RS. For the study, the experimental design was completely randomized (DIC), with four treatments of winter cover plants, with six replications, totaling 24 sample units. The treatments used were: T1 = Black Oat Uranian T2 = Forage Herb, T3 = Forage Harvester consortium with Clover Vesiculous and T4 = Vesicle Clover. Quantification of the dry biomass production of winter crops, leaf area index, triplets per plant, legumes per plant, number of grains per legume, number of grains per plant, weight of one thousand grains and grain yield in the crop were quantified of soybeans. The index of leaf area and grains per plant had correlation between both and with legume per plant and trifolium per plant. The Ukrainian oats reached the highest productivity values among the coverages used in the winter, adding in 11.3% more in productivity than the plant with poorer productive performance, in this case the vetch, being economically relevant to the agricultural system.

KEYWORDS: Soil management and conservation, Green manuring, no-tillage.

1 | INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas para cobertura do solo é excelente meio de promover a diversidade e estabilidade do sistema de plantio direto, a busca por plantas mais adaptadas aos diferentes ambientes edafoclimáticos e que se ajustem melhor aos sistemas de rotação, é uma necessidade, sendo de extrema importância ter a superfície do solo coberta por uma camada de palha.

Embora nos últimos anos, a permanência de áreas em pousio no outono/inverno, no período de entressafra das culturas comerciais de verão, tenha diminuído significativamente, essa situação ainda é observada em algumas lavouras do Sul do Brasil.

A utilização de adubação verde no processo de rotação de culturas promove a melhoria da qualidade do solo, proporcionando efeitos positivos, como supressão de plantas espontâneas, conservação da umidade do solo, acúmulo de nutrientes na superfície e controle das perdas de solo e matéria orgânica (MO), em consequência resultando em aumentos na produtividade das culturas econômicas envolvidas no sistema de produção, podendo ainda reduzir os custos de produção pela racionalização do uso de insumos.

O uso de plantas de cobertura vem ganhando espaço no manejo da compactação, devido a elevada produção de fitomassa e sistema radicular abundante, capazes de romper camadas compactadas e produzir bioporos, através dos quais as raízes das culturas podem se estabelecer (SILVA; ROSOLEM, 2002). Ao contrário dos poros produzidos pela mobilização mecânica, os bioporos são longos e contínuos, efetivos na condução de água e ar (OADES, 1993).

Além disso, os resíduos das plantas de cobertura colaboram para a manutenção de maiores conteúdos de água na superfície do solo (ANDRADE, 2008), além de favorecerem a estruturação e a estabilidade dos agregados do solo, diminuindo perdas

de solo por erosão (FREITAS et al., 2006), diminui a evaporação, aumentando a infiltração e o armazenamento de água no solo, promovendo na camada mais superficial temperaturas mais amenas ao desenvolvimento de plantas e organismos (HECKLER et al., 1998).

Segundo resultados encontrados por Boer et al., (2007), a maioria dos nutrientes são liberados de forma precoce para o solo, tornando necessário uso de técnicas que aumentem o acúmulo de fitomassa por parte das plantas de cobertura (KLIEMANN et al., 2006).

Sem a presença de plantas capazes de reciclarem os nutrientes aumenta também o potencial de perda dos mesmos por lixiviação, principalmente de N na forma de nitrato (NO^{-3}). Por isso, a importância do cultivo de plantas de cobertura de solo no outono/inverno, após a colheita das culturas comerciais de verão.

O conhecimento da taxa de decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em culturas puras e em consórcio é essencial para maximizar não apenas a ciclagem e o aproveitamento de nutrientes pelas culturas comerciais, mas, também, para reduzir os impactos ambientais dessa prática agrícola (AITA ; GIACOMINI, 2006 ; KLIEMANN et al., 2006).

Quanto à escolha da cultura de inverno, deve haver flexibilidade de modo a atender as particularidades regionais e as perspectivas de comercialização dos produtos. Assim, as espécies envolvidas na rotação, devem ser consideradas do ponto de vista de sua exploração comercial e ao mesmo tempo destinadas a cobertura do solo para benefícios ao sistema de produção (GAZOLA et al., 2008).

Outro ponto que deve ser levado em consideração na escolha da espécie vegetal utilizada como cobertura na entressafra, é o fator do mesmo poder influenciar na produtividade da soja. Estudos têm relatado que a cultura de cobertura utilizada na entressafra da cultura principal pode exercer tanto efeitos positivos (CORREIA e DURIGAN, 2008); VERONESE et al., 2012), negativos (DEBIASI E FANCHINI, 2012; SOUZA et al., 2006) ou não apresentar efeitos (CHIODEROLI et al., 2012; GARCIA et al., 2014) sobre a produtividade da soja.

O presente trabalho fundamenta-se na hipótese de que a escolha da planta de cobertura usada no inverno afetará no desempenho dos componentes de produção e da produtividade de grãos da cultura da soja.

O objetivo desse trabalho foi quantificar a influência da cultura de inverno em cultivo puro ou consorciadas, sobre a produtividade e seus principais componentes de produção na cultura da soja, numa região produtora de soja no Vale do Jaguarí-RS.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santiago, RS, com coordenadas

centrais UTM 705.589E 6.769.112N (SIRGAS 2000, zona 21S), e altitude de 389 metros, no Vale do Jaguari, RS.

A área possui solo classificado como NEOSSOLOS LITÓLICOS distróficos, textura classificada de acordo com o triângulo textural adaptado por Lemos & Santos (1996), como franco siltoso (200, 554 e 246 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente). O clima é do tipo Cfa (subtropical úmido), pela classificação de Köppen.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos de plantas de cobertura de inverno, com seis repetições, totalizando 24 unidades amostrais.

Os tratamentos utilizados foram: T1 = Aveia preta Ucraniana (*Avena strigosa*), T2 = Ervilhaca Forrageira (*Vicia sativa*), T3 = Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. oleiferus Metzg) consorciado com Trevo Vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* cv. Yuchi) e T4= Trevo Vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* cv. Yuchi).

Para a instalação do experimento foi feita a dessecação com o herbicida glyphosate na dose de 1,44 kg ha⁻¹ de ingrediente ativo (i.a.), com o uso do pulverizador costal, pois a área se encontrava em pousio há quatro meses, o milho era a cultura antecessora. Antes do plantio a área foi roçada a fim de homogeneizar a palhada e facilitar a semeadura.

Através da interpretação das análises químicas, realizou-se a calagem de modo parcelado com aplicação de 3,3 Mega grama (Mg) ha⁻¹ de calcário calcítico no início do experimento e outra aplicação de 2,1 Mg ha⁻¹ será realizada um ano após, para elevar o potencial *hidrogeniônico* (pH) para 6 recomendado para soja, segundo a recomendação da Comissão de Fertilidade do solo – RS/SC (2016). A adubação pré-plantio por sua vez, contou com a aplicação de 350 kg ha⁻¹ da formulação 05-20-20 (N-P₂O₅-K₂O); posteriormente, foi realizada a aplicação de ureia em cobertura, com 45 kg N ha⁻¹, aos 40 dias após a semeadura.

MO	pH em H ₂ O	SMP	P	K	Ca	Mg	CTC efet	CTC Ph 7	Sat de Al	Sat de Bases
g kg ⁻¹			mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%
46	4,96	5,61	17,8	5,4	5,76	3,35	10,76	16,92	10,44	57,91

Tabela 1. Propriedades químicas na camada de 0-0,2 metro.

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

A semeadura das coberturas de inverno foi realizada dia 29 de junho de forma manual em linha com espaçamento de 0,17 metros, usual para cultivos de inverno, cada unidade amostral contou com 5 m² de (2,5 x 2,0 metros). A densidade de semeadura para aveia ucraniana foi de (65 kg ha⁻¹ de sementes), ervilhaca (55 kg ha⁻¹ de sementes), nabo (20 kg ha⁻¹ de sementes) em consórcio com (7 kg ha⁻¹ de sementes) de trevo vesículoso e (10 kg ha⁻¹ de sementes) de trevo vesículoso no

cultivo solteiro, a quantidade de sementes de cada tratamento foi corrigida para 100 % de poder germinativo.

Para a quantificação da Biomassa Seca (BS) as plantas se encontravam no estágio de enchimento de grão, sendo o período de máximo acúmulo de BS. Foi coletada uma amostra em cada unidade amostral, coletando-se as plantas correspondentes a 0,25 m², seguindo o método do quadrado de madeira descrito por Chaila (1986).

Em laboratório, pesaram-se as amostras coletadas determinando assim a massa fresca, em seguida, as amostras foram colocadas numa estufa a 65° C por 72 horas, ou até atingir a massa constante (HAYDOCK; SHAW, 1975) para a determinação da massa seca em kg ha⁻¹.

Em seguida a área foi dessecada com o herbicida paraquat na dose de 0,3 kg ha⁻¹ de i.a. com auxílio do pulverizador costal e após 20 dias de forma sequencial aplicou-se o herbicida imazetapir em pré-plantio na dose de 0,1 kg ha⁻¹ de i.a. a fim de ampliar o período sem a interferência da daninha sobre a cultura comercial e após cinco dias foi realizada a semeadura da soja na data de 15 de dezembro de forma mecanizada com o espaçamento entre fileiras de 0,45 metros, com a cultivar TMG 7062 INOX e IPRO de ciclo médio, hábito de crescimento semi-determinado e grupo de maturação 6.2, a adubação utilizada na base foi de 350 kg de 02-23-23 (N-P₂O₅-K₂O), após a emergência avaliou-se o stand, contando com 200 mil plantas por ha. Em pós-emergência utilizou-se o herbicida glyphosate com dose de 1,2 kg ha⁻¹ de i.a no estágio vegetativo com três folhas expandidas (V3) da soja, na sequência realizou-se o manejo integrado de pragas (MIP) e o manejo de doenças foi todo calendarizado com aplicações a cada 18 dias iniciado no estágio vegetativo com quatro trifólios expandidos (V4) com uso do produto Orkestra (Piraclostrobina+ Fluxapiraxade), segunda aplicação com a mistura do produto Aproach Prima (Picoxistrobina+Ciproconazol) + Unizeb Gold (Mancozeb), para a terceira e quarta aplicação foi usado o produto Fox (Protioconazol e Trifloxistrobina) + Unizeb Gold (Mancozeb), para a quinta aplicação usou-se o produto Sphere Max (Ciproconazol + Trifloxistrobina).

No final do enchimento de grãos, o qual compreende o estágio reprodutivo (R 5.5) da Soja, coletaram-se em cada unidade amostral três plantas no centro da parcela, em seguida levada a laboratório para medir o índice de área foliar (IAF), contar o número de legumes viáveis e de grãos formados por planta para obter o número de grãos por legume.

A área foliar média será obtida a partir da média de 3 plantas de cada parcela, sendo que a determinação da área foliar será feita pela medição do comprimento e largura da folha dividida por 0,75.

O índice de área foliar (IAF) foi determinado pela razão entre o somatório da área foliar de todas as folhas verde da planta e a área superficial do solo ocupado pela planta.

O IAF, ou seja, a relação da área foliar total por unidade de área explorada pela cultura será obtida pela equação.

$$\text{IAF} = \text{área foliar média (m}^2\text{)} \times \text{stand (plantas ha}^{-1}\text{)} / 10.000\text{m}^2$$

Para avaliar a produtividade de grãos da soja, foram colhidas, manualmente, 10 plantas de cada uma das três fileiras centrais de cada unidade amostral, totalizando 30 plantas em uma área de 1,5 m². Após, realizou-se a debulha, limpeza, pesagem, determinação de umidade e correção da mesma para 13% em base úmida.

Em sequência determinou-se o peso de mil grãos (PMG), de cada parcela, e em seguida corrigiu-se a umidade de cada amostra a base úmida de 13%.

Os dados de precipitação pluvial e da temperatura média durante o mês de julho de 2017 a abril de 2018, período este que compreende toda a duração do experimento estão apresentados na Figura 1.

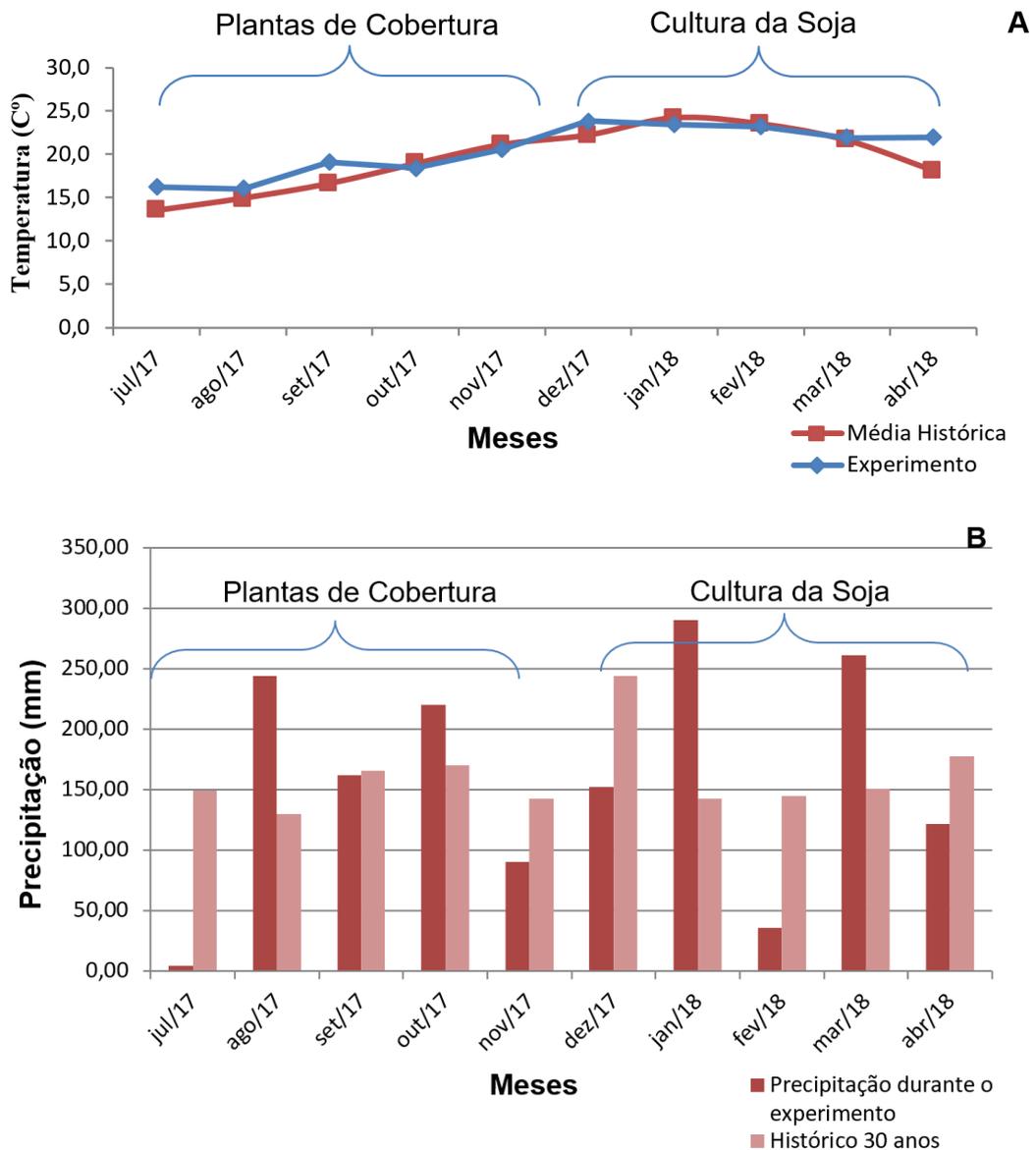


Figura 1: Valores da temperatura média (A) e Valores do acumulado de precipitação (B), durante o experimento comparado com a média histórica na safra 2017/2018 na fazenda escola da URI-Santiago. Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente, utilizando o software SASM-Agri, sendo realizada análise de variância, teste F e comparação de médias, por Duncan.

Posteriormente foi realizada a análise de correlação entre os componentes de produção, com o coeficiente de correlação de Pearson a 5% de significância.

3 | RESULTADO E DISCUSSÕES

Os resultados do desempenho da cultura da soja sobre as diferentes coberturas do solo estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Pelo resumo do quadro da análise de variância (Tabela 1) pode-se observar que houve efeito significativo de tratamento para as variáveis produção de biomassa seca das culturas de inverno (BS), índice de área foliar (IAF), trifólios por planta (TP), legumes por planta (LP), número de grãos por planta (GP).

Evidenciando que as plantas de coberturas tem efeito sobre o desempenho da cultura de soja em função das diferentes quantidades produzidas de biomassa e sobre os componentes de produção IAF, TP, LP e GP da cultura da soja.

Para a variável número de grãos por legume (GL) não houve efeito significativo de tratamento (Tabela 1), isso porque apresenta um baixo coeficiente de variação, corroborando com os resultados encontrados por (SCHNITZLER, 2017). Demonstrando uma uniformidade do melhoramento genético na busca de plantas com produção com média de três grãos por legume (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). As variáveis peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PG) não apresentaram diferença significativa na análise de variância (Tabela 1), provavelmente por tratar-se, apenas do primeiro ano da soja em sucessão a essas culturas (GAZOLA et al., 2008).

	G/L	QUADRADO MÉDIO							
		BS	IAF	TP	LP	GL	GP	PMG	PG
TRAT.	3	5393155*	1,576*	20,530*	113,342**	0,008 ns	1686,5**	116,300 ns	349665,151 ^{ns}
RES.	20	1728185*	0,321*	4,196*	4,774**	0,012 ns	93,916**	38,203 ^{ns}	135345,897 ^{ns}
TOTAL	23	----	----	----	----	----	----	----	----
CV(%)	----	20,15%	9,83%	7,61%	6,70%	4,61%	6,32%	2,86%	7,39%
Média	----	6524,75	5,771	26,927	57,357	2,441	153,416	216,397	4977,188

Tabela 1. Quadrados médios (QM) da análise de variância dos testes de produção de biomassa seca das culturas de inverno (BS), índice de área foliar (IAF), trifólios por planta (TP), legumes por planta (LP), número de grãos por legume (GL), número de grãos por planta (GP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PG) na cultura da soja submetida a quatro diferentes coberturas de solos.

** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro, * Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. ns= não significativo

Os resultados referentes a avaliação da produção de biomassa seca para as diferentes plantas de cobertura são observados na Tabela 2.

Destaca-se a cultura da ervilhaca, com produção de 7480,26 kg/ha⁻¹ apresentando a maior produção de BS da parte aérea entre as demais culturas avaliadas (Tabela 2)

superando os valores encontrados por Aita (2001), Gomes (1997) e por Carvalho et al., (2007).

As culturas de Aveia Ucraniana com produção de 6727,2 kg/ha⁻¹ e o consórcio entre nabo e TV com 6677,93 kg/ha⁻¹ (Tabela 2) apresentaram valores intermediários de BS, não mostrando diferença significativa entre ambas.

O trevo vesiculoso apresentou o menor acúmulo de BS entre os tratamentos, com produção de 5213,6 kg/ha⁻¹ (Tabela 2). Os valores de BS encontrados por Moraes et al., (2009) são 50% a baixo dos encontrados no presente trabalho, já os encontrados por Abreu et al., (2005) são maiores.

Alguns fatores podem ter causado este cenário, como a lenta germinação e estabelecimento da cultura, o clima durante o experimento foi atípico com temperaturas acima da média e precipitação a baixo (Figura 1) quando comparado com o histórico, afetando o potencial de desenvolvimento da planta resultando na redução do período vegetativo.

Deste modo, Gatiboni et al., (2000) também verificou que a estação de crescimento do trevo é mais tardia que as demais plantas influenciando sobre a produção de BS.

A alta produção de BS da ervilhaca, possivelmente pode ser atribuída ao seu rápido estabelecimento inicial, adequada nodulação, e na sua capacidade de fixar o N₂ atmosférico (HENRICHS et al., 2001), assim se sobre saindo entre as demais culturas.

Para Santi, Amado e Acosta (2003), solos das regiões tropicais e subtropicais necessitam indispensavelmente de no mínimo seis toneladas de matéria seca por hectare para uma adequada proteção do solo. Deste modo, a BS da parte aérea produzida pelas espécies vegetais é parâmetro importante para avaliação da adaptação das espécies e para o manejo da matéria orgânica do solo.

A cobertura de aveia ucraniana apresentou os maiores valores de IAF e TP quando comparado com as demais coberturas, o IAF é de relevante significância fisiológica para a cultura da soja, este tendo correlação com o TP (Tabela 3). A partir do início da formação de grãos, intensifica-se a demanda da planta por água, nutrientes e foto assimilados, assim observado por Heiffig et al., (2006) quanto maior o IAF maior a produtividade. Resultados de Nicoloso et al., (2008) demonstram que o uso de plantas de cobertura como forma de escarificação biológica aumentou o rendimento produtivo da soja. De acordo com Carvalho et al., (2004), a escolha da espécie anterior ao cultivo da soja apresentou diferentes efeitos sobre o desempenho da cultura, Reddy et al., (2003) e Gazola et al., (2008), verificaram menor produtividade de grãos da soja semeada após o pousio em relação aos tratamentos com plantas de cobertura.

Verificou-se diferença significativa para o maior número de legumes por planta (LP) e grãos por planta (GP) sobre a cobertura de Nabo + TV. Já para o componente de produção GL embora o tratamento com aveia obteve valores médios acima dos demais tratamentos, não apresentou significância.

CP	Aveia	Ervilhaca	Nabo+TV	TV
BS ²	6727,2ab	7480,26a	6677,93ab	5213,6b
IAF ²	6,08a	5,91a	6,075a	5,01b
TP ²	29,33a	26,62b	26,91ab	24,83b
LP ¹	58,84ab	53,09c	62,77a	54,71bc
GL ^{ns}	2,48	2,41	2,45	2,4
GP ¹	158b	153b	171,5a	131,16c
PMG ^{ns}	215,76	222,68	212,5	214,63
PG ^{ns}	5317,22	4778,52	4946,32	4836,68

Tabela 2. Avaliação do teste de comparação de médias dos componentes de produção (CP), biomassa seca das culturas de inverno (BS), índice de área foliar (IAF), trifólios por planta (TP), legumes por planta (LP), número de grãos por legume (GL), número de grãos por planta (GP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos em kg/ha (PG) na cultura da soja submetida a quatro diferentes coberturas de solos.

Médias seguidas com as mesmas letras, na linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan. (1) Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro, (2) Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. ns= não significativo

O componente de produção PMG dentre as variáveis analisadas apresentou o menor coeficiente de variação, a cobertura da ervilhaca obteve o maior valor de PMG, com 222,68 gramas (g) embora seja característica da cultivar utilizada alcançar PMG superior a 200 g, o resultado encontrado é elevado.

Apesar de o PMG ser um componente de produção, não possuiu relação com o tratamento de maior produtividade, deste modo esta ausência de relação entre produtividade e o PMG, explicam-se pelo fato que as condições favoráveis para o aumento do tamanho do grão nem sempre são as mesmas para a produtividade; apesar da contribuição da massa e do tamanho do grão para a produção, existem outros fatores influenciadores, como o número de sementes produzidas por planta Medina et al., (1997).

A amplitude de variação da produtividade entre a aveia sobre as outras cobertura poderia ser ainda maior, se caso, tivesse ocorrido uma estiagem durante o início de formação de vagem e de enchimento de grãos que compreendendo os meses de março e abril (Figura 1B). Corroborando com Debiasi et al., (2010) no qual, relatou que a influencia das culturas de inverno poderiam ter sido maiores em relação a produtividade, todavia a adequada disponibilidade hídrica durante a fase reprodutiva da cultura comprometeu.

No estudo de Gazola et al., (2008), avaliando o desempenho de cultivares transgênicas de soja em sucessão a culturas de inverno em semeadura direta, a cultura da aveia, obteve os maiores valores de produtividade se diferindo das demais coberturas com média de 3683 kg/ha⁻¹ de soja para o cultivar BRS 243 RR, sendo bem inferior quando comparada a média da aveia do presente trabalho (Figura 2).

O IAF e GP tiveram correlação entre ambas e com LP e TP, demonstrando que quanto maior o número de TP maior o IAF, estes impactam em maiores valores de LP e GP (Tabela 3).

Prop.	Casos	BS	IAF	TP	LP	GL	GP	PMG	PG
BS	24	---	0,302	0,275	0,2	0,051	0,182	0,302	0,045
IAF	24	0,302	---	0,679**	0,475*	-0,097	0,699**	-0,135	0,167
TP	24	0,275	0,679**	---	0,354	0,043	0,543**	-0,196	0,395
LP	24	0,2	0,475*	0,354	---	0,213	0,581**	-0,391	0,240
GL	24	0,051	-0,097	0,043	0,213	---	0,189	-0,145	0,175
GP	24	0,182	0,699**	0,543**	0,581**	0,189	---	-0,259	0,126
PMG	24	0,302	-0,135	-0,196	-0,391	-0,145	-0,259	---	0,141
PG	24	0,045	0,167	0,395	0,240	0,175	0,126	0,141	---

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson das propriedades biomassa seca das culturas de inverno (BS), índice de área foliar (IAF), trifólios por planta (TP), legumes por planta (LP), número de grãos por legume (GL), número de grãos por planta (GP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos em kg/ha (PG) na cultura da soja submetida a quatro diferentes coberturas de solos.

*Correlação a 5% de significância, ** Correlação a 1% de significância.

Desempenho produtivo da soja na safra 2017/2018, influenciado pela escolha da cobertura utilizada no inverno, os valores da produtividade média estão apresentados na Figura 2.

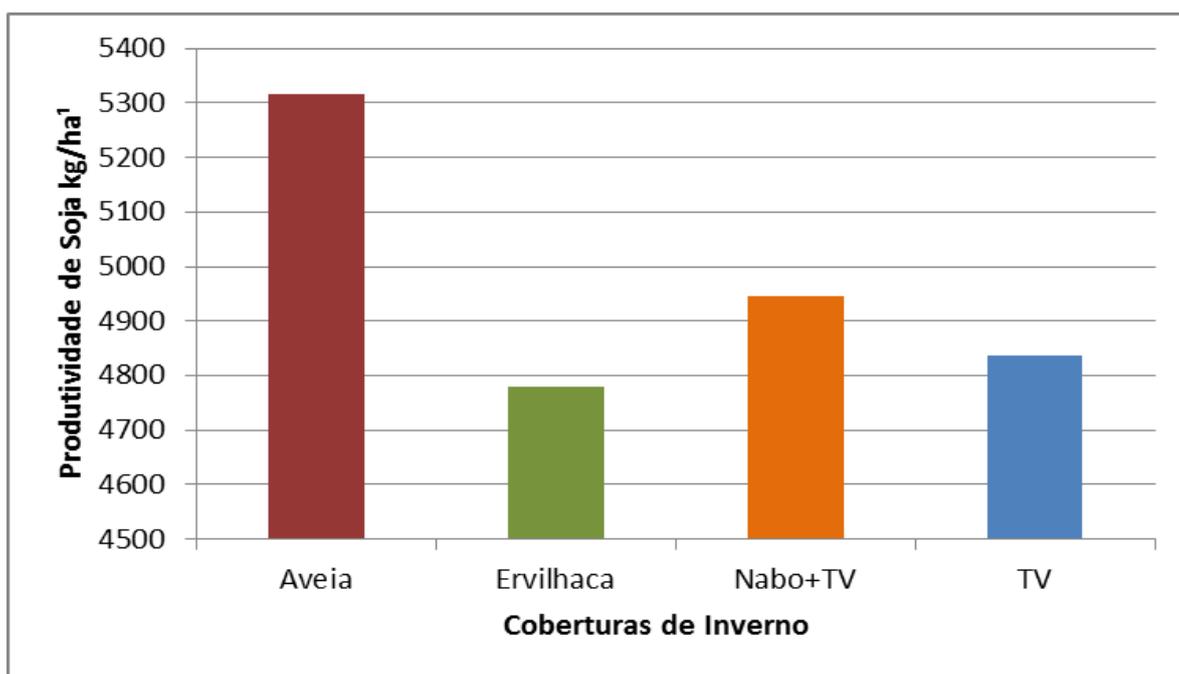


Figura 2: Produtividade da soja sobre diferentes plantas de cobertura. Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Tendo em vista a soja ser uma leguminosa, é recomendável o emprego de culturas antecedentes não leguminosas e, portanto, com características distintas da sucessora, em busca de uma maior estabilidade C/N da palhada.

Além disto, é importante salientar que cada espécie possui características próprias como sistema radicular, aporte de matéria seca e matéria orgânica, exploração do solo, absorção de nutrientes, capacidade de reciclagem de nutrientes, relação C:N, decomposição dos resíduos vegetais e atividade alelopática distinta (GAZOLA et al.,

2008).

Estas características influenciaram na produtividade, pois, a aveia ucraniana alcançou os maiores valores de produtividades dentre as coberturas usadas no inverno, acrescentando em 538,7 kg/ha⁻¹ a mais em produtividade do que a planta com pior desempenho produtivo, no caso, a ervilhaca, sendo está diferença muito relevante economicamente para ser o primeiro ano de desenvolvimento do trabalho (Figura 2), provavelmente este resultado deve-se a excelente cobertura que a aveia proporcionou durante todo o ciclo da soja, reduzindo a amplitude térmica, melhorando a infiltração e retenção de água devido a lenta decomposição de sua palhada em comparação às demais coberturas usadas.

4 | CONCLUSÕES

A planta de aveia ucraniana usada como antecessora a soja apresentou os maiores valores de trifólio por planta quando comparado com as demais coberturas, já as variáveis grãos por legume e índice de área foliar na cobertura da aveia obtiveram maiores valores, mas sem significância.

A aveia ucraniana alcançou os maiores valores de produtividades dentre as coberturas usadas no inverno, acrescentando em 11,3% a mais em produtividade do que a planta com pior desempenho produtivo, no caso, a ervilhaca, sendo relevante economicamente ao sistema agrícola.

O índice de área foliar e grãos por planta tiveram correlação entre ambas e com legume por planta e trifólio por planta, demonstrando que quanto maior o número de trifólio por planta maior o índice de área foliar, estes impactam em maiores valores de legume por planta e grãos por planta.

REFERENCIAS

ABREU, G. T. ET AL. **Produção de biomassa em consórcio de aveia branca (*Avena sativa* L.) e leguminosas forrageiras**. R. Bras. Agroc., v. 11, n. 1, p. 19-24, 2005.

AITA C, BASSO CJ, CERETTA CA, GONÇALVES CN, DA RÓS CO. **Plantas de cobertura de solo como fonte de N ao milho**. R. Bras. Ci. Solo, 25:157-165, 2001.

AITA, C. ; GIACOMINI, S. J. Plantas de cobertura de solo em sistemas agrícolas. In: ALVES, B. J. R. et al. (ed). **Manejo de sistemas agrícolas impacto no seqüestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre: Genesis, 2006. cap. 3, p. 59-79.

ANDRADE, J.G. **Perdas de água por evaporação de um solo cultivado com milho nos sistemas de plantio direto e convencional**. 2008. 93p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. **Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.1269-1276, 2007.

- CARVALHO, I.Q.; SILVA, M.J.S.; PISSAIA, A.; PAULETTI, V. & POSSAMAI, J.C. **Espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho em sistema de plantio direto**. Sci. Agric., 8:179-184, 2007.
- CARVALHO, M. A. C. de; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. **Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, 2004.
- CHAILA S. **Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y control**. Malezas, v. 14, n.2, p. 1-78, 1986.
- CHIODEROLI, C.A.; MELLO, L.M.M.; GRIGOLLI, P.J.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, J.O.R.; CESARIN, A.L. **Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.16, n.1, p.37-43, 2012.
- CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. **Culturas de cobertura e sua influência na fertilidade do solo sob sistema de plantio direto (SPD)**. Bioscience Journal, Uberlândia, v.24, n.4, p.20-31, 2008.
- CQFS-RS/SC - Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016. 376p.
- DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. **Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema integração lavoura-pecuária com braquiária e soja**. Ciência Rural, Santa Maria, v.42, n.7, p.1180-1186, 2012.
- DEBIASI, H.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CONTE, O. S.; KAMIMURA, K. M. **Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, p.603-612, 2010.
- FREITAS, P.S.L.; MANTOVANI, E.C.; SEDIYAMA, G.C.; COSTA, L.C. **Influência da cobertura de resíduos de culturas nas fases da evaporação direta da água do solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n.1, p.104–111, 2006.
- GARCIA, C.M. de P.; ANDREOTTI, M.; FILHO, M.C.M.T.; LOPES, K.S.M.; BUZETTI, S. **Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão**. Bragantia, Campinas, v.73, n.2, p.143-152, 2014.
- GATIBONI LC, KAMINSKI J, PELLEGRINI JBR, BRUNETTO G, SAGGIN A, FLORES JPC. **Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, p.1663-1668, 2000.
- GAZOLA, EDUARDO. **Desempenho de cultivares transgênicas de soja em sucessão a culturas de inverno em semeadura direta**. 2008. ix, 83 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2008.
- GOMES AS, VERNETTI IÚNIOR F, SILVEIRA LDN. **O que rende a cobertura morta**. A Granja, Porto Alegre, ano 53, n.588, p.47-49, dez.1997.
- HAYDOCK KP, SHAW NH. **The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture**. Australian Journal of Agriculture and Animal Husbandry, Melbourne, v.15, p.66-70, 1975.
- HECKLER. I.C.; HERNANI, I.C., PITO L, C. Palha. In: SALTON, I.C.; HERNANI, i.c.. FONTES, C.Z. (Org.). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p.37- 49.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. **Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais.** *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

HENRICHES R, AITA C, AMADO TJC, FANCELLI AL. **Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão.** *R. Bras. Ci. Solo*, 25:331-340, 2001.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. **Taxa de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférico.** *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.36, p.21-28, 2006.

LEMONS, R.C. & SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 3ª ed, Campinas, 84p. 1996.

MEDINA, P.F.; RAZERA, L.F.; FILHO, J.M.; BORTOLETTO, N. **Produção de sementes de cultivares precoces de soja em duas épocas e dois locais paulistas: I. Características agrônômicas e produtividade.** *Bragantia*, Campinas, v.56, n.2, p.291-303, 1997.

MORAES, P. V. D. ET AL. **Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho.** *Planta Daninha*, v. 27, n. 2, p. 289-296, 2009.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. Soja: **Fatores que afetam o crescimento e o rendimento dos grãos.** UFRGS, Departamento de plantas de Lavoura da Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. 31p.

NICOLOSO, R. S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. **Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1723- 1734, 2008.

OADES, J.M. **The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure.** *Geoderma*, v.56, p.377-400, 1993.

REDDY, K. N.; ZABLOTOWICZ, R. M.; LOCKE, M. A.; KOGER, C. H. **Cover crop, tillage, and herbicide effects on weeds, soil properties, microbial populations, and soybean yield.** *Weed Science*, Lawrence, v. 51, n. 6, p. 987–994, 2003.

SANTI, A.; AMADO, T.J.C. & ACOSTA, J.A.A. **Adubação nitrogenada na aveia preta. I - influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto.** *R. Bras. Ci. Solo*, 27:1075-1083, 2003.

SCHNITZLER, FELIPE. **Desempenho da cultura da soja sob diferentes plantas de cobertura do solo.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Agronomia) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Biblioteca Digital, 34 f, 2017.

SILVA, R.H. DA; ROSOLEM, C.A. **Crescimento radicular de soja em razão da sucessão de cultivos e da compactação do solo.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.855-860, 2002.

SOUZA, L.S.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; ROSOLEM, C.A. **Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas.** *Planta Daninha*, Viçosa, v.24, n.4, p.657-668, 2006.

VERONESE, M.; FRANCISCO, E.A.B.; ZANCANARO, L.; ROSOLEM, C.A. **Plantas de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto.** *Pesquisa agropecuária Brasileira*, Brasília, v.47, n.8, p.1158-1165, 2012.

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATO AQUOSO DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE BUVA (*Conyza canadensis*) E CAPIM AMARGOSO (*Digitaria insularis*)

Daniele Cristina Parthey

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos – Paraná

Érick Vinícius Pellizzari

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos – Paraná

Pedro Valério Dutra de Moraes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos – Paraná

Ilana Niqueli Talino dos Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos – Paraná

Adriana Bezerra de Lima

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos – Paraná

RESUMO: O trabalho objetivou-se em avaliar o potencial alelopático da palhada da cana-de-açúcar sobre a germinação e produção de matéria seca de buva (*Conyza canadensis*) e capim amargoso (*Digitaria insularis*). Para tal, foi produzida solução estoque de extrato de palha de cana-de-açúcar a partir da diluição de 100 g de matéria seca de folhas verdes em 1,0 L de água destilada. Os testes de germinação foram montados em caixas gerbox com 30 sementes cada e 4 repetições. Posteriormente, foram adicionados 15 mL da solução em cada gerbox, nas concentrações de 100, 75, 50, 25

e 0% do extrato inicial. O experimento com conduzido em BOD com condições controladas por 7 dias. Diariamente eram feitas as contagens de germinação de sementes e, ao final do período, as plântulas foram secas em estufa à 60 °C para determinar a matéria seca. Houve maior eficiência no controle do capim amargoso quando comparado com a buva. O extrato de palha de cana-de-açúcar não foi capaz de reduzir significativamente a produção de matéria seca de *C. canadensis*.

PALAVRAS-CHAVE: herbologia, plantas daninhas, resistência, herbicidas, alelopatia.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the allelopathic potential of sugarcane straw on the germination and production of dry matter of *Conyza canadensis* and *Digitaria insularis*. For this, a stock solution of sugarcane straw extract was produced from the dilution of 100 g dry matter of green leaves in 1,0 L of distilled water. The germination tests were mounted in gerbox with 30 seeds each and 4 replicates. Subsequently, 15 mL of the solution were added in each gerbox at the concentrations of 100, 75, 50, 25 and 0% of the initial extract. The experiment was conducted with BOD under controlled conditions for 7 days. Daily, seed germination counts were made, at the end of the period the seedlings were oven dried at 60 °C to determine the dry matter. There was greater

efficiency in the control of *Digitaria insularis* when compared to *Conyza canadensis*. The sugarcane straw extract was not able to significantly reduce the dry matter of *C. canadensis*.

KEYWORDS: herbology, weeds, resistance, herbicides, allelopathy.

1 | INTRODUÇÃO

Plantas daninhas como a buva (*Conyza canadensis*) e o capim amargoso (*Digitaria insularis*) são de extrema importância quando relacionamos aos prejuízos que podem trazer à cultivos agrícolas, causando danos econômicos a partir de perdas de produção, impurezas nos grãos, entre outros. Podem ser encontradas em vários locais como lavouras, pomares, terrenos desocupados, beira de estradas, calçadas, hortas e diversificadas localizações (GEMELLI et al., 2012).

A alelopatia é uma alternativa para o controle dessas plantas daninhas. A alelopatia nada mais é quando uma planta libera compostos químicos impedido outra de se desenvolver. Trata-se de um manejo alternativo, pois muitas plantas daninhas são resistentes a alguns herbicidas, tornando necessário realizar várias aplicações para que o controle seja eficaz (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial alelopático da palhada da cana-de-açúcar na germinação e matéria seca de sementes de capim amargoso (*D. insularis*) e buva (*C. canadensis*).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado no laboratório de análises de sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), em Dois Vizinhos – Paraná. Foram avaliados 10 tratamentos com quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram de duas espécies de plantas daninhas, buva (*C. canadensis*) e capim amargoso (*D. insularis*), submetidas à cinco concentrações de extrato de palha de cana-de-açúcar, nas doses equivalentes a 100%, 75%, 50%, 25% e 0%.

O extrato concentrado foi feito com 24 horas de antecedência à montagem do experimento a partir da diluição de 100 g de massa seca de palha de cana-de-açúcar em 1,0 L de água destilada. Antes da montagem do experimento foi preciso quebrar a dormência das sementes de buva. Para tal as sementes foram imersas em água por 24 horas a 4 °C.

Utilizou-se caixas gerbox para montar os testes de germinação. Previamente foram esterilizadas com hipoclorito de sódio 5,0% e adicionados dois papéis germitest cobrindo o fundo. Em cada gerbox foram distribuídas 30 sementes e posteriormente foi adicionado 15 mL da solução do extrato nas respectivas concentrações. O experimento foi conduzido durante sete dias em BOD com 12 horas de fotoperíodo, 25 °C de

temperatura e umidade relativa de 70%. Diariamente era realizada a contagem de sementes germinadas em cada gerbox para o cálculo da porcentagem de germinação. Para ser considerada germinada a semente deveria apresentar radícula com ao menos 1,0 mm de comprimento. Ao final do período as sementes foram secas em estufa à 60 °C até adquirirem peso constante para determinar a massa da matéria seca.

A análise estatística consistiu no Teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro com o uso do software estatístico Assistat 7.7. As análises estatísticas foram conduzidas de maneira separada para cada planta daninha, de modo a não considerar fator de interação entre elas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O extrato aquoso de palhada de cana-de-açúcar promoveu maior supressão na germinação das sementes de *D. insularis* quando comparada com as sementes de *C. canadensis*. Aspectos semelhantes são encontrados na obra de Santos e Borém (2016) ao destacar a maior incidência de plantas daninhas dicotiledôneas em canaviais com colheita de cana crua. Comprovando, de certa maneira, maiores efeitos alelopáticos da palhada da cana-de-açúcar sobre plantas daninhas de folha estreita.

Na tabela 1 localizada abaixo é possível observar o comportamento da porcentagem de germinação e massa da matéria seca do capim amargoso e da buva, respectivamente. Para o capim amargoso notou-se comportamento linear das variáveis com a dosagem do extrato utilizado, quanto maior a dose, maior foi a inibição alelopática. Enquanto a dose de 100% inibiu em 89,17% a germinação de *D. insularis*, a maior eficiência observada em *C. canadensis* foi de 66,67% na dose de 50%.

Nota-se que o extrato de palhada de cana-de-açúcar apresentou eficiência relativamente baixa na inibição da germinação de buva. Diferentemente dos dados encontrados por Trevizan (2014) que ao avaliar o potencial alelopático de cultivares de trigo sobre espécies de *Conyza* sp. observou controle na germinação superior à 80%. Essa informação constata que existem diferentes compostos químicos liberados pela palhada de trigo e cana-de-açúcar, sendo o primeiro mais eficiente no controle de *Conyza* sp.

DOSES	<i>D. insularis</i>		<i>C. canadensis</i>	
	G(%)	MS (mg)	G(%)	MS (mg)
100%	10,83 c	15,65 c	44,16 ab	1,60 a
75%	21,66 c	17,90 ab	51,66 ab	0,77 a
50%	48,33 b	15,97 bc	33,33 b	0,62 a
25%	64,16 ab	17,72 ab	59,16 a	1,75 a
0%	81,66 a	18,20 a	58,33 a	1,57 a

Tabela 1 – Porcentagem de germinação (G) e massa da matéria seca (MS) de sementes de capim amargoso (*D. insularis*) e buva (*C. canadensis*). UTFPR-DV, 2017.

Letras nas colunas, quando iguais, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em relação à massa da matéria seca foi possível observar comportamento semelhante a germinação das sementes, tanto para capim amargoso e buva. Battisti, Frigo e Santos (2016) ao avaliar o potencial alelopático de extrato aquoso de cana-de-açúcar sobre sementes de colza não constataram reduções na porcentagem de germinação. Porém, doses acima de 30% já foram capazes de causar reduções significativas na matéria seca, concordando com os dados observados no presente trabalho.

Para as sementes de *C. canadensis* não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para matéria seca de sementes, parcialmente caracterizado pelo seu tamanho e massa bastante reduzidos. Porém, nota-se redução no peso médio na dose de maior inibição da germinação, 50%. O comportamento semelhante entre porcentagem de germinação e matéria seca das sementes é proporcionado pela fotossíntese feita após o início do processo germinativo das sementes. Quanto maior for a germinação, mais sementes estarão fazendo fotossíntese e, conseqüentemente, acumulando carbono em seus tecidos, aumentando sua massa (TAIZ; ZEIGER, 2013).

4 | CONCLUSÕES

O extrato de palhada de cana-de-açúcar foi eficiente na inibição da germinação e produção de matéria seca de capim amargoso (*D. insularis*). A cana-de-açúcar é capaz de proporcionar inibições parciais na germinação de sementes de buva (*C. canadensis*) e não é capaz de reduzir de maneira significativa a produção de matéria seca.

A palhada da cultura de cana-de-açúcar possui maior eficiência na inibição da germinação de plantas daninhas de folhas estreitas.

REFERÊNCIAS

BATTISTI, G.; FRIGO, E. P.; SANTOS, R. F. **Avaliação do efeito da dose do extrato aquoso de cana-de-açúcar no desenvolvimento inicial de Colza**, Acta Iguazu, Edição especial, v. 5, p. 41-18, 2016.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. **Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia**, Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.12, p.175-204, 2000.

GEMELLI, A. et al. **Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle**, Revista Brasileira de Herbologia, v.11, n.2, p.231-240, 2012.

SANTOS, F.; BORÉM, A. **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**, Editora UFV, Minas Gerais, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TREVIZAN, D. M. **Potencial alelopático de extratos aquosos de trigo sobre germinação de soja (*Glycine max* L.) e buva (*Conyza spp.*)**. Monografia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Brasil, 2014.

PRODUÇÃO DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA L.*) UTILIZANDO FONTES ALTERNATIVAS DE ADUBOS EM UM SISTEMA ORGÂNICO

Antonio Geovane de Moraes Andrade

Aluno do Curso de Tecnologia em Agronegócio;
Faculdade de Tecnologia CENTEC/FATEC Sertão
Central.
Quixeramobim – Ceará.

Glêidson Bezerra de Góes

Professor do Curso de Tecnologia em
Agronegócio; Faculdade de Tecnologia CENTEC/
FATEC Sertão Central.
Quixeramobim – Ceará.

Francisca Luiza Simão de Souza

Aluna do Curso de Tecnologia em Agronegócio;
Faculdade de Tecnologia CENTEC/FATEC Sertão
Central.
Quixeramobim – Ceará.

Rildson Melo Fontenele

Professor do Curso de Tecnologia em
Agronegócio; Faculdade de Tecnologia CENTEC/
FATEC Sertão Central.
Quixeramobim – Ceará.

RESUMO: A produção de alimentos orgânicos vem se expandindo no Brasil devido um aumento significativo de consumidores que buscam uma alimentação saudável. Deste modo, objetivou-se com o seguinte trabalho avaliar o efeito de diferentes adubos utilizados na produção de alface da variedade Elba em cultivo orgânico. A pesquisa foi realizada no período de fevereiro a julho de 2017 em uma

casa de vegetação pertencente à Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Sertão Central, localizada no município de Quixeramobim, Ceará. O delineamento utilizado no experimento foi o de blocos completos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada bloco continha 25 mudas de alface divididas em cinco fileiras, cada uma contendo cinco plantas. Os substratos utilizados foram: esterco bovino curtido, raspa de madeira de serraria, palha de carnaúba, carvão vegetal triturado e solo ou “testemunha”. Os parâmetros avaliados foram: número de folhas (NF), altura da planta (AP), diâmetro longitudinal e transversal (DLT) e massa fresca da parte aérea (MFPA). A palhada de carnaúba foi o único substrato que apresentou os melhores resultados para todas as variáveis analisadas. Já o esterco bovino foi o segundo substrato que apresentou os melhores resultados para as variáveis estudadas. Entretanto, a raspa de madeira foi o substrato que apresentou os piores resultados para as variáveis estudadas. Diante disso, conclui-se que o substrato palha de carnaúba foi o que proporcionou melhor desenvolvimento das plantas de alface, e o substrato raspa de madeira o que proporcionou menor desenvolvimento dessa hortaliça.

PALAVRAS-CHAVE: adubação, fertilidade do solo, hortaliça.

ABSTRACT: The production of organic food has been expanding in Brazil due to a significant increase in consumers seeking a healthy diet. The objective of this work was to evaluate the effect of different fertilizers used in the production of lettuce of the Elba variety in organic cultivation. The research was carried out from February to July 2017 in a greenhouse belonging to the CENTEC - FATEC Central Sertão Technology Faculty, located in the municipality of Quixeramobim, Ceará. The experimental design was a randomized complete block with five treatments and four replications. Each block contained 25 lettuce seedlings divided into five rows, each containing five plants. The substrates used were: tanned bovine manure, sawmill sawdust, carnauba straw, crushed charcoal and soil or “control”. The parameters evaluated were: number of leaves (NF), plant height (AP), longitudinal and transverse diameter (DLT) and fresh shoot mass (MFPA). The carnauba straw was the only substrate that presented the best results for all variables analyzed. On the other hand, cattle manure was the second substrate that presented the best results for the studied variables. However, wood scrap was the substrate that presented the worst results for the studied variables. Therefore, it was concluded that the carnauba straw substrate was the one that provided better development of the lettuce plants, and the substrate wood shavings, which gave less development of this vegetable.

KEYWORDS: fertilization, soil fertility, horticulture.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica se baseia em alguns parâmetros primordiais como, a independência de fatores externos da propriedade (auto-suficiência) e a ausência de produtos químicos, tornando-se necessário o desenvolvimento de substratos que atendam todas as exigências desse tipo de cultivo (RESENDE et al., 2007).

Dessa forma, no sistema orgânico de produção de alimentos, o que se busca não é simplesmente a nutrição da planta, mas sim a melhoria da fertilidade do solo e do sistema como um todo (SILVA, 2010).

Atualmente no Brasil, a horticultura orgânica é uma atividade produtiva que apresenta grande expansão devido ao aumento significativo do mercado consumidor de alimentos orgânicos, sendo uma excelente oportunidade para a agricultura familiar (SILVA, 2010).

Desse modo, a alface (*Lactuca Sativa* L.) que é uma planta anual, originária de clima temperado, pertencente à família *Asteracea*, sendo uma das hortaliças mais populares e consumidas no Brasil e no mundo (HENZ; SUINAGA, 2009) tem levado os produtores a desenvolverem novas técnicas de cultivo, visando o aumento da produtividade e redução do custo de produção, bem como obtenção de um produto de maior qualidade e menor preço (SILVA et al., 2013).

Diante disso, objetivou-se com o seguinte trabalho avaliar o efeito de diferentes adubos utilizados na produção de alface da variedade Elba em cultivo orgânico.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no período de fevereiro a julho de 2017 em uma casa de vegetação pertencente à Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC Sertão Central, localizada no município de Quixeramobim, Ceará. O delineamento utilizado no experimento foi o de blocos completos casualizados, utilizando cinco tratamentos e quatro repetições. Em cada bloco continha 25 mudas de alface divididas em cinco fileiras, cada uma contendo cinco plantas.

As mudas foram preparadas utilizando bandejas de isopor com 128 células, preenchidas com substrato resultante da mistura areia e esterco curtido e peneirado, plantadas a 1,0 cm de profundidade e com duas sementes por célula. O substrato utilizado para o preparo das mudas foi composto de 5,655 kg de esterco bovino e 2,385 kg de areia lavada, visando utilizar uma proporção 70% e 30%.

As sementes utilizadas foram da variedade Elba, compradas em uma casa agropecuária no município de Quixeramobim. O plantio das mudas foi realizado no dia 21 de fevereiro de 2017, em três bandejas de isopor. As mesmas passaram por regas duas vezes por dia, germinando três dias após o plantio. Sete dias após a germinação das plantas foi realizado um desbaste, eliminando as plantas menores em cada célula deixando apenas a planta mais vigorosa.

Os substratos utilizados no experimento foram: esterco bovino curtido (S1), rassa de madeira de serraria (S2), palhada de carnaúba (S3), carvão vegetal triturado (S4) e solo ou “testemunha” (S5), onde não foi utilizado nenhum adubo.

O preparo dos substratos S1, S2, e S3 foi realizado com uma mistura de 20L de solo com 20L do substrato. Já o S4 teve 40L de solo e 620 g de carvão vegetal triturado. No S5 ou testemunha, foi utilizado 40L de solo. O transplântio das mudas ocorreu no dia 17 de março de 2017, sendo 24 dias após o plantio nas bandejas, no período da manhã. Foram selecionadas as 100 melhores mudas considerando o seu tamanho e quantidade de folhas, sendo que houve o pegamento de todas as mudas transplantadas. Após o transplântio das mudas, o desenvolvimento da cultura ocorreu no interior de uma estufa coberta com sombrite.

Após o transplântio das mudas, o desenvolvimento da cultivar ocorreu em garrafas pets recicláveis, que foram cortadas, e seu interior preenchido com uma mistura de substrato e solo. Considerando que em cada garrafa pet caberia 2L do substrato para ser preenchida, a mistura utilizada totalizou 40 litros para cada substrato.

A casualização das fileiras em cada bloco foi feito por um sorteio aleatório determinando o substrato utilizado em cada fila. As fileiras foram organizadas no sentido norte-sul, mantendo uma distância de 20 cm de uma planta para outra. A irrigação predominante, após o transplântio foi manual, utilizando-se dois regadores de 10 litros pela manhã e dois no período da tarde. Nos dias em que houve chuva no decorrer do desenvolvimento da cultura, não foi feita a irrigação.

A coleta do material para a análise foi realizada no período da tarde, no dia 20 de

abril de 2017, cinquenta e oito dias após o plantio das mudas. Foram avaliadas as 100 plantas do experimento. As variáveis avaliadas foram: número de folhas (NF), altura da planta (AP), diâmetro longitudinal e transversal (DLT) e massa fresca da parte aérea (MFPA). Após a coleta, os dados foram avaliados em um programa de estatística, para chegar a um resultado preciso sobre qual dos substratos a cultura atingiu maior desenvolvimento. Após a coleta dos dados, foi realizada análise estatística através do software SISVAR, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o teste de Tukey.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se através da Tabela 1 que houve diferença estatística entre os substratos para as variáveis analisadas.

Tratamento	Número de folhas	Altura de plantas (cm)	Diâmetro longitudinal (cm)	Diâmetro transversal (cm)	Massa fresca (kg)
Testemunha	14,25a	16,40a	32,37ab	33,25ab	0,130b
Esterco bovino	14,60a	10,33b	36,67a	35,67a	0,175a
Raspa de madeira	8,45b	6,55b	20,87b	20,82c	0,042c
Palha de carnaúba	13,40a	16,00a	36,07a	36,00a	0,185 ^a
Carvão vegetal	13,45a	15,14a	28,37c	29,52b	0,102b

Tabela 1 – Número de folhas, altura de plantas, diâmetro longitudinal e transversal e massa fresca da parte aérea de plantas de alface.

A palhada de carnaúba foi o único substrato que apresentou os melhores resultados para todas as variáveis analisadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Moura Filho et al., (2009), que trabalharam com palhada de carnaúba e outros adubos.

Já o esterco bovino foi o segundo substrato que apresentou os melhores resultados para as variáveis estudadas. Nascimento et al., (2006), recomendam para a cultura de alface colocar 2 kg de esterco bovino/parcela de 1,2 m², pois aumentando as dosagens a produtividade tende a diminuir.

Entretanto, a raspa de madeira foi o substrato que apresentou os piores resultados para as variáveis estudadas. De modo geral, os materiais secos, duros e fibrosos levam muito mais tempo para se decomporem.

4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que o substrato palha de carnaúba foi o que proporcionou melhor desenvolvimento dessa hortaliça. Tratamento raspa de madeira foi o que proporcionou menor desenvolvimento das plantas de alface.

REFERÊNCIAS

- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**. Comunicado Técnico. Disponível: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2010/36477/1/cot-75.pdf>>. Embrapa, 2009. Acesso em: 09 Fev. 2017.
- MOURA FILHO, E. R.; FREIRE, J. O.; DANTAS, M. M. OLIVEIRA, H. V. Efeito da cobertura do solo na produtividade da alface. **VI Congresso Brasileiro de Agroecologia**. 2009.
- NASCIMENTO, I. L. S.; MEDEIROS, D. C.; LOPES, W. A. R.; GÓIS, S. B.; TOMAZ, H. V. Q.; CALLEGARI, R. A.; SILVA, J. C. V. **Produção de alface em função de diferentes dosagens de esterco bovino**. UFRSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2006.
- RESENDE, F. V.; SAMINÉS, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUSA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção**. Brasília: Embrapa Hortaliça, 2007. 16p. (Circular Técnica, 56).
- SILVA, L. B.; NODARI, I. D. E.; JÚNIOR, S. S.; DIAS, L. D. E.; NEVES, J. F. Produção de alface sobre diferentes sistemas de cultivo. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**. v.9, n.16; p.1743-2013.
- SILVA, E. M. N. P. **Produção e qualidade de alface orgânica cultivados com diferentes preparos do solo e sombreado com latada de maracujá, plástico e tela**. Rio Branco, Acre. 2010. 86f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Acre. Rio Branco, Acre. 2010

PRODUÇÃO DE FERTILIZANTE NITROGENADO EM FASE AQUOSA POR PLASMA FRIO DE AR ATMOSFÉRICO

Samantha Torres Ohse

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Departamento de Química, Pato Branco-PR

Péricles Inácio Khalaf

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Departamento de Química, Pato Branco-PR

RESUMO: O processo Haber-Bosch ocupa o cenário mundial como a principal fonte de produção de fertilizantes nitrogenados. Porém, é preocupante o nível de degradação ao meio ambiente que ele proporciona devido a dependência de combustíveis fósseis e as emissões de CO_2 . Neste sentido, o processo de produção de fertilizantes nitrogenados por sistemas de plasma frio é uma grande alternativa para a indústria, oferecendo sustentabilidade ao processo. Neste trabalho, foi empregado um sistema de plasma frio de ar atmosférico, para produção de fertilizante nitrogenado em fase aquosa. Foi investigado o efeito da temperatura (5 e 25 °C) na quantidade de espécies nitrogenadas ($\text{HNO}_3(\text{aq})$, $\text{HNO}_2(\text{aq})$ e $\text{NH}_4^+(\text{aq})$) produzidos por um sistema de plasma frio de ar atmosférico, durante 180 min. A produção de $\text{HNO}_3(\text{aq})$ e $\text{HNO}_2(\text{aq})$ obedeceu a cinética química de ordem zero. A diminuição de temperatura favoreceu uma maior

formação de todas as espécies nitrogenadas investigadas. A espécie nitrogenada produzida em maior concentração foi o $\text{HNO}_3(\text{aq})$, e sua quantidade máxima produzida ao final de 180 min foi de 1,0 %, a 5 °C. As concentrações dos íons nitrato, nitrito, amônio e percentagem de nitrogênio elementar total produzidos nestas condições foram 9,9 g/L, 0,6 g/L, 2,1 mg/L e 0,24% respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Plasma frio, fertilizante nitrogenado, ácido nítrico

ABSTRACT: Haber-Bosh process occupies the world scenario as the main source for nitrogen fertilizer production. However, the level of degradation to the environment that it causes is alarming, because its fossil fuel dependence and CO_2 emissions. In this regard, the process for producing nitrogen fertilizer by non-thermal plasma systems is a great alternative to the industry, offering sustainability to the process. In this work, an atmospheric air non-thermal plasma system was employed for producing a nitrogen fertilizer in aqueous phase. The effect of temperature (5 and 25 °C) was investigated on the quantity of nitrogen species ($\text{HNO}_3(\text{aq})$, $\text{HNO}_2(\text{aq})$ and $\text{NH}_4^+(\text{aq})$) produced by an atmospheric air non-thermal plasma system, during 180 min. Both produced $\text{HNO}_3(\text{aq})$ and $\text{HNO}_2(\text{aq})$ obeyed zero-order reaction kinetics. Decreasing the temperature favored a higher

production of all of the investigated nitrogen species. The nitrogen species produced with the highest concentration was $\text{HNO}_3(\text{aq})$ and its maximum quantity produced after 180 min was 1,0 %, at 5 °C. The concentration of nitrate, nitrite and ammonium ions and the percentage of total elemental nitrogen produced on these conditions was 9,9 g/L, 0,6 g/L, 2,1 mg/L e 0,24% respectively.

KEYWORDS: non-thermal plasma, nitrogen fertilizer, nitric acid

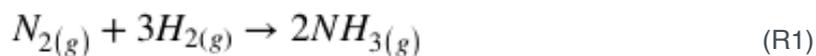
1 | INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N_2) é conhecido por ser um dos elementos mais importantes para a vida na terra, integrando grande parte dos aminoácidos essenciais para animais e plantas. Ainda que tal elemento seja muito abundante no planeta – cerca de 78% da atmosfera terrestre é constituída de N_2 (CHANG, 2013) em sua forma gasosa – os seres humanos, bem como outros animais não conseguem sintetizar essa molécula presente no ar e necessitam adquirir compostos de N_2 por meio de alimentos – conhecida como fixação biológica de nitrogênio (SMIL, 1997). Através da fixação biológica cerca de aproximadamente 297 milhões de toneladas métricas de N_2 são fixadas por ano (SMIL, 1997) porém, o grande aumento populacional mundial e a intensificação das práticas agrícolas fizeram com que a fixação biológica já não fosse mais tão eficiente, levando a um esgotamento dos solos, tornando o cultivo de plantas, mais difícil.

A tarefa de obter o nitrogênio para as plantações por meio da fixação biológica é difícil e parte disso se dá devido à natureza molecular do nitrogênio. O N_2 possui uma tripla ligação causando uma grande estabilidade na molécula, necessitando de uma grande energia de ativação para romper tal ligação. É necessário que o nitrogênio seja ligado quimicamente por meio do processo de fixação aos elementos hidrogênio e oxigênio para que ele seja acessível às plantas. Essa exigência de N_2 está atrelada à velocidade de crescimento e densidade das plantas, condições climáticas e dos teores dos demais nutrientes existentes no meio (OSAKI, 2000). Diante desse cenário, é preciso que por meio de um processo não biológico a fixação do nitrogênio da atmosfera seja realizada, com o intuito de suprir a demanda agrícola crescente por meio de fertilizantes produzidos industrialmente, com o intuito de sustentar a planta com os componentes necessários para o seu desenvolvimento. Entre os nutrientes fundamentais para o desenvolvimento vegetal, se destacam os nutrientes necessários em maior quantidade (macronutrientes), e incluem o nitrogênio, fósforo e potássio, conhecidos como NPK (MCGRATH *et al.*, 2014).

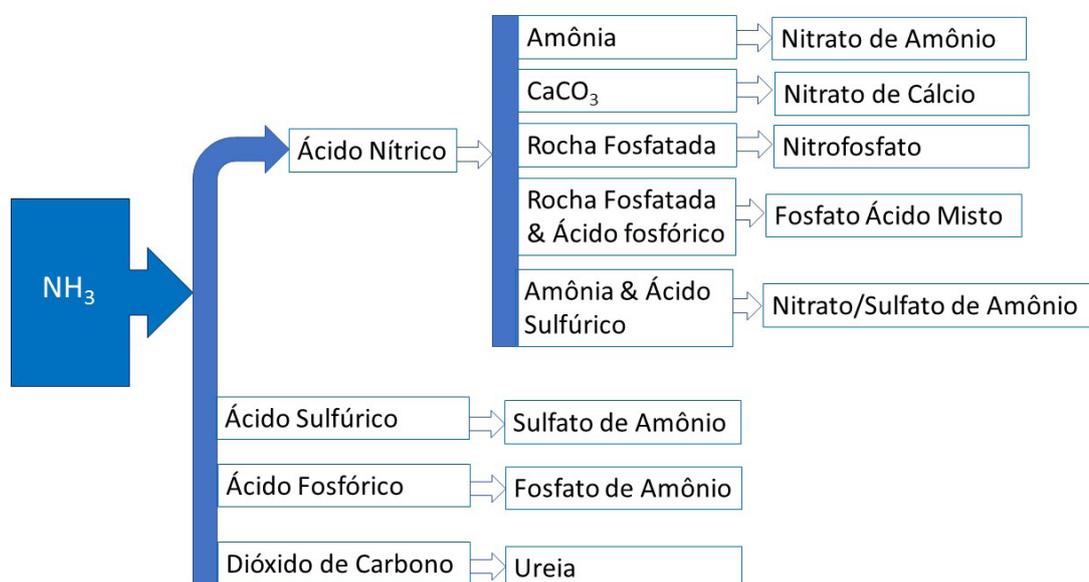
Atualmente, o processo de Haber-Bosch (H-B) é o mais utilizado industrialmente em escala mundial para a obtenção de amônia (NH_3) ao reagir o N_2 atmosférico com hidrogênio (R1) na presença de ferro em altas temperatura e pressão (ERISMAN *et al.*, 2008). As condições operacionais do processo H-B requerem pressões na faixa de 200-400 atm, temperaturas na faixa de 400-600 °C, (PENG, *et al.* 2018) além da utilização de catalizadores. As condições intensas de temperatura e pressão requeridos

são as principais desvantagens do processo H-B, impossibilitando assim a diminuição de custos de capital (PENG, *et al.* 2018). Tal processo sustenta cerca de 40% da população mundial (PATIL, *et al.* 2016), porém, possui aspectos negativos em termos financeiros e ambientais.



O processo H-B é notavelmente ineficiente em termos de energia, pois requer para a produção de amônia, em torno de 2% da energia produzida mundialmente. Outros aspectos a serem levados em conta são a emissão de elevada carga de CO₂ produzida no decorrer do processo H-B (PATIL, 2016), além do fato de o processo H-B necessitar do uso de gás natural não renovável (98% de CH₄) para produzir hidrogênio (CHERKASOV *et al.*, 2015). A Agência Internacional de Energia e seus países membros chegaram a classificar a amônia como contribuinte para cerca de 75% das emissões de gases do efeito estufa (PATIL, *et al.* 2015).

O esquema 1 mostra a obtenção de vários fertilizantes minerais, obtidos de reações químicas a partir da amônia (NH₃) sintetizada pelo processo H-B (MALAVOLTA, *et al.* 2009). Pode-se destacar o ácido nítrico como um importante intermediário, obtido industrialmente através do processo Ostwald.



Esquema 1. Obtenção de fertilizantes nitrogenados minerais a partir de amônia.

Em contrapartida ao método tradicional de fixação de nitrogênio, pesquisas recentes (YANG, *et al.* 2016, BIAN *et al.* 2012) investigam métodos que visam melhorar os meios de produção, objetivando melhorar a eficiência energética e a sustentabilidade do processo. Neste sentido, a fixação de nitrogênio por tecnologias de plasma frio tem se mostrado promissora.

A fixação de nitrogênio por processos químicos foi feita empregando-se arco

elétrico (plasma), conhecido como “processo Birkeland-Eyde (B-E)”, em 1903 na Noruega. O processo B-E foi o primeiro processo por plasma realizado com sucesso em escala industrial. O produto final do processo é o ácido nítrico (HNO_3), produzido através da absorção em água do óxido nítrico, que por sua vez era produzido através da fixação do nitrogênio e oxigênio atmosférico por plasma (PATIL, *et al.* 2015). No entanto, o processo B-E foi abandonado devido à baixa eficiência energética (132 g/kWh) comparado com o processo H-B (94 g/kWh) empregado atualmente (BIAN *et al.*, 2012). É importante ressaltar entretanto que apesar da eficiência energética ser o parâmetro mais importante a ser monitorado para aplicação de tecnologias em escala industrial, o processo por plasma oferece vantagens ambientais, pois não emprega combustíveis fósseis, não emitindo CO_2 para a atmosfera, oferecendo sustentabilidade, uma vez que emprega eletricidade, que pode ser obtida em fontes limpas como a energia eólica ou painéis fotovoltaicos.

O plasma é um estado físico da matéria que consiste em um gás parcialmente ionizado carregado eletricamente com partículas negativas (elétrons e íons negativos) e positivamente (íons positivos), contendo também espécies neutras ou em estados excitados. A presença de tais cargas é a responsável por um campo eletromagnético e a propriedade altamente condutora do plasma (FABRIS, 2015).

O plasma pode também ser classificado entre térmico e não térmico (plasma frio, ou de equilíbrio termodinâmico local). No plasma frio, a temperatura dos elétrons é maior do que as das espécies neutras possibilitando a produção de espécies de alta energia que conseguem ativar as moléculas de N_2 enquanto a reação se mantém em temperatura e pressão ambientes (CHERKASOV *et al.*, 2016).

Podendo ser produzido em laboratório, sua geração se dá a partir da ionização de um gás ou mistura de gases. Para ocorrer a ionização é necessário que haja um mecanismo externo que auxilie a conversão dos átomos em íons (FABRIS, *et al.* 2015), por isso, um campo elétrico é gerado entre dois eletrodos por meio de uma diferença de potencial, fornecido por um transformador, originando assim o plasma.

Apesar de alguns trabalhos na literatura terem estudado a produção de ácido nítrico por plasma frio (CHERKASOV *et al.* 2015, BIAN *et al.* 2012), o efeito do controle da temperatura ainda não foi investigado. Apesar de negligenciada em muitos estudos, a temperatura é um parâmetro fundamental a ser estudado pois tem um importante papel em constantes de velocidade observadas (k_{obs}) (Fabris *et al.* 2018) e constantes de equilíbrio (K) em todas as reações químicas. Deste modo, o objetivo do presente trabalho é investigar o efeito da temperatura na quantidade de espécies nitrogenadas (HNO_3 , HNO_2 e NH_4^+) produzidos em fase aquosa por um sistema de plasma frio de ar atmosférico, visando a obtenção de fertilizante nitrogenado.

2 | PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Sistema de plasma frio

Os experimentos foram realizados utilizando-se um sistema de plasma representado pela Figura 1, composto pelo banho termostático (1) reator de plasma (2) e transformador de alta tensão (3). O reator é feito de vidro encamisado (2) com uma capacidade para 200 mL e possui duas tampas – uma inferior e outra superior – feitas de politetrafluoretileno (PTFE, teflon). A tampa inferior está fixada ao reator e possui acoplado ao seu centro um eletrodo. A tampa superior é removível e possui três orifícios sendo eles destinados à canula de amostragem, termômetro e um terceiro para a infusão de ar atmosférico dentro do reator. A tampa superior possui ainda em seu centro um eletrodo igual ao da tampa inferior.

A parte elétrica do experimento (3) consiste em um transformador de alta tensão (Neonena, 17kV, A.C., 30 mA, 60 Hz), conectado ao reator por fios de cobre revestidos. Os eletrodos acoplados ao reator são de tungstênio torinado (Energyarc, (\varnothing) = 2,4 mm, 2% Th) e foram escolhidos pelo alto ponto de fusão do tungstênio. O plasma foi gerado através de uma distância (gap) de 5 mm entre o eletrodo superior e a superfície aquosa, conforme a Figura 2 e esta distância foi mantida constante em todos os experimentos. A Figura 2 mostra o plasma de ar atmosférico produzido na superfície da solução submetida ao tratamento.

Para testar a produção das espécies reativas nitrogenadas, os experimentos foram realizados sob pressão atmosférica e variando-se a temperatura nos valores de 5 e 25°C. Para que a temperatura fosse mantida constante durante todo o experimento um banho termostático (Microquímica, MQBMP-01, Florianópolis, Brasil) foi usado, como mostrado Figura 1 (1). O banho foi acoplado ao reator por meio de mangueiras conectadas a entrada e saída d'água, permitindo que a água circulasse pelas paredes ocas do reator, mantendo assim a temperatura desejada. O volume de água utilizado foi de 100 ml de água ultrapura (Mili-Q), utilizada com a finalidade de evitar interferências de outras possíveis espécies químicas nas análises.

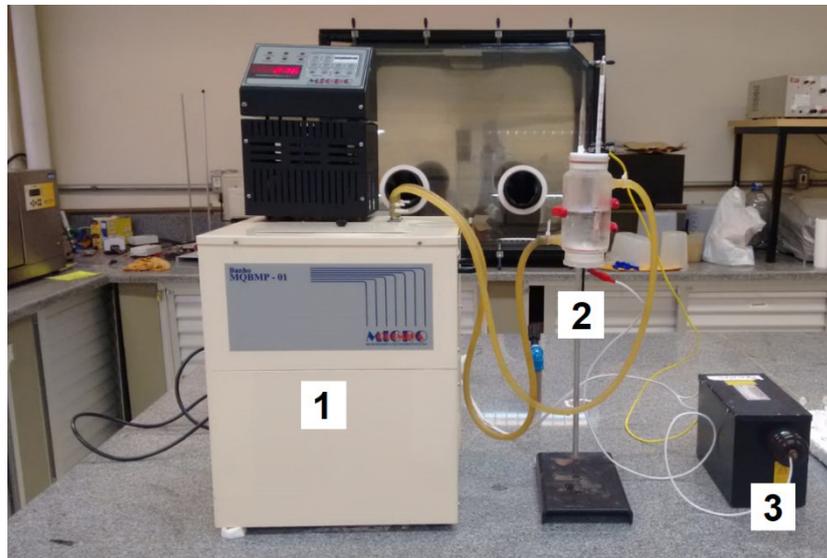


Figura 1. Esquema experimental para a produção de plasma frio de ar atmosférico, constituído por (1): Banho termostático; (2): Reator de plasma de vidro encamisado; (3): transformador de alta tensão (17 kV).



Figura 2. Plasma frio de ar atmosférico gerado na superfície aquosa.

2.2 Amostragem

Para o desenvolvimento do estudo sobre a produção de espécies nitrogenadas ($\text{HNO}_{3(\text{aq})}$, $\text{HNO}_{2(\text{aq})}$ e $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})}$) amostragens foram realizadas na cânula de amostragem com o auxílio de uma seringa. Coletou-se um total de 11 amostras nos tempos 0, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 e 180 min. Em cada amostragem uma alíquota de 1 ml (para análise de HNO_3 e HNO_2) ou 2 mL (para análise de NH_4^+) era coletada e imediatamente transferida para um microtubo (Axygen). Posteriormente todas as amostras foram analisadas num espectrofotômetro UV-VIS (Thermo Scientific, Genesys 10S) para aquisição do espectro de varredura de 200 a 700 nm, empregando-se cubetas de quartzo.

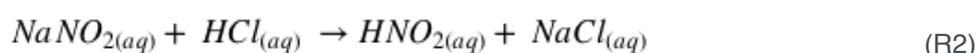
2.3 Medidas de pH

O pH foi medido no início ($t = 0$) e no final de cada experimento ($t = 180$ min), utilizando-se instrumentos calibrados previamente.

2.4 Determinação de HNO_3 e HNO_2

Para caracterização e quantificação do $\text{HNO}_3(\text{aq})$, foi empregado ácido nítrico (HNO_3 , Sigma-Aldrich, 70%), em que soluções foram preparadas a partir de diluições sucessivas. A curva de calibração foi linear no intervalo de 0,6 a 10,0 g/L.

Para caracterização e quantificação do $\text{HNO}_2(\text{aq})$, foi preparada uma solução através da mistura equimolar entre nitrato de sódio (NaNO_2 , Synth, 97%) e ácido clorídrico (HCl , Synth, 37%), R2:



A curva de calibração foi linear no intervalo de 0,1 a 1,4 g/L. Foram obtidos os espectros de varredura entre 200 e 700 nm, para todas as amostras analisadas.

2.5 Determinação de NH_4^+

Os íons amônio produzidos foram quantificados utilizando o reagente de Nessler. O mesmo reage com a amônia em meio básico para produzir um complexo de coloração alaranjada, que foi medido em 415 nm. Um volume de 1,9 mL de solução amostrada foi misturado com 0,1 mL de reagente de Nessler, em um microtubos (Axygen). A curva de calibração foi preparada utilizando-se cloreto de amônio (NH_4Cl , Sigma-Aldrich, 99,5%), e foi linear no intervalo de concentração de 0,5 a 2,5 mg/L.

Em virtude do pH das soluções analisadas ser menor do que o pK_a do íon amônio (9,24), a espécie mais estável produzida neste estudo foi sempre o íon amônio, sendo a concentração de amônia extremamente baixa e portanto negligenciada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cinética de produção de espécies nitrogenadas

A Figura 3 mostra o espectro de varredura de UV-Vis das amostras obtidas pelo tratamento por plasma, a 5°C , em função do tempo. Pode-se observar a formação de $\text{HNO}_3(\text{aq})$ e $\text{HNO}_2(\text{aq})$, que foram caracterizados a partir da comparação do espectro de varredura das amostras com os espectros obtidos do $\text{HNO}_2(\text{aq})$ e $\text{HNO}_3(\text{aq})$ preparados separadamente.

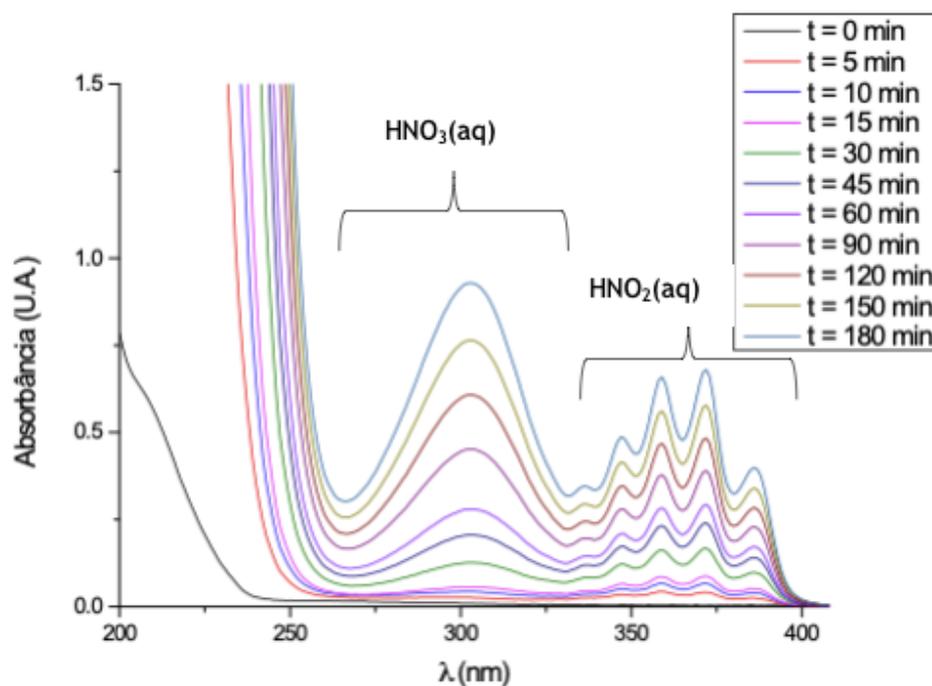


Figura 3. Espectro de UV-Vis das amostras submetidas ao plasma de ar atmosférico à 5°C, produzindo $\text{HNO}_3(\text{aq})$ e $\text{HNO}_2(\text{aq})$.

A Figura 4 mostra a concentração de $\text{HNO}_3(\text{aq})$ e $\text{HNO}_2(\text{aq})$ produzidos durante o tempo de experimento, a 5°C. Pode-se observar uma relação linear entre a concentração das espécies e o tempo, o que caracteriza uma cinética de reação de ordem 0 para ambas espécies, sendo este resultado de acordo com a literatura (FABRIS, *et al.* 2018, LUKES *et al.* 2014).

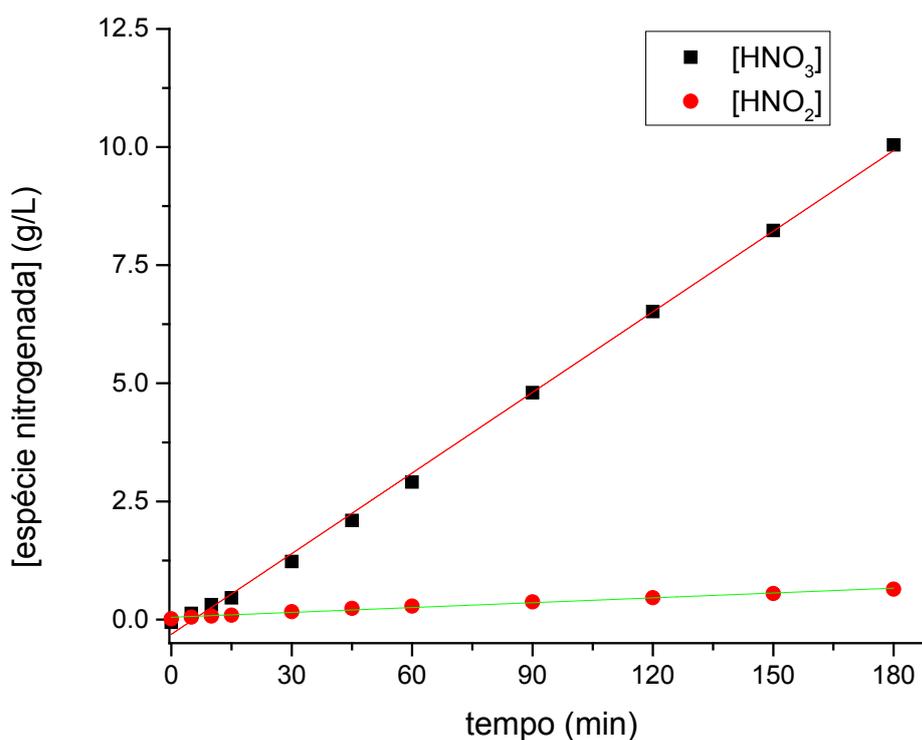


Figura 4. Perfil da concentração de $\text{HNO}_3(\text{aq})$ e $\text{HNO}_2(\text{aq})$ em função do tempo, $T = 5^\circ\text{C}$

A partir do coeficiente angular da curva de concentração da espécie em função do tempo, foi possível extrair a constante de velocidade observada (k_{obs}). O valor de k_{obs} aumentou com a diminuição da temperatura para ambas espécies. Para a produção de $\text{HNO}_3(\text{aq})$, k_{obs} foi de $56,88 \text{ mg L}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ($5 \text{ }^\circ\text{C}$), diminuindo para $35,26 \text{ mg L}^{-1} \text{ min}^{-1}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Para a produção de $\text{HNO}_2(\text{aq})$, $k_{obs} = 3,42 \text{ mg L}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ($5 \text{ }^\circ\text{C}$), diminuindo para $1,31 \text{ mg L}^{-1} \text{ min}^{-1}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Deste modo, deve-se diminuir a temperatura para favorecer uma maior produção destas espécies nitrogenadas.

Uma vez que tanto o $\text{HNO}_3(\text{aq})$ quanto o $\text{HNO}_2(\text{aq})$ obedeceram a uma cinética química de ordem 0, é possível calcular (ou prever) a concentração de cada espécie em qualquer intervalo de tempo, bastando multiplicar o valor de k_{obs} pelo tempo (em minutos) em que se deseja determinar a concentração da espécie.

A produção das espécies nitrogenadas dá-se através das descargas que ocorrem no ar atmosférico presente, rico em nitrogênio. Assim, o N_2 pode tomar parte do processo químico que ali ocorre e produzir assim compostos nitrogenados (BIAN, *et al.* 2012).

As seguintes reações são responsáveis pelas dissociações de moléculas neutras (R3-R6), reações entre espécies ativas (R7-R13), formação de HNO_2 (R14-R18) e formação de HNO_3 (R19-R23):

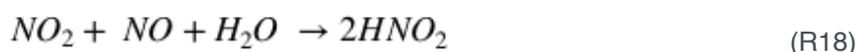
Reações de dissociação de uma molécula neutra, através do impacto de elétrons:



Reações entre espécies ativas:



Reações de formação de HNO_2 :



Reações de formação de HNO_3 :



Não foi possível determinar a ordem de reação de formação do íon amônio. No entanto, sua concentração também aumentou com a diminuição da temperatura, assim como $\text{HNO}_3(\text{aq})$ e $\text{HNO}_2(\text{aq})$, discutido na seção 3.2.

3.2 Quantificação das espécies nitrogenadas produzidas por plasma

A Tabela 1 mostra a quantidade de ácido nítrico, íons nitrato, nitrito, amônio e nitrogênio elementar total, produzidos ao final de 180 min de tratamento da água ultrapura por plasma, em função da temperatura. Pode-se observar que entre os íons produzidos, o íon nitrato é o composto nitrogenado produzido em maior quantidade, independentemente da temperatura utilizada. Uma vez que nitrogênio absorvido pela planta é primariamente na forma de nitrato a produção majoritária deste íon é favorável na obtenção de um fertilizante nitrogenado. Apesar das raízes poderem absorver amônio, esta forma é ligada fortemente ao solo, e não se move facilmente para as raízes (Pittenger, 2014).

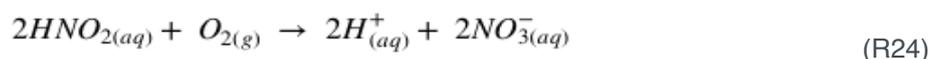
T (°C)	[HNO_3] (%)	[NO_3^-] (g/L)	[NO_2^-] (g/L)	[NH_4^+] (mg/L)	N elementar total (%)
5,0	1,00	9,9	0,6	2,1	0,24
25,0	0,61	6,0	0,2	0,6	0,15

Tabela 1. Quantificação das espécies nitrogenadas produzidas por plasma frio de ar atmosférico, em função da temperatura.

A quantidade de nitrogênio elementar total produzida neste estudo foi indicada em porcentagem de massa por volume (m/v), comumente encontrada em rótulos de fertilizantes líquidos comerciais. É possível observar que a diminuição da temperatura

de 25 para 5 °C aumentou a concentração de todas as espécies nitrogenadas produzidas. Conseqüentemente, a quantidade de nitrogênio elementar total passou de 0,15 para 0,24 %, com a diminuição da temperatura. Neste sentido, a diminuição da temperatura favorece a obtenção de um fertilizante nitrogenado com maior teor de nitrogênio elementar total.

Estudos anteriores deste grupo de pesquisa mostraram todo nitrito é convertido em nitrato após 7 dias, (FABRIS, *et al.* 2018) reduzindo sua concentração a 0, aumentando assim a concentração de nitrato final. Isto se deve a instabilidade do nitrito em meio ácido, conforme a reação (R24). Entretanto, a quantidade de nitrogênio elementar total é constante, pois há apenas uma conversão de espécie nitrogenada. Deste modo, o fertilizante nitrogenado produzido neste estudo pode ser diretamente absorvido pelas plantas, não sendo necessário o processo de nitrificação, ou seja, a conversão prévia de íons nitrito em nitrato por bactérias que vivem no solo denominadas *Nitrobacter*, (TORTORA *et al.* 2017).



Comparando-se com resultados da literatura (BIAN, *et al.* 2012), em que foi estudado a fixação de nitrogênio em HNO_3 por descarga pulsada de alta voltagem, após 36 minutos, foi obtido HNO_3 com concentração de 2,215 mmol L^{-1} , equivalente a 0,14 g L^{-1} . Neste estudo, foi obtido uma concentração de 2,01 g L^{-1} (5 °C) neste mesmo intervalo de tempo (36 min x 55,88 mg $\text{L}^{-1} \text{min}^{-1}$), ou seja, uma quantidade 14,3 vezes maior. Neste sentido, o sistema de plasma empregado neste trabalho parece promissor, e futuramente será investigada a eficiência energética do processo, visando sua aplicação prática.

A concentração máxima de $\text{HNO}_3(aq)$ obtida foi de 1,00 % (m/v) na temperatura de 5 °C, conforme a Tabela 1. A produção de ácido nítrico e nitroso foi acompanhada pela diminuição do pH da solução, de 7,3 (água ultrapura) para 0.6 (t = 180 min) nesta temperatura. Para aplicação direta como fertilizante, o $\text{HNO}_3(aq)$ produzido deve ser neutralizado com a adição de uma base como o KOH (comercializado como “ph up”), produzindo um fertilizante rico em N e K. Ainda é possível a utilização de hidrogenofosfato de potássio (K_2HPO_4) para ajustar o pH da solução, obtendo-se assim um fertilizante rico em todos macronutrientes (NPK). O $\text{HNO}_3(aq)$ ainda pode ser empregado como material de partida para produção de outros fertilizantes, através das reações listadas no esquema 1.

4 | CONCLUSÕES

Desde o início do século XX, o processo de Haber-Bosch ocupa o cenário mundial como a principal fonte de produção de fertilizantes nitrogenados. Porém, por

mais que esse processo tenha um custo baixo de produção, é preocupante o nível de degradação ao meio ambiente que ele proporciona. Emissões excessivas de CO_2 , além do fato de o processo depender de combustíveis fósseis para ser eficiente, levam a pensar em maneiras alternativas para a produção de fertilizantes, tão importantes no cenário agrícola atual. O processo de produção de fertilizantes nitrogenados por sistema de plasma frio é uma grande alternativa para a indústria, pois apesar de requerer energia elétrica, tal energia pode ser obtida através de fontes renováveis – como a que provém de usinas eólicas e de painéis fotovoltaicos – diminuindo os custos que poderiam surgir. Outro fator que contribui para que a produção por plasma seja uma alternativa a ser adotada é o fato de ser um processo “limpo”, ou seja, não há a formação de espécies que sejam prejudiciais ao meio ambiente, como é o caso do CO_2 , um dos gases que mais contribui para o efeito estufa atualmente. A obtenção de fertilizantes por meio de plasma ainda possui a vantagem da obtenção direta do HNO_3 , evitando assim que se tenha a necessidade de transformar-se a amônia obtida no processo de H-B em ácido nítrico pelo processo de Ostwald, o que demanda maior energia despendida.

O sistema de plasma empregado neste estudo para produção de fertilizante líquido nitrogenado parece promissor, produzindo uma quantidade de $\text{HNO}_3(\text{aq})$ 14,3 vezes maior do que o registrado na literatura. O processo de produção de fertilizantes por plasma ainda é pouco explorado, possibilitando ainda muito desenvolvimento. Neste sentido, as perspectivas futuras para este projeto são de se realizar estudos sobre a eficiência energética (economia do processo), além de se buscar a produção $\text{HNO}_3(\text{aq})$ mais concentrado, que foi o produto principal, obtido em maior quantidade neste estudo.

REFERÊNCIAS

BIAN, W.; SONG, X.; SHI, J.; YIN, X. **Nitrogen fixed into HNO_3 by pulsed high voltage discharge**, Journal of Electrostatics (2012) (317-326).

CHANG, R., GOLDSBY, K. A., **Química**, 11ª edição, (2013) (173-174).

CHERKASOV, N., IBHADON A. O., FITZPATRICK, P., **A review of the existing and alternative methods for greener nitrogen fixation**, Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, (2015) 24-33.

ERISMAN, J.W., SUTTON, M.A., GALLOWAY, J., KLIMONT Z., WINIWARTER W., **How a century of ammonia synthesis changed the world**, Nat. Geosci. 1 (2008)

FABRIS, C., **Estudo cinético da degradação do Paraquat em meio aquoso através de um sistema de plasma frio**, (2015), 65 f., TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

FABRIS, C; BARONCELLO, G. B.; KHALAF, P.I. **Degradation of aqueous paraquat by surface air plasma: a kinetic study**, Journal of the Brazilian Chemical Society, (2018) 1917 – 1926.

LUKES, P.; DOLEZALOVA, E.; CLUPEK, M. **Aqueous-phase chemistry and bactericidal effects from an air discharge plasma in contact with water: evidence for the formation of peroxyxynitrite through a pseudo-second-order post-discharge reaction of H₂O₂ and HNO₂**, Plasma Sources Science and Technology, (2014) 1-15.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. Nitrogênio na agricultura brasileira. in: LAPIDO-LOUREIRO, F. E.; MELAMED, R.; FIGUEIREDONETO, J. (Ed.). **Fertilizantes, agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009. p. 211-255.

MCGRATH, J.M., SPARGO, J., PENN, C.J., **Soil Fertility and Plant Nutrition**, Encyclopedia of Agriculture and Food Systems, Vol. 5, San Diego: Elsevier; 2014. pp. 166-184

OSAKI, F., Índice de nutrição nitrogenada na cultura do **azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) para a região metropolitana de Curitiba**, Boletim Técnico N° 62, 19 f., (2000)

PATIL, B. S., WANG, Q., HESSEL V., LANG J., **Plasma N₂-fixation: 1900-2014**, Catalysis Today, (2015) (49-66)

PATIL, B. S., CHERKASOV, N., LANG, J., IBHADON A. O., HESSEL, V., WANG, Q., **Low temperature plasma-catalytic NOx synthesis in a packed DBD reactor: Effect of support materials and supported active metal oxides**, Applied Catalysis B: Environmental, (2016) 123-133.

PENG, *et al.* **A review on the non-thermal plasma-assisted ammonia synthesis technologies**, Journal of Cleaner Production, (2018) 597-609.

PITTENGER, D.; **California master gardener handbook**, 2a Ed. Sausalito: University of California, 2014, pp 64.

SMIL, V., **Global population and the nitrogen cycle**, Sci. Am. (1997)

TORTORA, G. J.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. **Microbiologia** Artmed: Porto Alegre (2017).

YANG, J.; LI, T.; ZHONG, C.; GUAN, X.; HU, C. **Nitrogen fixation in water using air phase gliding arc plasma**, Journal of the Electrochemical Society, (2016) E288-E292.

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE EM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS

Alan Mario Zuffo

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul – MS.

Jorge González Aguilera

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul – MS.

Roney Eloy Lima

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul – MS.

Rafael Felipe Ratke

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul – MS.

Karen Annie Dias de Moraes

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul – MS.

Werwerth Costa Martins

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul – MS.

Amanda Camila Silva Trento

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul – MS.

Jorge Xavier da Silva

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul – MS.

RESUMO: Objetivou-se avaliar diferentes proporções de resíduo de cupinzeiro e de abelha na emergência e no desenvolvimento inicial de mudas de alface. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 6 x 3, sendo seis a combinação

dos substratos misturados (RA= Resíduo de ninhos de abelha e RC= Resíduo de cupinzeiro) em proporções em base de percentagem do volume (S1=RA_{100%} RC_{0%}, S2=RA_{75%} RC_{25%}, S3=RA_{50%} RC_{50%}, S4=RA_{25%} RC_{75%}, S5=RA_{0%} RC_{100%} e S6= SC) e três cultivares de alface (Grandes Lagos Americana®, Crespa Grand Rapids - TBR® e Simpson semente preta®), com quatro repetições. Avaliou-se a emergência, o índice de velocidade de emergência, a massa seca de raízes e da parte aérea. Para a produção de mudas de alface o substrato S1 é o ideal, devido proporcionar maior emergência, índice de velocidade de emergência e massa seca aérea.

PAVARAS-CHAVE: *Lactuca sativa*, resíduo de ninhos de abelha, resíduo de cupinzeiro.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the different proportions of termite residue and bee residues in emergence and initial development of lettuce seedlings. The experimental design was a randomized block design, arranged in a 6 x 3 factorial scheme, six of which were the combination of mixed substrates (RA = bees nest residue and RC = termite residue) in proportions based on percentage of volume (S1=RA_{100%} RC_{0%}, S2=RA_{75%} RC_{25%}, S3=RA_{50%} RC_{50%}, S4=RA_{25%} RC_{75%}, S5=RA_{0%} RC_{100%} e S6= SC) and three lettuce cultivars Crespa Grand Rapids - TBR® and Simpson Black

Seed®), with four replicates. The emergence rate, emergence speed index, dry mass of roots and shoot. For the production of lettuce seedlings the S1 substrate is ideal, due to the fact that it provides greater emergence, emergence speed index and dry mass of shoot.

KEYWORDS: *Lactuca sativa*, bee nest residues, termite residue.

1 | INTRODUÇÃO

Para a produção de mudas, o substrato a ser utilizado é um dos fatores mais importantes, devido fornecerem condições ideais para a germinação das plântulas e proporcionarem o desenvolvimento do sistema radicular (Negreiro et al. 2004, Ajalla et al. 2012). A definição da influência dos insumos alternativos na cultura de alface possibilita que o produtor tenha menor custo de investimento na produção e conseqüentemente uma maior lucratividade, garantindo um destino mais apropriado para os resíduos encontrados nas propriedades rurais (Costa Júnior et al. 2018).

Assim, a descoberta de novas formas de manejo pode contribuir com o desenvolvimento de novas tecnologias para o cultivo de alface, além de auxiliar o crescimento e a sustentabilidade do setor (Santos et al. 2015). Para Silva Júnior et al. (2014) os substratos orgânicos estão sendo bastante usado pelos viveiristas, não apenas por atenderem as necessidades das plantas como também pelo seu baixo custo e, especialmente por não serem poluentes, assim contribuindo para a preservação do meio ambiente.

Nesse contexto, os resíduos de cupinzeiro e de abelha podem ser uma alternativa viável como fonte de matéria orgânica e de nutrientes às plantas. Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar diferentes proporções de resíduo de cupinzeiro e de abelha na emergência e no desenvolvimento inicial de mudas de alface.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus de Chapadão do Sul – MS (18° 47' 39" latitude de Sul; 52° 37' 22" de longitude Oeste e altitude média de 790 m, no período de julho à agosto de 2018.

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco, com precipitação, temperatura média e umidade relativa anual de 1.261 mm, 23,97 °C, 64,23%, respectivamente. A temperatura e a umidade relativa do ar e a temperatura dos substratos foram monitoradas diariamente com o auxílio de um thermo-higromêtro digital, modelo ITHT 2250 (Instrutemp®) às 15h horas, e os dados coletados durante a condução do experimento são mostrados na Figura 1. A temperatura média dos substratos foi de 24±1 °C.

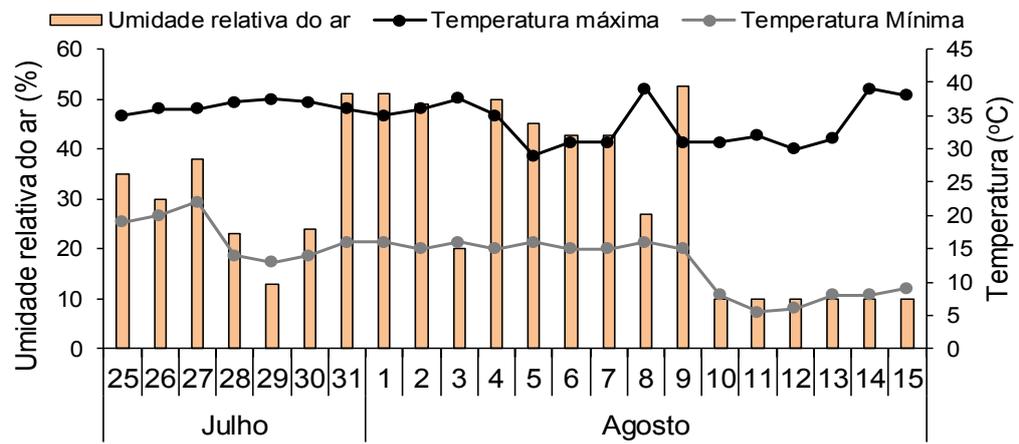


Figura 1. Variáveis climatológicas registradas durante a condução do experimento em Chapadão do Sul – MS, 2018.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 6 x 3, sendo seis a combinação dos substratos misturados em proporções em base de porcentagem do volume (S1=RA_{100%} RC_{0%}, S2=RA_{75%} RC_{25%}, S3=RA_{50%} RC_{50%}, S4=RA_{25%} RC_{75%}, S5=RA_{0%} RC_{100%} e S6= SC) e três as cultivares de alface, com quatro repetições. Foram avaliados três substratos [constituídos por dois alternativos (RA= Resíduo de ninhos de abelha e RC= Resíduo de cupinzeiro) e um comercial (SC= substrato comercial Click®)], e três cultivares de alface (Grandes Lagos Americana®, Crespa Grand Rapids - TBR® e Simpson semente preta®). Cada unidade experimental foi constituída de 30 células em bandejas com total de 200 células (cujas dimensões foram: 674 mm de comprimento, 343 mm de largura e 54 mm de altura). Foram semeadas três sementes por célula a uma profundidade de ± 1 cm, umedecido o substrato e deixado por três dias no escuro para garantir a germinação mais uniforme. Após a estabilização da emergência, foi realizado o desbaste deixando uma plântula por célula. A composição física e química do substrato encontra-se descrita na Tabela 1.

Avaliou-se a emergência das plântulas em condições de casa de vegetação. A partir da emergência da primeira plântula visível foram realizadas avaliações diárias, computando-se o número de plântulas emergidas até a estabilização, com contagem final aos 10 dias após a semeadura. Foram consideradas a porcentagem média final de emergência e o índice de velocidade de emergência, determinado por Maguire (1962).

Aos 22 dias após a semeadura as plantas foram separadas em parte aérea e sistema radicular, acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada por 72 horas a 60°C, visando a determinação da *massa seca de raízes* (MSR) e *aérea* (g) (MSA).

Características	RA	RC	SC
pH em CaCl ₂	4,9	4,5	4,6
Matéria orgânica (g dm ³)	451,1	29	114,4
Carbono orgânico (g dm ³)	261,7	16,8	66,4
Capacidade de troca de cátions (cmol _c)	27,3	9,9	13,6
Saturação de bases (%)	65,3	43,2	57,5
Fósforo - <i>melhich</i> (cmol _c . dm ³)	144,0	15,6	115
Potássio (cmolc. dm ³)	1,34	0,56	1,64
Cálcio (cmolc. dm ³)	10,3	2,7	4,80
Magnésio (cmolc. dm ³)	1,0	6,2	1,40
Enxofre (mg. dm ³)	26	13,3	9,6
Boro (mg. dm ³)	1,12	0,29	0,18
Cobre (g kg ⁻¹)	0,5	0,8	1,6
Ferro (g kg ⁻¹)	39	120	266
Manganês (g kg ⁻¹)	62,9	50,7	40,8
Zinco (g kg ⁻¹)	11,7	2,3	4,5
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,32	0,08	0,50
Umidade (%)	62	28	58
Capacidade de retenção de água (%)	50	26	90
Densidade (kg/m ³)	0,52	1,34	0,31
Porosidade (%)	61	24	77

Tabela 1. Características físicas e químicas do substrato comercial e dos resíduos de ninho de abelha e do cupinzeiro utilizados no estudo.

RA: Resíduo de ninhos de abelha. RC: Resíduo de cupinzeiro. SC: substrato comercial Click®.

Os dados experimentais foram submetidos aos testes de verificação das pressuposições de normalidade e homogeneidade. Não foram atendidas tais pressuposições para a emergência e índice de velocidade de emergência, cujos dados foram transformados com o uso da função raiz quadrada de $(x + 0,5)$ antes da análise de variância. Após a análise dos dados transformados, verificou-se o atendimento das pressuposições; contudo, os dados foram apresentados na forma original. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e quando significativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar® versão 5.3 para Windows (Software de Análises Estatísticas, UFLA, Lavras, MG, BRA).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância, observou-se que existe forte interação significativa ($P < 0.01$) entre os fatores avaliados (substrato × cultivar) em todas as variáveis (Tabela 2). Esses resultados se assemelham aos verificados por Brito et al. (2017), os quais, avaliaram diferentes substratos [substrato comercial (vermiculita); paú de buriti (*Mauritia flexuosa*); resíduo de carnaúba (*Copernicia prunifera*) + casca de arroz (*Oriza sativa*); resíduo de carnaúba em pó e resíduo de carnaúba semidecomposto] em três cultivares de alface ('Delícia', 'Babá de Verão' e 'Itapuã 401'). A diferença entre

as cultivares de alface era esperado, pois, segundo Soares et al. (2015) e Felisberto et al. (2015) as cultivares tem características diferentes quanto ao background genético e outros atributos, propiciando a existência de tais variações.

Causas da variação	Probabilidade > F			
	EME	IVE	MSR	MSA
Substrato (S)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cultivar (C)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
S x C	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
CV (%)	9,48	8,58	21,43	11,95

Tabela 2. Análise de variância para os caracteres avaliados durante a produção de mudas em cultivares de alface em função do uso de substratos alternativos. Chapadão do Sul, MS, Brasil, 2018.

EME: Emergência. IVE: Índice de velocidade de emergência. MSR: Massa seca radicular. MSA: Massa seca área.

Independente do substrato, a cultivar crespa apresentou maiores percentagens de emergência e índice de velocidade de emergência (Tabela 3). Em relação ao substrato para a cultivar crespa os substratos S6 (Controle), S1(RA_{100%}RC_{0%}) e S5 (RA_{0%}RC_{100%}) proporcionaram maiores médias. Já, para as cultivares americana e simpson os substratos S1(RA_{100%}RC_{0%}) e S6 (RA_{0%}RC_{100%}) culminaram em os maiores valores de emergência e índice de velocidade de emergência. Esses resultados se assemelham em partes aos observados por Brito et al. (2017), os quais avaliaram substratos e cultivares de alface e verificam influência significativa na interação C x S, sendo as melhores respostas no substrato comercial, provavelmente devido a maior porosidade do substrato (85,71%), resultado similar ao obtido no nosso trabalho para os substratos S6 e S1 (Tabela 5). Este fato, provavelmente devido a que estes apresentam características de substrato orgânicos e com isso oferecem uma maior porosidade (77 e 61%, respectivamente), umidade máxima (58 e 62%, respectivamente) e capacidade de retenção de água (90 e 50%, respectivamente) (Tabela 1).

A massa seca aérea na cultivar Americana teve seu maior valor no substrato S1. Na cultivar Crespa os valores desta variável apenas se diferenciaram para o substrato S5 que obteve as menores médias. A cultivar Simpson teve um comportamento oposto da Americana apresentando o maior valor no substrato S4 onde para esta cultivar foi o menor. Inocêncio et al. (2009) observaram que o uso de resíduo de cupinzeiro favoreceu a produção de massa seca aérea de alface. Quando considerado os substratos, com a exceção do S4 onde a cultivar Crespa e Simpson não se diferenciaram estatisticamente, nos restantes dos substratos a cultivar Crespa foi quem manifestou as maiores médias para esta característica com diferenças significativas entre as outras duas cultivares em cada substrato ($P < 0,05$) (Tabela 5).

Substratos	----- Emergência (%) -----			-- Índice de velocidade de emergência --		
	Americana	Crespa	Simpson	Americana	Crespa	Simpson
S1	57 ABb	85 ABa	67 Aab	35,36 Ab	54,28 Aa	34,71 Ab
S2	32 Cb	53 CDa	36 Bb	17,35 Bab	22,91 Ca	15,36 Bb
S3	22 CDb	66 BCa	23 BCb	9,89 CDb	34,59 Ba	9,34 BCb
S4	11 Db	41 Da	17 Cb	4,66 Db	18,05 Ca	6,45 Cb
S5	36 BCb	82 ABa	32 BCb	13,69 BCb	45,42 ABa	10,87 BCb
S6	63 Ab	93 Aa	57 Ab	34,73 Ab	51,00 Aa	27,86 Ab

Substratos	----- Massa seca aérea - MSA (mg) -----			---- Massa seca radicular - MSR (mg) ---		
	Americana	Crespa	Simpson	Americana	Crespa	Simpson
S1	103,12 Ab	153,62 Aa	120,10 Bb	1,45 Bb	3,95 ABa	2,36 Ab
S2	65,45 Bb	168,16 Aa	88,42 BCb	1,04 Bc	4,26 ABa	2,80 Ab
S3	51,92 BCc	176,49 Aa	83,99 Cb	1,12 Bc	5,53 Aa	2,84 Ab
S4	31,39 Cb	179,48 Aa	176,11 Aa	6,13 Aa	4,13 ABb	2,62 Ac
S5	79,10 ABb	111,99 Ba	44,54 Dc	6,88 Aa	3,30 Bb	1,37 Ac
S6	54,89 BCc	166,00 Aa	83,55 Cb	1,51 Bb	3,96 ABa	1,64 Ab

Tabela 3. Valores médio da interação (substrato × cultivar) para os caracteres avaliados durante a produção de mudas em cultivares de alface em função do uso de substratos alternativos. Chapadão do Sul, MS, Brasil, 2018.

Letras iguais masculinas nas colunas e minúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; S1=RA₁₀₀RC₀; S2=RA₇₅RC₂₅; S3=RA₅₀RC₅₀; S4=RA₂₅RC₇₅; S5=RA₀RC₁₀₀; S6= SC; RA= Resíduo de ninho de abelha; RC= Resíduo de cupinzeiro; SC= substrato comercial Click®.

A cultivar Americana respondeu melhor para esta característica nos substratos S4 e S5, já os outros quatro substratos não se diferenciaram entre eles e tiveram valores cinco vezes menores o que mostra o estímulo destes substratos para esta característica avaliada. Na cultivar Crespa os substratos S1, S2, S3, S4 e S6 foram os que promoveram as maiores médias. Na cultivar Simpson não foi observada diferenças estatísticas entre os diferentes substratos. Ao observar a decomposição dentro dos substratos observou-se que apenas nos substratos S4 e S5 a cultivar Americana foi superior, já nos restantes a cultivar que promoveu as maiores médias foi a Crespa, diferenciando-se estatisticamente das outras duas cultivares. Inocêncio et al. (2009) ao produzir plantas de alface e empregar substrato enriquecido com cupinzeiro observaram a estimulação da massa seca radicular, ao agregar 300 g dm³ ao substrato em relação as outras duas doses (0 e 100 g dm³). Os autores descrevem que esta estimulação da massa fresca das raízes e número de folhas está associado a uma maior quantidade de nutrientes contido no material empregado e conseqüentemente uma melhora da fertilidade do solo.

De maneira geral, evidenciou-se que a cultivar crespa apresentou maior desempenho das mudas. Este fato pode estar relacionado há maior taxa de emergência e índice de velocidade de emergência demonstrando assim maior vigor quando comparada as demais cultivares, o qual promoveu rápido crescimento das plantas e maior desenvolvimento do comprimento radicular, número de folhas, área foliar, massa seca aérea, radicular e total.

4 | CONCLUSÃO

Entre as cultivares, a Crespa, foi a mais responsiva em relação as diferentes combinações dos dois substratos empregados (RA e RC) em relação ao SC. Esta cultivar manifestou os maiores valores obtidos para a maioria das variáveis mesuradas com a exceção da massa seca radicular. Para a produção de mudas de alface o substrato S1 é o ideal, devido proporcionar maior emergência, índice de velocidade de emergência e massa seca aérea.

REFERÊNCIAS

AJALLA, A.C.; VOLPE, E.; VIEIRA, M.C.; ZÁRATE, N.A.H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 888-896, 2012.

BRITO, L.P.S.; BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z.; AMARAL, G.C.; SILVA, A.A.; AVELINO, R.C. Reutilização de resíduos regionais como substratos na produção de mudas de cultivares de alface a partir de sementes com e sem peletização. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 116, n. 1, p. 51-61, 2017.

COSTA JÚNIOR, S.; SILVA, F.B.; MARCHI, E.C.S.; MACHADO, R.C.O.; DELGADO, M.N. Cultivo de alface-americana e feijão-de-corda sob diferentes adubos orgânicos para o Centro-Oeste Brasileiro. **Revista Agrogeambiental**, v. 10, n. 2, p. 111-125, 2018.

FELISBERTO, G.; BRUZI, A.T.; ZUFFO, A.M.; ZAMBIAZZI, E.V.; SOARES, I.O.; REZENDE, P.M.; BOTELHO, F.B.S. Agronomic performance of RR soybean cultivars using to different pre-sowing desiccation periods and distinct post-emergence herbicides. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 34, p. 3445-3452, 2015.

INOCÊNCIO, M.F.; PAIM, L.R.; NOVELINO, J.O.; NORILER, A.V.; PEDROSO, F.W.; MIGLIORANÇA, M.V.S. Características agronômicas da alface fertilizada com superfosfato triplo e ninhos de cupim. **Agrarian**, v. 2, n. 4, p. 83-93, 2009.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

NEGREIROS, J.R.S.; BRAGA, L.R.; ÁLVARES, V.S.; BRUCKNER, C.L. Influência de Substrato na Formação de Porta-Enxerto de Gravioleira (*Annona muricata* L.). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 530-536, 2004.

SANTOS, A.C.M.; CARNEIRO, J.S.S.; FERREIRA JÚNIOR, J.M.; SILVA, M.C.A.; SILVA, R.R. Produção de mudas de tomateiro cv. Drica sob substratos alternativos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 4, p. 01-12, 2015.

SILVA JÚNIOR, J.V.; BECKMANN-CAVALCANT, M.Z.; LEONARDO PEREIRA DA SILVA BRITO, L.P.S.; AVELINO, R.C.; CAVALCANTE, I.H.L. Aproveitamento de materiais alternativos na produção de mudas de tomateiro sob adubação foliar. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 528-536, 2014.

SOARES, I.O.; REZENDE, P.M.; BRUZI, A.T.; ZUFFO, A.M.; ZAMBIAZZI, E.V.; FRONZA, V.; TEIXEIRA, C.M. Interaction between Soybean Cultivars and Seed Density. **American Journal of Plant Science**, v. 6, n. 9, p. 1425-1434.

PRODUÇÃO DE MUDAS DE MELANCIA EM SUBSTRATO ENRIQUECIDO COM CINZA VEGETAL

Francisco Ronaldo Alves de Oliveira

Instituto Federal do Piauí, *campus* Cocal, Eixo de Recursos Naturais, Cocal, Piauí.

Wallison de Sousa Carvalho

Instituto Federal do Piauí, *campus* Cocal, Piauí

Lucas dos Santos Silva

Instituto Federal do Piauí, *campus* Cocal, Piauí

Creiton Sousa Brito

Instituto Federal do Piauí, *campus* Cocal, Piauí

Maicon Oliveira Miranda

Instituto Federal do Piauí, *campus* Cocal, Piauí

Oswaldo Nogueira de Sousa Neto

Universidade Federal Rural do Semiárido, *campus* Angicos, Rio Grande do Norte

RESUMO: A cinza vegetal possui grande potencial de utilização na agricultura, pois sabe-se que é rica em vários nutrientes podendo ser uma alternativa para enriquecer substratos para produção de mudas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de mudas de melancia cultivada em substrato alternativo enriquecido com cinza de madeira no município de Cocal-PI. O experimento foi conduzido em viveiro de produção de mudas e o cultivo realizado em bandejas plásticas de 200 células. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas experimentais com trinta sementes cada. Os

tratamentos foram obtidos a partir da mistura de composto orgânico com diferentes percentuais de cinza vegetal em base peso, sendo: T1= Substrato comercial HT, T2= Composto + 0 % cinza, T3= Composto + 1 % cinza, T4= Composto + 5 % cinza, T5= Composto + 10 % cinza, T6= Composto + 15 % cinza, T7= Composto + 20 % cinza. Foram avaliados: o percentual de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), volume de raiz (VR) e massa fresca da parte aérea (MFPA). O composto orgânico utilizado proporciona a produção de mudas com qualidade superior ao obtido com substrato comercial. A adição de cinza vegetal ao substrato, em percentuais acima de 5%, promove efeito negativo na germinação e desenvolvimento de mudas de melancia.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, fertilizantes alternativos, resíduos sólidos.

ABSTRACT: Plant ash has high potential for use in agriculture, whereas it is rich in many nutrients and may be an alternative to improve substrates used in seedlings production. The aim of this paper is to evaluate the production of watermelon seedlings grown in substrate improved with wood ash, in the municipality of Cocal-PI. The experiment was implemented in a nursery of seedlings production and the

cultivation of watermelon seeds was performed in 200-grid plastic trays. A completely randomized design was adopted with seven treatments and four replications, totaling twenty eight experimental parcels with thirty seeds each one. The treatments were determined from combinations of organic compounds (OC) with percentages based on weight of wood ash (WA), being: T1 = commercial substrate HT, T2 = OC and 0% WA, T3 = OC and 1% WA, T4 = OC and 5% WA, T5 = OC and 10% WA, T6 = OC and 15% WA, T7 = OC and 20% WA. We evaluate the percentage of emergence of seedlings (E%), emergence speed index (ESI), plant height (PH), number of leaves (NL), stem diameter (SD), root volume (RV) and fresh shoot mass (FSM). The organic compound provides production of seedlings with higher quality than results obtained with commercial substrate. The addition of wood ash to the organic compound causes a negative effect on the emergence and development of watermelon seedlings in percentages above 5%.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, alternative fertilizers, solid waste.

1 | INTRODUÇÃO

A melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] é uma hortaliça fruto, pertencente à família das cucurbitáceas, sendo de grande importância no Brasil. Entre as regiões produtoras se destacam: Nordeste (Bahia, Pernambuco, Maranhão e Rio Grande do Norte); Sudeste (São Paulo), Sul (Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e do Centro-Oeste (Goiás) (BARROS *et al.*, 2012).

Em virtude de possuir condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo desta espécie, o Nordeste possui grande potencial para aumentar a produtividade, sobretudo entre os pequenos agricultores. Assim, a geração de tecnologias apropriadas para a região que aumente a produção, melhore a qualidade do produto e, ao mesmo tempo, diminua os custos é essencial para o desenvolvimento e fortalecimento dessa atividade. De acordo com Lima *et al.* (2017), obter-se alta produtividade só é possível com o investimento, principalmente em novas tecnologias.

A produção de mudas de qualidade é considerada etapa de grande importância para o sucesso do cultivo de uma cultura (FILGUEIRA, 2008). Para Bezerra *et al.* (2009) um dos insumos importantes na produção de mudas de qualidade é o substrato, que pode ser formulado usando diversos materiais, entre esses, diferentes resíduos orgânicos. Atualmente existem diversos tipos de substratos no comércio, porém, nem todos são aceitos na agricultura orgânica, é o caso dos que possuem adubo químico na sua composição ou daqueles como a vermiculita que, para o desenvolvimento das mudas, requerem adubação química após a germinação das sementes. Além disso, sua aquisição muitas vezes é limitada pelo seu alto custo (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2014).

Neste contexto, substratos alternativos produzidos a partir da compostagem de resíduos orgânicos gerados na propriedade rural pode constituir-se numa opção para os agricultores. Para Menezes Júnior *et al.* (2000), na agricultura orgânica, a

utilização de produtos oriundos da propriedade rural fomenta como uma alternativa vantajosa ao agricultor para formulação de substratos. Ressalta-se que, apesar do substrato alternativo fornecer nutrientes, isso geralmente ocorre de forma lenta podendo acarretar em atraso no desenvolvimento das mudas. Por essa razão, faz-se necessário a adubação de uma forma em que os nutrientes sejam disponibilizados mais rapidamente e assim atenda às necessidades das culturas. Diante disso, há uma possibilidade de enriquecimento dos substratos orgânicos com a utilização de cinza de madeira.

Para Piva (2011), o uso agrônômico das cinzas pode proporcionar a obtenção de mudas de qualidade e, ainda, resolver problemas da indústria quanto à alocação deste resíduo. A cinza de madeira pode apresentar elevados teores de K, P, Ca e Mg e sua aplicação em plantios agrícolas é uma das formas de repor os nutrientes extraídos pela cultura (SOFIATT *et al.*, 2007). Além disso, a utilização da cinza vegetal de indústrias, para fins agrícolas ajuda a minimizar os impactos ambientais, e com a crescente elevação dos custos de aquisição e aplicação de fertilizantes minerais, os produtores tendem a procurar alternativas de adubação com a finalidade de reduzir despesas e aumentar a produtividade (BONFIM-SILVA *et al.*, 2011).

Partindo-se da hipótese de que a cinza vegetal é capaz de fornecer nutrientes quando misturada em substratos orgânicos, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a produção de mudas de melancia cultivada em substrato alternativo enriquecido com cinza de madeira no município de Cocal-PI.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental do Instituto Federal do Piauí, *campus* Cocal, localizado nas coordenadas geográficas 3° 27' 46" S e 41° 34' 57" W e altitude média de 140 m.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas experimentais com 30 sementes cada. Os tratamentos foram obtidos a partir da mistura de composto orgânico com diferentes percentuais de cinza vegetal em base peso, sendo: T1= Substrato comercial HT, T2= Composto + 0 % cinza, T3= Composto + 1 % cinza, T4= Composto + 5 % cinza, T5= Composto + 10 % cinza, T6= Composto + 15 % cinza, T7= Composto + 20 % cinza.

O composto orgânico utilizado como substrato alternativo foi obtido a partir de processo de compostagem de resíduos da atividade agropecuária e silvicultural, sendo dois tipos de esterco animal (caprino e bovino) e um resíduo vegetal (bagana de carnaúba), com a seguinte proporção: bagana de carnaúba + esterco caprino (50 %) / bovino (50 %), (2:1). Os resíduos foram escolhidos levando-se em consideração a disponibilidade na região e resultados de pesquisas anteriores. O método utilizado

para a obtenção do composto foi a compostagem com revolvimento de leiras (dinâmica) como descrito por Inácio e Miller (2009), sendo que o processo de compostagem durou 120 dias. Como substrato comercial utilizou-se o HT, que tem como matéria prima casca de pinus, turfa, vermiculita, superfosfato simples e nitrato de potássio.

O experimento foi conduzido em um viveiro de produção de mudas com as seguintes dimensões: 5,0 m de comprimento e 5,0 m de largura como medidas internas (área total de 25,0 m²) e pé direito de 3,0m, orientado no sentido leste-oeste, protegido com tela de polipropileno com 50% de sombreamento sobre todos os lados (parte superior e lateral). O cultivo foi realizado em bandejas plásticas com 200 células previamente identificadas, umedecidos com água, em seguida, semeadas sementes de melancia Crimson Sweet. As irrigações foram feitas com auxílio de borrifador manual, duas vezes ao dia, buscando-se atender a necessidade da cultura utilizando-se água de poço que abastece o campus.

Avaliou-se o percentual de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), volume de raiz (VR) e massa fresca da parte aérea (MFPA). A %E e o IVE foram determinados mediante contagens diárias do número das plântulas emergidas até a estabilização da germinação.

A %G foi calculada após a estabilização da germinação, dividindo-se o número de sementes germinadas pelo número de sementes colocadas para germinar em cada repetição e multiplicando-se por cem. Já o IVE, foi determinado pelo somatório do número de plântulas normais, emergidas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência, de acordo com a fórmula descrita por Maguire (1961).

As plantas foram coletadas aos 14 DAS, sendo retirada de cada parcela as 08 plantas centrais (parcela útil) para avaliar o desenvolvimento. Em seguida foram separadas em parte aérea e sistema radicular, e posteriormente determinadas as seguintes características: altura das plântulas (ALT), expressa em cm, medida com régua milimetrada, a partir do coleto até a gema apical; número de folhas (NF); diâmetro do caule (DC) expresso em mm, medido na base do coleto, utilizando-se um paquímetro; volume de raiz (VR) expresso em cm³, por meio do deslocamento da coluna de água em proveta graduada, ou seja, colocando-se as raízes, após lavagem, em proveta contendo um volume conhecido de água (100 mL) – pela diferença, foi obtido a resposta direta do volume de raízes, pela equivalência de unidades (1 mL = 1 cm³), segundo metodologia descrita por Basso (1999) e massa fresca da parte aérea (MFPA), expressa em grama, foi pesada em balança com precisão de 0,01g.

Os dados foram analisados estatisticamente com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2011). Os resultados de cada variável foram submetidos à análise de variância e, quando forem significativos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, as médias serão comparadas entre si aplicando-se o teste de Tukey a 5%.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando a Tabela 1, verifica-se que houve influência significativa dos tratamentos em relação ao parâmetro percentual de emergência (%E). Maior média numérica foi proporcionada pelo substrato comercial HT (controle), porém, este não diferiu estatisticamente dos compostos com 0, 1, 5 e 10 % de cinza. Quando se adicionou 15 e 20 % observou-se efeito negativo da cinza no processo germinativo. Terra *et al.* (2014) avaliando cinza vegetal na germinação e desenvolvimento de alface também verificaram menor taxa de germinação quando adicionaram cinza em quantidade mais elevada. Segundo estes autores, pode ser efeito da elevação do pH do meio ocasionado pela adição de cinza. Ademais, com o aumento do percentual de cinza aplicado, aumenta a concentração de sais no substrato. Segundo Lima *et al.* (2005), o alto teor de sais pode inibir a germinação devido a diminuição do potencial osmótico, ocasionando prejuízos as demais fases do processo.

TRATAMENTO	E (%)	IVE	NF	ALT (cm)	DC (mm)	VR (mL)	MFPA (mg)	
T1- Substrato Comercial HT		100,0 a	4,5 a	2,4 abc	10,1 c	1,6 c	0,12 b	350,0 bc
T2- Composto + 0% cinza		94,2 a	3,8 abc	3,0 a	14,1 a	2,1 ab	0,13 b	751,6 a
T3- Composto + 1% cinza		97,5 a	4,1 ab	2,8 ab	13,2 ab	2,2 a	0,15 b	721,6 a
T4- Composto + 5% cinza		90,0 a	3,9 ab	2,9 a	12,3 abc	1,9 b	0,21 a	619,7 a
T5- Composto + 10% cinza		83,3 ab	3,3 abc	2,6 ab	10,8 bc	1,6 c	0,15 b	460,3 b
T6- Composto + 15% cinza		55,0 c	2,5 c	1,9 c	5,7 d	1,3 d	0,10 bc	219,5 cd
T7- Composto + 20 % cinza		60,0 bc	2,7 bc	2,2 bc	5,0 d	1,4 cd	0,06 c	153,7 d
Valores de F		11,8 **	5,8**	8,3 **	33,2 **	34,1**	51,5 **	13,9 **
CV (%)		12,8	16,9	16,10	16,11	16,12	16,14	16,13

Tabela 1 - Valores médios para porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de planta (ALT), número de folhas por planta (NF), diâmetro do caule (DC), matéria fresca da parte aérea (MSPA) e volume das raízes (VR) de mudas de melancia aos 14 DAS.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; **Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade; nsNão significativo a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

Relativo ao índice de velocidade de emergência (IVE), foi observado comportamento semelhante ao encontrado no %E, com redução desse índice com o aumento do percentual de cinza. Além do que foi justificado para %E, supõe-se ainda que o incremento de sais provocado pelo aumento do percentual de cinza diminui a capacidade de infiltração e armazenamento de água pelo substrato, o que influencia negativamente no IVE.

O composto sem adição de cinza resultou em maior média de número de folhas (NF), no entanto, foi superior apenas a quando se adicionou 15 e 20 % de cinza ao composto. Uma possível explicação para a redução do número de folhas ocasionadas

pelos maiores percentuais de cinza está relacionado também com a diminuição do potencial osmótico. De acordo com Oliveira *et al.* (2009), o efeito osmótico induz à deficiência hídrica nas plantas, nas quais podem ocorrer alterações morfológicas e anatômicas, como formas de adaptação para reduzir as perdas de água por transpiração. Dentre as mudanças morfológicas, destaca-se a redução do número de folhas (FAGERIA, 1989).

No que concerne à altura de plantas (ALT), os compostos com 0 e 1% de cinza propiciaram médias superiores a observada no substrato comercial HT e as menores médias ocorreram nas maiores concentrações de cinza (15 e 20 %). Isso evidencia que o composto orgânico a base de bagana de carnaúba + esterco caprino e bovino apresenta grande potencial para produção de mudas e que a cinza vegetal, por ser rica em K, P, Ca e Mg (SOFIATT *et al.*, 2007), quando adicionada no percentual de 1 %, favorece o desenvolvimento de mudas de melancia aos 14 DAS.

Para a variável diâmetro do caule (DC), os compostos com 0, 1 e 5 % de cinza resultaram em médias superiores à proporcionada pelo substrato comercial HT, ao passo que as menores médias foram observadas nos compostos com 15 e 20 % de cinza. O composto adicionado de 5 % de cinza proporcionou maior volume de raízes (VR) e os demais tratamentos mostraram-se estatisticamente iguais, com exceção do composto com 20 % de cinza, que apresentou a menor média.

Em relação a matéria fresca da parte aérea (MFPA), melhores resultados foram obtidos utilizando-se composto com 0, 1 e 5 % de cinza, sendo que estes tratamentos foram superiores a todos os outros e não deferiram entre si. Menor média foi observada com a adição de 20 % de cinza ao composto. Os resultados para DC e MFPA seguem a mesma tendência, ou seja, o composto com adição de 0, 1 e 5 % superaram o substrato comercial. Segundo Terra *et al.* (2014), o substrato comercial é apenas um produto com boas condições de germinação de sementes, porém, para o desenvolvimento de plantas ele é limitado, principalmente quando utilizado isoladamente sem fornecimento de adubos solúveis após a germinação, uma vez que possui baixo teor nutricional. Assim, considerando o baixo poder aquisitivo dos pequenos agricultores e o fato de que na agricultura orgânica não é permitido utilização de fertilizantes químicos, a utilização de composto orgânico à base de bagana de carnaúba + esterco caprino e bovino com adição de cinza no percentual de no máximo 5 %, mostrou ser uma alternativa viável para produção de mudas de melancia, diminuindo os custos e contribuindo para uma agricultura mais sustentável.

4 | CONCLUSÕES

A adição de cinza vegetal ao substrato, em percentuais acima de 5%, promove efeito negativo na germinação e desenvolvimento de mudas de melancia.

O composto orgânico à base de bagana de carnaúba + esterco caprino e bovino proporciona a produção de mudas com qualidade superior ao obtido com substrato

comercial.

A produção de mudas de melancia pode ser realizada utilizando composto orgânico produzidos com resíduos gerados na propriedade rural, diminuindo os custos e contribuindo para uma agricultura mais sustentável.

REFERÊNCIAS

- BASSO, S. M. S. Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia DC.* e *Lotus L.* 1999. 268p. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- BARROS, M. M.; ARAÚJO, W. F.; NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, A. J.; TOSIN, J. M. Produção e qualidade da melancia submetida a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p.1078-1084, 2012.
- BEZERRA, F. C.; FERREIRA, F. V. M.; SILVA, T. C. Produção de mudas de berinjela em substratos à base de resíduos orgânicos e irrigadas com água ou solução nutritiva. **Horticultura brasileira**, v. 27, p.1348-1352, 2009.
- BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; GUIMARÃES, S. L.; POLIZEL, A. C. Desenvolvimento e produção de *Crotalaria juncea* adubada com cinza vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, p. 371-379, 2011.
- FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425p. EMBRAPA CNPAF (Documento 18).
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia modernana produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- INACIO, T. C.; MILLER, P. R. M. **Compostagem**: ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 154 p.
- LIMA, A. S.; ALVES, J. M.; SILVA, F. L.; SANTOS, J. M.; MESQUITA, E. F.; GUERRA, H. O. C. Substratos e níveis de reposição de água na produção de mudas de melancia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, p. 2010 - 2021, 2017.
- LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; ABREU, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, p. 54-61, 2005.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; FERNANDES, H. S.; MAUCH, C. R.; SILVA, J. B. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 164-170, 2000.
- OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, F. A.; GUIMARÃES, I. P.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; FREITAS, A. V. L.; MEDEIROS, M. A. **Bioscience Journal**, v. 25, p. 66-74, 2009.
- PIVA, R. Adubação de videiras cultivares Isabel e Bordô (*Vitis labrusca L.*) para sistemas orgânicos

de produção. Guarapuava – PR: Universidade Estadual do Centro-Oeste, Dissertação Mestrado em Produção Vegetal, 2011. 57 p.

SILVA JÚNIOR, J. V.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; BRITO, L. P. S.; AVELINO, R. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Aproveitamento de materiais alternativos na produção de mudas de tomateiro sob adubação foliar. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 528-536, 2014.

SOFIATT, L. G. B. Cinza de madeira e lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, p. 144-152, 2007.

TERRA, M. A.; LEONEL, F. F.; SILVA, C. G.; FONSECA, A. M. Cinza vegetal na germinação e no desenvolvimento da alface. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, p. 11-17, 2014.

PRODUÇÃO DE ÓLEO D-LIMONENO A PARTIR DA CASCA DA LARANJA PARA USAR COMO COMBUSTÍVEL EM MOTOR A DIESEL

Letícia de Melo Ferreira Silva

Centro Universitário Tabosa de Almeida – ASCES/
UNITA

Caruaru – Pernambuco

Emília Juliana Ferreira da Silva

Centro Universitário Tabosa de Almeida – ASCES/
UNITA

Caruaru - Pernambuco

Henrique John Pereira Neves

Centro Universitário Tabosa de Almeida

Caruaru - Pernambuco

RESUMO: A procura por energia é um fator alarmante desde o início da história humana, e tendo como fonte o combustível (substância que ao reagir com o oxigênio, produz calor, gases ou chamas), então a energia liberada durante esse processo é de fundamental importância para as atividades humanas e produção industrial, pois grande parte das máquinas funcionam a partir de energia combustível. A biomassa é uma das fontes de energia renovável de crescimento mais rápido, que pode ser obtida de resíduos florestais, vegetais, industriais e urbanos. Devido à alta disponibilidade deste material, vários estudos tenderam ao uso destes resíduos como fonte energética para a produção de etanol de segunda geração. Composto por celulose e hemicelulose, este substrato se torna de grande interesse industrial devido à facilidade

de fermentação após hidrólise do arcabouço celulósico. O aproveitamento de biomassa de frutas para obtenção de etanol acarreta em uma melhoria da qualidade ambiental, impedindo a destinação para os aterros sanitários. A laranja é uma fruta tropical que usualmente têm perdas maiores, devido a sua suscetibilidade a colheita, transporte e pós-colheita, quando inadequados. Com isso, ao chegar a mercados e feiras, os resíduos (biomassas), na sua maioria, são descartadas e lançadas no meio ambiente e não apresentando nenhuma forma de reaproveitamento. O estudo mostra a possibilidade de obter óleo D-Limoneno a partir da cascas de laranja para usar como combustível em motor a diesel. Essa alternativa é ambientalmente sustentável e possibilita a redução do uso de combustíveis fósseis e o reaproveitamento de resíduos orgânicos.

PALAVRAS-CHAVE: D-Limoneno, combustível, casca de laranja, motor diesel.

ABSTRACT: The search for energy is an alarming factor since the beginning of human history, and having as fuel (substance that reacts with oxygen, produces heat, gases or flames), then the energy released during this process is fundamental importance for human activities and industrial production, since most of the machines work from fuel energy. Biomass is one of the fastest growing renewable energy

sources that can be obtained from forest, plant, industrial and urban waste. Due to the high availability of this material, several studies have tended to use this waste as an energy source for the production of second generation ethanol. Composed of cellulose and hemicellulose, this substrate becomes of great industrial interest due to the ease of fermentation after hydrolysis of the cellulosic scaffold. The use of biomass of fruits to obtain ethanol leads to an improvement in environmental quality, preventing the use of landfills. Orange is a tropical fruit that usually have greater losses, due to its susceptibility to harvest, transport and post-harvest, when unsuitable. As a result, when they reach markets and fairs, most of the waste (biomass) is discarded and dumped in the environment and does not have any form of reuse. The study shows the possibility of obtaining D-Limonene oil from orange peels for use as diesel fuel. This alternative is environmentally sustainable and enables the reduction of the use of fossil fuels and the reuse of organic waste

KEYWORDS: D-Limonene, fuel, orange peel, diesel engine.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e os altos padrões de vida são processos complexos que compartilham um denominador comum: a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável de energia (HINRICHS; KLEINBACH, 2010).

Durante muito tempo, a energia foi negligenciada na promoção do desenvolvimento sustentável a nível internacional. Esta tem, porém, um papel central nas três dimensões do desenvolvimento sustentável: dimensão social (luta contra a pobreza), dimensão económica (segurança do aprovisionamento) e dimensão ambiental (proteção do ambiente) (SANTOS, 2005).

A exploração intensa do petróleo, apesar de ter sido utilizado na Antiguidade, começou mais tarde, em 1853, com a descoberta do processo da destilação em querosene pelo cientista polaco Ignacy Lukasiewicz, o qual era economicamente mais vantajoso quando comparado com os óleos usados na altura. A segunda metade do século XIX ficou marcada por descobertas que revolucionaram a procura e a exploração do petróleo. Destas descobertas destacam-se: o método da extração de petróleo do subsolo, invenção de Edwin Drake, e o motor de combustão interna, que utilizava gasolina como combustível, invenção de Nikolaus Otto. Esta situação levou ao crescimento exponencial do consumo de petróleo como fonte primária de energia. O gás natural só começou a ser utilizado a partir de 1950 (DUARTE SANTOS, 2007)

Desde a entrada da Mercedes Benz Caminhões no mercado brasileiro, em 1953, a política de transportes adotada foi a de priorizar rodovias, em detrimento de ferrovias ou hidrovias. Desde então, o consumo de diesel foi cada vez mais incrementado e hoje se encontra numa escala muito importante na economia do país. Em 1998, o óleo diesel correspondeu a 12,3% do consumo energético do Brasil (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1999).

Historicamente a biomassa foi largamente empregada como fonte de obtenção de diversos materiais, tais como fibras, polímeros e combustíveis, e este interesse pode ser atribuído ao seu caráter renovável e sua ampla disponibilidade (CHIEN, 1992).

O limoneno é um hidrocarboneto, classificado como terpeno monocíclico, que constitui a maior parte na composição do óleo essencial de plantas cítricas e apresenta interessantes atividades. Geralmente extraído por uso de pressão ou vapor a partir das cascas de algumas espécies de citros, como por exemplo, laranja, limão e tangerina, e esta presente em uma série de outros óleos essenciais (FERRARINI et al., 2008).

2 | OBJETIVO

Produzir o óleo D-Limoneno utilizando cascas de laranja para usar como combustível em motor a diesel.

3 | METODOLOGIA

Para produzir o d-limoneno, foi utilizada como matéria prima as cascas de laranja (resíduo esse que não tem destinação correta), e esta, passa por um processo, onde:

- As cascas são postas no vidro de relógio e pesadas em uma balança;
- Com o auxílio de um liquidificador, mistura as cascas já pesadas com água destilada;
- A mistura é levada para um balão de vidro com o auxílio de um funil e um bastão de alumínio;
- Levar o balão já com a mistura para a manta aquecedora onde dará início a destilação, (que quando atingir a temperatura de 90°C entrará em ebulição, e será condensado, chegando ao final do processo da destilação o óleo e água).
- Para separar o óleo, usa-se um suporte universal, mufa e um decantador, assim conseguimos obter como produto final o óleo d-limoneno.



Figura 1. processo de arraste a vapor, para produção do D-Limoneno.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o método de arraste a vapor, observou-se que para cada 500g de casca obtém-se 10mL de óleo, depois foi feito a teste de chama percebendo que o óleo d-limoneno tem capacidade combustível.

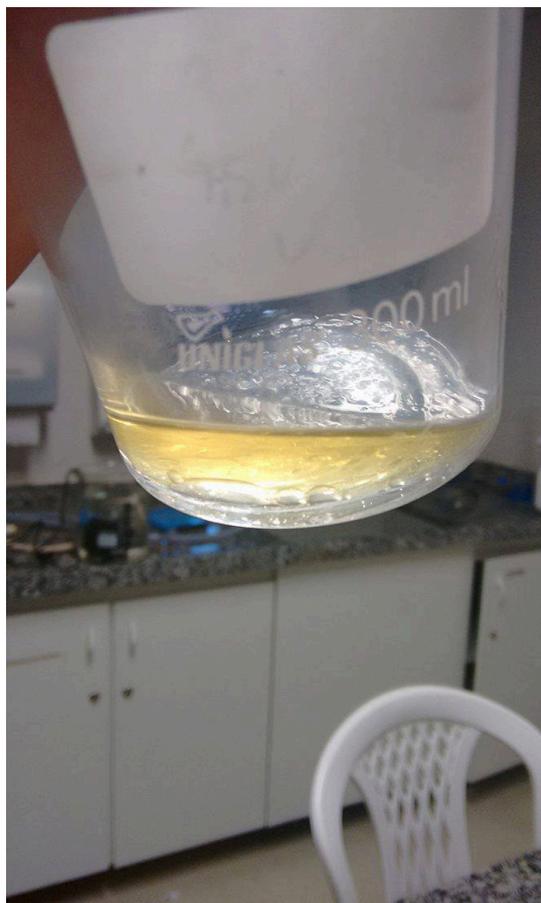


Figura 2: óleo extraído em um processo.

No teste de chama, comparado com o mesmo teste para o diesel comercial,

mostrou que para o mesmo volume de diesel e de limoneno, o tempo de combustão foi o mesmo, 10 mL, tempo de combustão de aproximadamente 5 minutos para as duas substâncias, assim como pegou-se um motor de aeromodelo à diesel e utilizando-se 10 mL de limoneno, fez-se o motor funcionar sem falha no funcionamento.

5 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir a partir do estudo realizado, que a bioenergia hoje é uma das melhores soluções para aplicações em energias limpas, e partindo de resíduos que não teriam utilidade, e ainda faria uma grande massa destinada a aterros sanitários (acumulando um problema que como muitos outros podem ser solucionados). A produção de óleo a partir da casca de laranja é um exemplo de como pode ser aplicado um destes resíduos sólidos orgânicos e conseguindo fazer um motor à diesel funcionar.

REFERÊNCIAS

CHIEN, W.Y. **Novel drug delivery systems**, 2º Ed, v.50. cap 7, 1992.

DUARTE SANTOS, Filipe; **Que futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente**, Lisboa: Gradiva, Novembro 2007.

FERRARINI, S.R., DUARTE, M.O., ROSA, R.G., ROLIM, V., EIFLER-LIMA, V.L., VON POSER, G., RIBEIRO, V.L. **Acaricidal activity of limonene, limonene oxide and β -amido alcohol derivatives on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus***. Veterinay Parasitology, v. 157, p. 149-153, 2008.

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Thomson, 2010.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Balço Energético Nacional**. Brasília: MME, 1999.

SANTOS, B. S. **Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade**. São Paulo: Cortez; 2005.

TIENNE, L; DESCHAMPS, M. C; ANDRADE, A. M. **Produção de carvão e subprodutos da pirólise da casca e do bagaço de laranja (*Citrus sinensis*)**. Revista Biomassa e Energia. v.1, p.191-197, 2004.

PRODUÇÃO DE SORGO CULTIVAR SS318 EM CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO COM FEIJÃO CAUPI EM DOIS ESPAÇAMENTOS

Daniel Parente Barbosa

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA
Santarém - Pará

Caroline Pimentel Maia

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA
Santarém – Pará

Andressa Santana Costa

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA
Santarém – Pará

Andréa Krystina Vinente Guimarães

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA
Santarém - Pará

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da combinação de dois espaçamentos das culturas do sorgo e feijão-caupi consorciados ou não em comparação ao plantio solteiro do sorgo sobre as suas características produtivas. O experimento foi executado nas dependências da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, em Santarém, Pará. Utilizou-se delineamento experimental casualizado, em esquema fatorial 2x2 (2 espaçamentos 0,25 e 0,50m entre plantas; e 2 cultivos: consorciado com feijão-caupi e solteiro), sendo quatro tratamentos (Tratamento 1: sorgo solteiro com espaçamento de 0,50m; Tratamento 2: sorgo + feijão com espaçamento de 0,50m; Tratamento 3: sorgo solteiro com espaçamento de 0,25m e

tratamento 4: sorgo + feijão com espaçamento de 0,25m) com quatro repetições cada. Aos 35 dias após as sementes emergirem, foram aferidas: altura das plantas, número de perfilho e número de folhas. Aos 90 dias aferiu-se, além das citadas, o número de folhas mortas, matéria verde, matéria seca. Os resultados foram comparados utilizando o teste t, ao nível de 5% de significância. Não houve diferenças significativas na altura das plantas entre o cultivo do sorgo solteiro e o cultivo do sorgo consorciado com o feijão-caupi, mesmo aos 35 dias após o plantio. Aos 90 dias a altura do sorgo apresentou comportamento diferenciado, onde as plantas com 0,25m de espaçamento apresentaram-se maiores. Apenas as variáveis matéria verde do colmo, matéria verde da panícula, matéria seca da panícula, apresentaram diferença significativa. As plantas de sorgo apresentaram melhores resultados quando plantadas com 0,25m de espaçamento e consorciadas com feijão-caupi.

PALAVRAS - CHAVE: Matéria seca, produtividade, *Vigna unguiculata*.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of the combination of two sorghum and cowpea crop spacings, combined or not, in comparison to single sorghum plantation on its productive characteristics. The experiment was carried out in the Federal University of

West Pará - UFOPA, in the state of Pará, Brazil. The experiment was developed with a randomized design, in a 2x2 factorial scheme (2 spacings 0.25 and 0.50m between plants and 2 crops: consortium with single cowpea) and four treatments (Treatment 1: single sorghum with spacing of 0.50 m; Treatment 2: sorghum + beans with spacing of 0.50 m; Treatment 3: single sorghum with spacing of 0.25 m and treatment 4: sorghum + beans with spacing of 0.25 m) with four replicates each. After 35 days post the seeds emerged, they were measured: plant height, till number and number of leaves. After 90 days, the number of dead leaves, green matter and dry matter were measured. The means were compared using the t test at the 5% level of significance. There were no significant differences in plant height between single sorghum cultivation and sorghum intercropped with cowpea, even at 35 days after planting. After 90 days the height of the sorghum presented a differentiated response, where the plants with 0.25m spacing were larger. Only the variables green stem matter, green matter of panicle, dry matter of panicle, presented significant difference. Sorghum plants presented major values when planted with 0.25m of spacing and consorciated with cowpea.

KEYWORDS: Dry matter, productive, *Vigna unguiculata*

1 | INTRODUÇÃO

As plantas consorciadas competem entre si pelos fatores de produção, tais como luz, água, nutrientes, minerais, entre outros, mas quando se agrupa plantas com diferenças exigências produtivas essa competição diminui e há uma melhor eficiência de produção, além do que no consórcio ocorre complementaridade em função das diferenças espaciais e temporais (TAVORA et al., 2007).

O sorgo, embora não tenha em média um valor nutritivo superior ou igual o do milho, é uma planta mais tolerante ao déficit hídrico (BOTELHO *et al.*, 2010), este é o principal motivo de ser utilizado como o substituto do milho em condições de baixo índice de chuvas. Além da tolerância a secas e veraneio, o sorgo, por conta de suas características fenotípicas, que correspondem a facilidade de plantio, manejo, colheita e também no armazenamento, possui uma menor exigência nutricional quanto à fertilidade do solo e uma maior produção por área em relação ao milho, assim sendo uma planta totalmente adaptada ao processo de ensilagem (REZENDE et al., 2011).

Em produção de forragens, alguns fatores são de grande importância para o aumento tanto da produtividade quanto da qualidade da produção, fatores estes como determinar a densidade de semeadura, espaçamentos entre linhas ideias para cada tipo de manejo entre outros (BERENQUER e FACI, 2001)

O feijão – caupi (*Vigna unguiculata*) é uma boa opção de forrageira para consorcio por diminuir os riscos de perda da produção em casos de veraneios, isso por que é tolerante a altas temperaturas, ao déficit hídrico, apresenta ciclo médio de 90 dias, além de ter reduzida capacidade competitiva (MATOSO et al., 2013).

As gramíneas possuem um papel importante na pecuária brasileira, por fornecer alimento aos rebanhos, assim é indispensável, principalmente nas áreas onde ocorrem

secas que se cultive forragem adaptadas, o sorgo é um exemplo, possui tolerância ao déficit hídrico e a baixa fertilidade, e não tolera baixas temperaturas, devendo ser cultivado em áreas onde a temperatura média é superior a 20°C (MORGADO, 2016; BUSO et al, 2012).

Objetivou-se avaliar o efeito da combinação de dois espaçamentos (0,25 e 0,50m) das culturas do sorgo e feijão-caupi consorciados ou não em comparação ao plantio solteiro do sorgo sobre as suas características produtivas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado nas dependências da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, localizada na rodovia Curuá-una, Km 37, em Santarém, Pará.

A classificação climática da região norte caracteriza-se com tipo Am de acordo com a classificação de Köppen, com clima quente e úmido, e temperaturas médias, máximas e mínimas anuais oscilando, respectivamente, entre 25 e 26°C, 30 e 31°C e 21 e 23°C, enquanto que a precipitação pluviométrica apresenta valores anuais oscilantes em torno de 2.000 mm, com distribuição irregular durante os meses, mostrando a ocorrência de dois períodos nítidos de chuvas, com o mais chuvoso abrangendo o período de dezembro a junho, concentrando mais de 70% da precipitação anual, e outro com menos chuva, compreendendo os demais meses do ano (OLIVEIRA JÚNIOR & CORREA, 2001).

A área experimental foi preparada inicialmente com duas gradagens. As características químicas do solo da área experimental no momento da semeadura estão apresentadas na Tabela 1.

PROF	pH	MO	K	P	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	V
Cm	CaCl ₂	dag/Kg	mg/dm ³	cmol/dm ³					%	
0-20	5,8	1,99	68,00	36,08	2,10	1,00	0,10	3,24	3,27	6,51	50,30
20-40	5,7	1,29	46,00	28,18	1,80	0,10	0,10	2,32	2,92	5,24	55,69

Tabela 1. Características químicas do solo anteriormente ao cultivo do sorgo
PROF – Profundidade

Utilizou-se delineamento experimental casualizado, em esquema fatorial 2x2 (2 espaçamentos 0,25 e 0,50m entre plantas; e 2 cultivos: consorciado com feijão-caupi e solteiro), sendo quatro tratamentos com quatro repetições cada. Foram 16 parcelas com área de 24,5m² (3,5 x 7m), sendo o tratamento 1: sorgo solteiro com espaçamento de 0,50m; Tratamento 2: sorgo + feijão com espaçamento de 0,50m; Tratamento 3: sorgo solteiro com espaçamento de 0,25m e tratamento 4: sorgo +

feijão com espaçamento de 0,25m.

O híbrido utilizado foi o Sorgo SS-318 (*Sorghum bicolor*) com feijão-caupi (*V. unguiculata*).

As culturas de sorgo foram semeadas em linhas espaçadas de 75 cm, e espaçamento entre plantas de 0,25 e 0,50m. Nos tratamentos consorciados, o feijão foi semeado na entrelinha do sorgo. Para fins de avaliação, descartaram-se as bordaduras, além de um metro das extremidades.

Foi realizada uma adubação química na área experimental utilizando NPK formulação 10-10-10 em todos os tratamentos, a fim de atender 80kg/ha de N, 100kg/ha de P e 80kg/ha de K para completar o fornecimento de P e K, as fontes utilizadas foram superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A semeadura foi manual e no plantio foi aplicado 50% de adubo, o restante foi aplicado aos 35 dias após a emergência. A irrigação foi realizada conforme as necessidades da cultura.

Aos 35 dias após as sementes emergirem, foram aferidas: altura das plantas, número de perfilho e número de folhas. Aos 90 dias aferiu-se, além das citadas, o número de folhas vivas e mortas, produção de matéria verde (MV), obtida a partir da pesagem de plantas selecionadas aleatoriamente dentro da área útil de cada parcela, e produção de matéria seca (MS), obtida a partir da diferença entre o teor de MS e do teor de MV.

Para a determinação da matéria seca, foram selecionadas 10 plantas de cada parcela e separadas em folhas, colmo e panícula, pesadas e levadas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, em seguida pesados novamente.

Os resultados foram submetidos à análise estatística utilizando-se o Sistema de Análises de Variância - Sisvar (FERREIRA, 2011) e, para a comparação de médias, foi utilizado o teste t, ao nível de 5% de significância.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância demonstraram que não houve diferenças significativas nos parâmetros biométricos de altura por planta entre o cultivo do sorgo solteiro e o cultivo do sorgo consorciado com o feijão-caupi mesmo aos 35 dias após o plantio (Tabela 2), esse resultado assemelha-se com o trabalho de (MAGALHÃES, 2013). Entende-se que nesta fase inicial de germinação e emergência, as plantas por serem de tamanho reduzido e com sistema radicular pouco desenvolvido não competem entre si pelos fatores essenciais, principalmente, água e nutrientes. Verificase, que aos 90 dias após a emergência, a altura do sorgo apresenta comportamento diferenciado entre os espaçamentos, onde as plantas cultivadas com 0,25m de espaçamento apresentaram-se maiores (Tabela 3).

As variáveis: Número de Folhas e Número de Perfilhos apresentaram significância na interação Cultivo x Espaçamento ($P < 0,05$). Apesar da altura das plantas de sorgo

não significância em relação a interação, quando analisadas individualmente (cultivo e espaçamento), a variável mostrou-se significativa.

O número de folhas mortas não diferiu ($P>0,05$) na interação cultivo x espaçamento. O número de folhas vivas, altura e número de perfilhos diferiram ($P<0,05$) na interação. As alturas das plantas de sorgo foram maiores no tratamento consorciado com 0,25 m de espaçamento. Acredita-se que este resultado se deu por conta da competição entre as plantas.

Variáveis	Média	CV	0,25 m		0,50 m		P Cultivo	P Esp.	P Cultivo x Esp.
			Cons.	Solt.	Cons.	Solt.			
NF	11,26	37,61	11,95 a	9,64b	10,85b	13,58a	0,04	0,0001	0,0000
ALT (cm)	58,66	22,75	61,00 a	58,31b	59,81a	53,27b	0,0003	0,008	0,09
NP	0,54	172,91	0,57 a	0,23b	0,54b	1,16a	0,60	0,000	0,0000

Tabela 2. Decomposição da interação cultivo x espaçamento das plantas de Sorgo aos 35 dias
 NF – Número de folhas por planta; ALT – Altura; NP – Número de perfilho por planta; CV – Coeficiente de Variação; Cons. – Consórcio; Solt. – Solteiro; Esp. – Espaçamento; P – Probabilidade. Médias seguidas das mesmas letras, nas linhas, não diferem entre si pelo teste T ($P>0,05$), dentro do mesmo espaçamento.

Variáveis	Média	CV	0,25 m		0,50 m		P Cultivo	P Esp.	P Cultivo x Esp.
			Cons.	Solt.	Cons.	Solt.			
NFV	4,41	48,67	4,14 a	4,28 a	4,20 b	5,47a	0,005	0,001	0,003
NFM	8,23	34,76	7,07 a	7,14 a	10,52 a	10,74a	0,62	0,000	0,75
ALT (cm)	196,48	14,85	209,56 a	199,71b	189,57a	168,7b	0,000	0,000	0,03
NP	0,2	249,22	0,14 a	0,07 a	0,32 b	0,50a	0,74	0,000	0,0068

Tabela 3. Decomposição da interação cultivo x espaçamento das plantas de Sorgo aos 90 dias
 NFV – Número de folhas vivas; NFM – Número de folhas mortas; ALT – Altura; NP – Número de perfilhos; CV – Coeficiente de Variação; Cons. – Consórcio; Solt. – Solteiro; Esp. – Espaçamento; P – Probabilidade. Médias seguidas das mesmas letras, nas linhas, não diferem entre si pelo teste T ($P>0,05$), dentro do mesmo espaçamento.

Variáveis (g/planta)	Média	CV	0,25 m		0,50 m		P Cultivo	P Esp.	P Cultivo x Esp.
			Cons.	Solt.	Cons.	Solt.			
MVF	29,15	45,58	25,75a	26,63a	31,50a	32,75a	0,92	0,0053	0,6100
MVC	156,75	29,9	145,62a	150,13a	180,8a	150,5b	0,084	0,017	0,0202
MVP	99,5	28,55	91,25a	93,63a	155,88a	97,25b	0,07	0,002	0,0200
MSF	9,64	53,75	8,23a	7,50a	11,63a	11,23a	0,49	0,0000	0,8400
MSC	45,81	28,42	43,25a	42,13a	53,00a	44,88a	0,026	0,0028	0,0900
MSP	72,78	28,52	68,13a	67,38a	85,63a	70,0b	0,01	0,0026	0,0240

Tabela 4. Produção de matéria verde da folha (MVF), matéria verde do colmo (MVC), matéria verde da panícula (MVP), matéria seca da folha (MSF), matéria seca do colmo (MSC) e matéria seca da panícula (MSP) do sorgo híbrido SS318 em função do cultivo e espaçamento

CV – Coeficiente de Variação; Cons. – Consórcio; Solt. – Solteiro; Esp. – Espaçamento; P – Probabilidade. Médias seguidas das mesmas letras, nas linhas, não diferem entre si pelo teste T ($P > 0,05$), dentro do mesmo espaçamento.

Os valores da tabela 4 se assemelham a de PERAZZO et al. 2013 onde destacaram que o sorgo com porte alto, como a cultivar utilizada para esse experimento, tende a ter maior porcentagem de colmo e lâmina foliar e conseqüentemente mais biomassa, por outro lado, quando possui porte baixo têm melhor produção de panícula e matéria seca.

No presente trabalho, ao nível de significância ($P < 0,05$), apenas as variáveis matéria verde do colmo matéria, verde da panícula, matéria seca da panícula, mostraram diferença.

4 | CONCLUSÃO

As plantas de sorgo apresentaram melhores resultados em relação ao porte e, conseqüentemente, à quantidade de matéria verde produzida quando plantadas com 0,25m de espaçamento e consorciadas com feijão-caupi.

REFERÊNCIAS

BERENQUER, M. J.; FACI, J. M. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yieldcompensation processes under different plant densities and variable water supply. *European Journal of Agronomy*, v.15, p.43-55, 2001.

BOTELHO, P. R. F.; PIRES, D. A. A.; SALES, E. C. J.; ROCHA JUNIOR, V. R.; REIS, S. T. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de**

Milho e Sorgo, v.9, n.3, p. 287-297, 2010.

BUSO, W.H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B.; FRANÇA, A.F.S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **PUBVET**, v.5, n.23, Ed. 170, Art. 1145, 2012.

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

MAGALHÃES, P.C.; SOUZA, T.C.; RODRIGUES, J.A.S. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J.A.S. (ed.). Cultivo do sorgo. 8.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Sistema de Produção, 2). Disponível em:http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/expediente.htm. Acesso em: 24 de nov. 2013.

MORGADO, L. B. A review of maize-beans and maize-cowpea intercrop systems in the semiarid northeast Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, p.179-192, 2016.

MATOSO, A.O. **Desempenho agrônomo de feijão-caupi e milho semeados em faixas na safrinha**. Botucatu, SP. 2016. 9p.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; CORREA, J.R.V. **Aptidão agrícola dos solos de Município de Belterra, Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 21 p. 2001.

PERAZZO, A.F.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; CAMPOS, F.S.; RAMOS, J.P.F.; AQUINO, M.M.; SILVA, T.C.; BEZERRA, H.F.C. Características agrônomicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1771-1776, 2013.

REZENDE, P.M.; ALCANTARA, H.P.; PASSOS, A.M.A.; CARVALHO, E.R.; BALIZA, D.P.; OLIVEIRA, G.T.M. Rendimento forrageiro da rebrota do sorgo em sistema de produção consorciado com soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.362-368, 2011.

TÁVORA, F.J.A.F.; SOUZA, M.L.O.; BLEICHER, E.; PITOMBEIRA, J.B. Efeito do consórcio do milho (*Zea mays* L.) com feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no rendimento de grãos, uso eficiente da terra e ocorrência de pragas. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, p.196-205, 2007.

PRODUTIVIDADE DA ALFACE LISA EM EMBALAGENS REAPROVEITADAS PARA CULTIVO DE HORTALIÇAS

Edvirges Conceição Rodrigues

Mestranda em Agroecologia – Universidade Federal de Viçosa, UFV-MG, edvirges.rodrigues@ufv.br

Wânia dos Santos Neves

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Epamig Sudeste, Viçosa-MG, waniaepamig@yahoo.com.br

RESUMO: O cultivo de hortaliças em pequenos espaços é feito em recipientes de plástico, como os tradicionais vasos de plantas, ou em embalagens reaproveitadas, como alternativa para redução do custo de produção e melhoria do meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade da alface lisa (*Lactuca sativa* L.) em diferentes embalagens plásticas reaproveitadas para plantio. Os recipientes usados foram potes de sorvete de 2 litros, garrafas PETs de 2 litros cortadas na horizontal e na vertical, potes de manteiga de 500 gramas, vasos de 2 litros e caixas de leite cortadas na horizontal. Os parâmetros avaliados foram número de folhas, altura da parte aérea, peso fresco da parte aérea e diâmetro da planta. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para

maior número de folhas os melhores recipientes foram os potes de sorvete e as garrafas PET cortadas na horizontal e vertical. Os valores de altura da planta foram maiores no plantio em garrafas PET cortadas na horizontal e nos vasos. Em relação ao diâmetro das plantas os potes de sorvete, garrafas PET de 2 litros cortadas na vertical e os vasos foram o que resultaram em maiores valores. O peso da parte aérea não diferiu estatisticamente em nenhum dos tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: hortas domésticas, recipientes para plantio, *Lactuca sativa*

ABSTRACT: The vegetables cultivation in small spaces is done in plastic containers such as traditional pots of plants or in recycled containers, a alternative to cost reduction and enviroment improvement. The objective of this work was evaluate the productivity of the smooth lettuce (*Lactuca sativa* L.) in different reused plastic containers. The containers used were 2-liter ice-cream pots, 2-liter PET bottles cut horizontally and vertically, 500-gram butter pots, 2-liter plant pots, and horizontal cut milk box. The evaluated parameters were leaf number, shoot height, fresh shoot weight and plant diameter. The experimental design was a completely randomized design with three replicates per treatment. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by

the Tukey test at 5% of significance. For greater number of leaves the best containers were the ice cream pots and the PET bottles cut horizontally and vertically. The height values of the plant were higher in planting in PET bottles cut horizontally and plant pots. Regarding the diameter of the plants the ice cream pots, 2 liter PET bottles cut vertically and plant pots were resulted in higher values. The weight of the aerial part did not differ statistically in all treatments.

KEY WORDS: domestic vegetable gardens, containers for planting, *Lactuca sativa*

1 | INTRODUÇÃO

O cultivo de hortaliças em residências vem crescendo muito nos últimos anos já que a pessoas estão em busca de alimentos frescos e de uma alimentação mais saudável com a produção de alimentos sem o uso de agrotóxicos. O cultivo sem agrotóxico agregando valores ao produto quando comercializado, gera uma fonte de renda ao pequeno produtor e a famílias de baixa renda que adotam esse sistema de cultivo em hortas domésticas. Em residências onde não há espaço para o cultivo em canteiros a opção é o uso de vasos que podem ser colocados no chão ou em paredes no modelo de hortas suspensas. Aliado a isso, o reaproveitamento de embalagens como recipientes para plantio surge como alternativa para redução do custo de produção e do lixo urbano que é um dos grandes problemas ambientais da atualidade.

Relacionado às questões que surgem quanto ao tamanho dos recipientes para plantio o que consta na literatura é necessário ter conhecimento de qual o tipo de raiz que cada planta desenvolve. Em geral a indicação é que em recipientes pequenos e rasos, como garrafas pets e caixas de leite, é recomendado o plantio de espécies de raízes curtas e em recipientes grandes e fundos, como vasos e jardineiras, podem ser plantadas espécies de raízes longas. No caso da alface, por exemplo, as recomendações de cultivo incluem plantio em locais de plena luz, regas frequentes e plantio em solo raso já que suas raízes são curtas.

Como a alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças folhosas mais produzidas e conhecidas no mundo apresentando uma importância comercial pelo seu vasto consumo em todo o território nacional (Oliveira et al, 2010), essa hortaliça foi nosso objeto de estudo no que se refere ao recipiente ideal tomando como base os parâmetros da produtividade da cultura. Sendo assim, o objetivo do nosso trabalho foi avaliar a produtividade da alface com seu cultivo em diferentes embalagens plásticas reaproveitadas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado em ambiente protegido na Epamig Sdeste, localizada no município de Viçosa (MG), no período entre 03 de junho e 05 de agosto de 2017. A temperatura média nesse período foi de 17,6 °C com mínima de 10,4 °C e máxima de

25,3 °C. O substrato utilizado para plantio foi uma mistura de solo, areia e esterco de boi na proporção de 3:2:1, respectivamente. As mudas da alface lisa foram produzidas em tubetes contendo substrato organo-mineral Plantmax® e transplantadas para os diferentes recipientes 15 dias após a semeadura, quando tinha de cinco a seis folhas definitivas. As irrigações foram realizadas com regador, duas vezes ao dia.

Os recipientes usados foram potes de sorvete de 2 litros (T1), garrafas PETs de 2 litros cortadas na horizontal (T2) e na vertical (T3), potes de manteiga de 500 gramas (T4), vasos de 2 litros (T5) e caixas de leite cortadas na horizontal (T6). O volume de substrato usado nos recipientes foi de 1500 mL (T1), 1750 mL (T2), 750 mL (T3), 400 mL (T4), 1500 mL (T5) e 750 mL (T6).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. Os tratamentos foram os recipientes usados para o cultivo da alface, totalizando seis tratamentos. Os parâmetros utilizados na avaliação da produtividade da alface foram número de folhas, altura da parte aérea da planta, peso fresco da parte aérea da planta e diâmetro da planta. Para avaliar a massa fresca das plantas foram descartadas as folhas velhas da extremidade e foi utilizada uma balança digital 0,01 g de precisão em que foram pesadas as plantas cortadas na base do caule. Para determinação do número de folhas, foram destacadas todas as folhas com tamanho maior que 0,03 m da planta e contadas separadamente. A altura da planta foi medida da base do caule até a extremidade da folha de maior comprimento. Para a obtenção do diâmetro foi medido o comprimento da reta passando pelo centro tocando os dois pontos na borda das folhas externas de lado opostos. Os dados foram submetidos à análise da variância, utilizando o programa estatístico SAEG (SAEG, 2007) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas condições em que o presente trabalho foi desenvolvido foi verificado que em relação ao número de folhas nos potes de sorvete de 2 litros, garrafas PETs de 2 litros cortadas na horizontal e garrafas PETs de 2 litros cortadas na vertical não diferiram entre si, mas resultaram em plantas com maior número de folhas que as plantas cultivadas em potes de manteiga, vasos de 2 litros e caixas de leite cortadas na horizontal (Figura 1).

Os recipientes nos quais as plantas resultaram em maiores valores de altura foram as garrafas PETs de 2 litros cortadas na horizontal e vasos de 2 litros. Em plantas cultivadas em potes de sorvete, garrafas PETs cortadas na vertical e em caixas de leite cortadas na horizontal os valores em relação à altura da planta não diferiram entre si, mas seus valores foram superiores aos obtidos em plantas cultivadas em potes de manteiga de 500 gramas (Figura 2).

Quanto ao diâmetro das plantas, o cultivo em potes de sorvete e garrafas PETs cortadas na horizontal não diferiram entre si e resultou nos maiores valores

encontrados que foi em média 29,1 cm. Nas plantas cultivadas em garrafas PETs cortadas na horizontal e em vasos de 2 litros foi obtido em média 28,2 cm de diâmetro não diferindo entre si. No cultivo realizado em caixas de leite cortadas na horizontal e em potes de manteiga os valores do diâmetro das plantas encontrados foram de 27, 5 e 25,3 cm, respectivamente, e foram diferentes entre si (Figura 3).

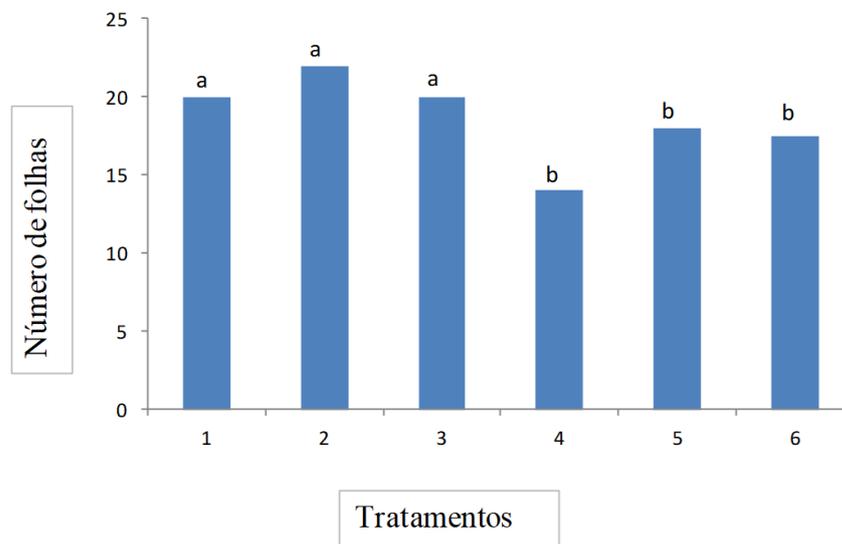


Figura 1. Número de folhas em plantas de alface cultivadas por um período de sessenta dias em diferentes recipientes: T1: potes de sorvete de 2 litros, T2 e T3: garrafas PETs de 2 litros cortadas na horizontal e na vertical, T4: potes de manteiga de 500 gramas, T5: vasos de 2 litros e T6: caixas de leite cortadas na horizontal.

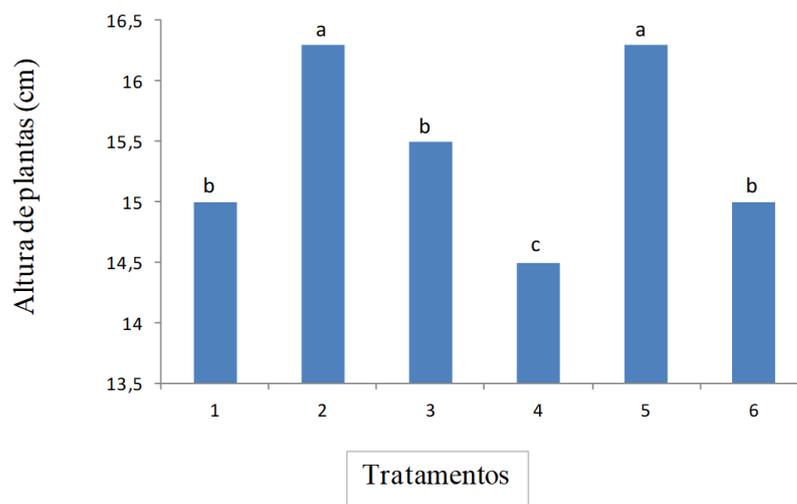


Figura 2. Altura das plantas de alface cultivadas por um período de sessenta dias em diferentes recipientes: T1: potes de sorvete de 2 litros, T2: garrafas PETs de 2 litros cortadas na horizontal, T3: garrafas PETs de 2 litros cortadas na vertical, T4: potes de manteiga de 500 gramas, T5: vasos de 2 litros e T6: caixas de leite cortadas na horizontal.

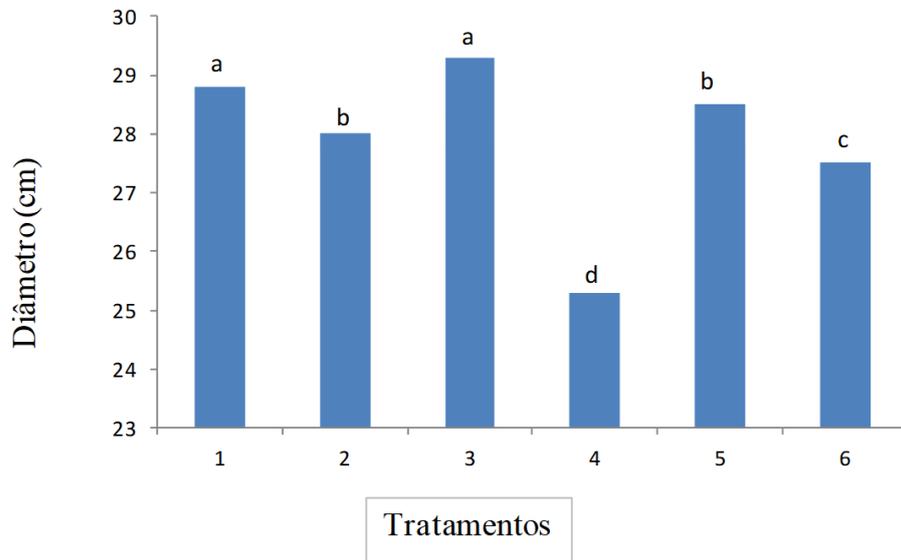


Figura 3. Diâmetro das plantas de alface cultivadas por um período de sessenta dias em diferentes recipientes: T1: potes de sorvete de 2 litros, T2: garrafas PETs de 2 litros cortadas na horizontal, T3: garrafas PETs de 2 litros cortadas na vertical, T4: potes de manteiga de 500 gramas, T5: vasos de 2 litros e T6: caixas de leite cortadas na horizontal.

Verificou-se que não houve diferença significativa em nenhum dos tratamentos avaliados em relação ao peso da parte aérea das plantas (Figura 4).

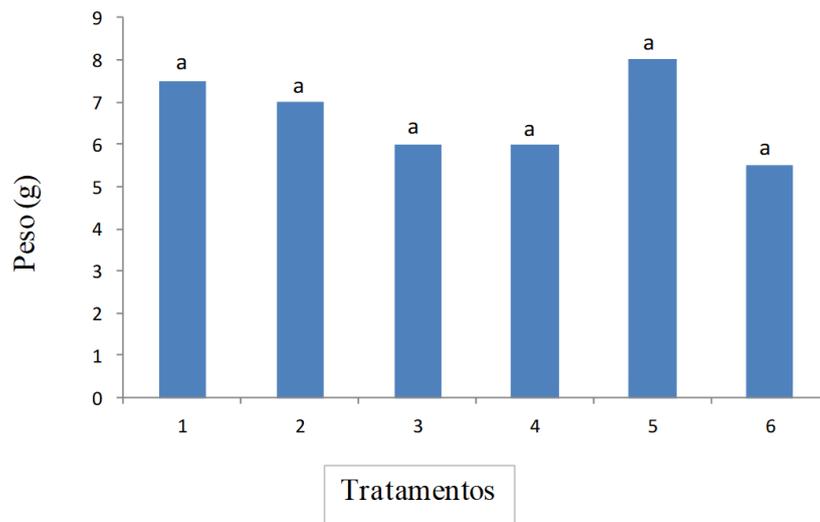


Figura 4. Peso das plantas de alface cultivadas por um período de sessenta dias em diferentes recipientes: T1: potes de sorvete de 2 litros, T2: garrafas PETs de 2 litros cortadas na horizontal, T3: garrafas PETs de 2 litros cortadas na vertical, T4: potes de manteiga de 500 gramas, T5: vasos de 2 litros e T6: caixas de leite cortadas na horizontal.

4 | CONCLUSÕES

Potes de sorvete, garrafas PETs de 2 litros cortadas na horizontal e na vertical podem ser usadas em substituição aos vasos tradicionais para o cultivo da alface sem prejuízos à produtividade da cultura.

5 | AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B. & FRANÇA, A. C. **Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral.** Horticultura Brasileira, v.28, p.36-40, 2010.

SAEG. **SAEG: sistema para análises estatísticas**, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.

QUALIDADE DE GRÃOS DE SOJA TRANSGÊNICA RR E INTACTA RR2 PRO NA SECAGEM

Marília Boff de Oliveira

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS

Paulo Carteri Coradi

Universidade Federal de Santa Maria, Cachoeira do Sul - RS

Sabrina Dalla Corte Bellochio

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS

Zanandra Boff de Oliveira

Universidade Federal de Santa Maria, Cachoeira do Sul - RS

RESUMO: O cultivo da soja expandiu-se gradativamente, gerando um cenário otimista ao agronegócio brasileiro, principalmente pelo aumento da produtividade e pelas tecnologias embarcadas nas cultivares. Entretanto, o setor sojicultor enfrenta problemas na pós-colheita pelo déficit de armazenamento e pelo manejo inadequado da secagem, acarretando perda da qualidade do produto. Objetivou-se avaliar a qualidade de grãos de soja transgênica RR e Intacta RR2 PRO após secagem com diferentes temperaturas. O experimento foi realizado em escala laboratorial, utilizando cultivares de soja transgênica RR e Intacta RR2 PRO submetidas à secagem nas temperaturas de 35, 45 e 55 °C em secador experimental. A umidade foi determinado por secagem em estufa a 105

°C, a condutividade elétrica foi realizado pela metodologia de VIEIRA & KRZYZANOWSKI. Para determinação da matéria seca as amostras foram moídas a um milímetro e colocadas em estufa de secagem a 105 °C durante oito horas. O teor de proteína foi determinado pelo método Kjeldahl, utilizando o fator de correção de 6,25. Os teores de lipídios foi determinado pelo Método Am5-04 da AOCS. A estatística foi realizada pelo software Sisvar 5.6, utilizando o teste de tukey a 5%. O teor de matéria seca não sofreu alteração com a secagem. A temperatura de secagem a 55 °C apresentou o menor teor de lipídios e maior teor de proteína. A condutividade elétrica aumentou conforme a elevação da temperatura do ar de secagem. A cultivar RR manteve maior teor de proteína nas secagens a 35 e 55 °C em relação a cultivar RR2 PRO.

PALAVRAS- CHAVE: Proteína, lipídios, condutividade elétrica, cultivares.

ABSTRACT: Soybean cultivation expanded gradually, generating an optimistic scenario for Brazilian agribusiness, mainly due to the increase in productivity and technologies introduced in the cultivars. However, the soybean sector faces post-harvest problems due to storage deficits and inadequate handling of drying, leading to loss of product quality. The objective of this study was to evaluate the

quality of RR and Intacta RR2 transgenic soybean grains. The experiment was carried out on a laboratory scale using transgenic RR and Intacta RR2 PRO soybean cultivars submitted to drying at 35, 45 and 55 °C in an experimental dryer. The temperature was degassed at 105 °C, a retro conductivity was produced by VIEIRA & KRZYZANOWSKI methodology. To obtain the filtered temperature, the samples were added to a meter and placed in a drying oven at a temperature of 105 ° C for days. The protein content was determined by the Kjeldahl method, using the correction factor of 6.25. Lipid contents were established by AOCS Method Am5-04. The statistic was performed by Sisvar software 5.6, using the tukey test at 5%. The dry material content does not change with drying. The drying temperature at 55 ° C showed a lower lipid content and a higher protein content. Aereodecorated increase the temperature of the drying air. The RR cultivar had higher protein content in the drying at 35 and 55 ° C in relation to RR2 PRO cultivar.

KEY WORDS: Protein, lipids, electrical conductivity, cultivars.

INTRODUÇÃO

A importância do complexo soja para o Brasil pode ser dimensionada tanto pelo crescimento da produção da leguminosa, quanto pela arrecadação com as exportações de soja em grão e derivados (óleo e farelo de soja).

O cenário é otimista para o Brasil, projeta-se um aumento produtivo da cultura de mais de 40% do período de 2010 a 2020, enquanto que nos Estados Unidos, atualmente o maior produtor mundial, o crescimento no mesmo período deverá ser no máximo de 15%. Embora as expectativas de produção sejam favoráveis, o país tem pela frente grandes desafios a serem superados, sendo um deles no setor de pós-colheita, quanto ao déficit de armazenagem da produção, que gera entre outros pontos perdas de aspecto físico, como o peso e de qualidade dos de grãos.

Para garantir a qualidade dos grãos na armazenagem é fundamental que se faça uma adequada secagem, reduzindo os teores de água dos grãos para as condições ideais de armazenamento, sendo que para os grão de soja, o teor de água ideal para armazenamento é de 13%. Existem diversas tecnologias e formas para a secagem de grãos, entre elas destaca-se a secagem natural e artificial, com baixas e altas temperaturas.

A secagem artificial a altas temperaturas apresenta-se como uma excelente alternativa apresentando-se, entre outras vantagens, a secagem de grandes volumes de grãos, podendo operar em diversas condições ambientais, permitindo uma programação do processo de colheita (Weber, 2005). Embora a secagem seja uma operação fundamental para a redução dos teores de água dos grãos até as condições de armazenamento, esse processo térmico não pode ser severo em termos de tempo e temperatura, pois além da remoção da água, a secagem pode interferir na estrutura físico-química dos grãos, promovendo desestruturações nos tecidos celulares e

acelerando o processo físico de deterioração dos grãos, conseqüentemente poderá aumentar os índices de acidez e redução dos teores de óleo e proteínas.

De acordo com Coradi et al. (2017) a secagem de grãos de soja, com teor de água acima de 19% a temperatura do ar de secagem em 120 °C, tem aumentado significativamente o índice de acidez do óleo e reduz a qualidade da proteína bruta, quando comparado às secagens com temperaturas inferiores, tais sendo de 75, 90 e 105 °C.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade de grãos de soja transgênica RR e soja transgênica Intacta RR 2 PRO após secagem com diferentes temperaturas.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em escala laboratorial, na Universidade Federal de Santa Maria. Foram utilizadas duas cultivares de soja, soja transgênica RR e soja transgênica Intacta RR 2 PRO, estas foram submetidas ao processo de secagem nas temperaturas de 35, 45 e 55° C em secador experimental de bandejas com aquecimento por lâmpadas e ventilação forçada, com fluxo de proporcionado por um ventilador axial que conduz o ar até o plenum, onde flui através das bandejas de fundo telado e removíveis. A velocidade do ar de secagem na câmara foi regulada com um anemômetro de fio quente a 2,7 m s⁻¹. A secagem foi realizada até o produto atingir umidade de 12% (b.u.) determinada no medidor de umidade Gehaka G1000.

O teor de umidade das amostras foi determinado por secagem em estufa a 105° C durante pelo menos 8 horas (AOAC, 1984). O teste de condutividade elétrica foi realizado de acordo com a metodologia descrita por VIEIRA & KRZYZANOWSKI (1999). Foram utilizadas quatro repetições de cinquenta grãos, para cada repetição de cada tratamento. Os grãos foram pesados em balança digital com precisão de duas casas decimais e colocadas em copos plásticos (200 mL), em seguida foi adicionado 75 mL de água deionizada em cada recipiente. Os copos foram colocados em um germinador, previamente regulado a 25 °C por 24 horas. Decorrido esse período, os recipientes foram retirados e suavemente agitados. Para a realização dos testes foi utilizado um medidor de condutividade elétrica AK51 com calibração automática e compensação automática da temperatura. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

Para determinação da porcentagem de matéria seca (MS), as amostras foram moídas a granulometria de um milímetro, após as amostras foram colocadas em estufa de secagem a 105 °C durante oito horas (AOAC, 1984). Pela diferença de peso inicial e final calculou-se a porcentagem de matéria seca da amostra. O teor de proteína foi determinado pelo método Kjeldahl (Método 984.13; AOAC, 1997), no qual foi determinado o teor de nitrogênio (N) da amostra. Utilizou-se 0,20 g de amostra, colocada em um bloco digestor juntamente com o catalizador e o ácido sulfúrico a

uma temperatura de 300 °C, após a digestão, foi adicionado 10 mL de água destilada e 5 mL de borato de amônia para a realização da destilação, após este processo, realizou-se a titulação com ácido clorídrico. O processo foi repetido duas vezes para cada amostra. Para conversão dos valores de N em proteína bruta (PB) foi utilizado o fator de correção de 6,25.

A determinação dos teores de lipídios (extrato etéreo - EE) foi determinada pelo Método Am5-04 da AOCS (2005), com uso de equipamento ANKOM XT15 e sacos de filtro ANKOM XT4. Foi utilizado éter de petróleo como solvente, adotando-se temperatura de 90 °C, por um período de 60 minutos de extração. Após o período de extração, colocou-se os sacos de filtro em estufa até a evaporação do solvente. Após, os sacos foram colocados em dessecador até atingir a temperatura constante para pesagem. Os valores obtidos na pesagem foram aplicados na seguinte equação:

$$EE = \left(\frac{P_1 - P_2}{P} \right) 100$$

em que,

EE – extrato etéreo (%);

P₁ – peso do recipiente + resíduo (g);

P₂ – peso do recipiente vazio (g);

P – massa da amostra (g).

O processo foi repetido duas vezes para cada amostra.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo um fatorial 2x4, sendo duas cultivares de soja para quatro condições de secagem, sendo estas soja úmida e secas a 35, 45 e 55 °C. As avaliações estatísticas foram realizadas pelo software Sisvar 5.6, utilizando o teste de tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de massa seca não diferiram estatisticamente quando comparadas as temperaturas de secagem e o lote úmido, procedendo-se para ambas as variedades de soja (Tabela 1).

O teor de proteína bruta da cultivar RR foi maior nos grãos de secagem a 55 °C com 41,07%, seguida da secagem a 45 °C, úmida e 35 °C com 40,18%, 39,79% e 37,02%. A cultivar RR2 PRO o processo de secagem teve influencia negativa no teor de proteína bruta, sendo que o lote úmido apresentou o teor mais alto, com 39,47%, seguido da secagem a 55 °C com 38,29% e a 35 e 45 °C com 36,48 e 36,46%, não apresentando diferença entre ambos.

Entre as cultivares, a cultivar RR apresentou maior teor de proteína em relação a cultivar RR2 PRO nas temperaturas de secagem de 35 e 55 °C com 40,18 e 41,80%, enquanto que a cultivar RR2 PRO apresentou 36,48 e 38,29%.

Os teores de lipídios em comparação entre as variedades de soja não houve

diferença significativa entre os resultados. Para a variedade de soja transgênica (RR), a secagem a 55 °C foi encontrado o menor teor de lipídios de 18,64%, consecutivamente, a secagem com temperatura de 35 °C com 20,41%, em seguida a secagem a 45 °C com 21,85%, não diferindo do teor de lipídios do lote úmido que apresentou 22,3%.

Na variedade de soja transgênica intacta (RR2 PRO), os menores teores de lipídios foram encontrados nos grãos secos com temperaturas de 55 °C e 35 °C, com teores de lipídios de 18,29% e 19,91%, respectivamente. Na secagem a 45 °C os grãos apresentaram teores de 20,91%, não apresentando diferença significativa ente a secagem a 35 °C e o lote úmido. Esses resultados corroboram com Hartmann Filho et al.,(2016) que concluindo que a qualidade da soja e do óleo bruto se reduzem conforme o incremento na temperatura do ar de secagem.

Pode-se observar que os teores de proteína e lipídio são inversamente proporcionais, ou seja, na medida em que aumenta o teor de proteína diminui o teor de lipídios. Esse fato vai de encontro com Moraes (2006), que diz que é importante uma avaliação geral do genótipo no final de um programa de melhoramento, de forma que a modificação genética sofrida pela linhagem não comprometa seu valor nutricional, já que em linhagens de soja, o aumento do teor de proteína é acompanhado por redução no teor de óleo e redução no teor de carboidratos totais.

Pode-se observar que os valores de condutividade elétrica para ambas as variedades de soja aumentaram, de acordo com o aumento da temperatura do ar de secagem. Na variedade de soja RR, o lote de grãos úmido teve menores valores de condutividade elétrica com 50,45 ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), enquanto que o lote de grãos submetidos à secagem a 35 °C teve valores de 86,41 ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), o lote seco a 45 °C teve valores de 99,12 ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), não apresentando diferença significativa entre as temperaturas de secagem de 35 °C e a 55 °C, que teve valores de 112,03 ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de condutividade elétrica.

Na variedade de soja intacta (RR2), o lote úmido apresentou os menores valores de condutividade elétrica, com 60,93 ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), em seguida do lote seco a 35 °C (76,20 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), não apresentando diferença significativa do lote úmido, nem do lote seco a 45 °C, com valores de 88,43 ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), sendo que este também não teve diferença significativa do lote seco a 55 °C (107,13 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$).

Comparando as variedades de soja (RR e RR2) submetidas às diferentes temperaturas de ar de secagem, observou-se que não houve diferença estatística quanto a avaliação da mesma temperatura de ar de secagem para cada variedade de soja.

Fator de variação	Massa seca (%)	Proteína bruta (%)	Teores de lipídios (%)	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Comparação entre as temperaturas do ar de secagem				
Transgênica (RR)				
Úmida	85,24 a	39,79 ab	22,30 c	50,45 a
35 °C	86,35 a	37,02 a	20,41 b	86,41 b
45 °C	96,60 a	40,18 b	21,85 bc	99,12 bc
55 °C	85,23 a	41,07 c	18,64 a	112,03 c
Transgênica Intacta (RR2)				
Úmida	87,63 a	39,47 c	22,40 c	60,93 a
35 °C	86,67 a	36,48 a	19,91 ab	76,20 ab
45 °C	89,53 a	36,46 a	20,91 bc	88,43 bc
55 °C	88,62 a	38,29 b	18,29 a	107,13 c
Comparação entre as variedades de soja				
RR Úmida	85,24 a	39,78 a	22,73 a	50,45 a
RR2 Úmida	87,64 a	39,47 a	22,40 a	60,93 a
RR 35 °C	86,35 a	40,18 b	20,42 a	76,20 a
RR2 35 °C	86,67 a	36,48 a	19,91 a	86,61 a
RR 45 °C	93,60 a	37,03 a	21,85 a	88,44 a
RR2 45 °C	89,54 a	36,44 a	20,90 a	99,13 a
RR 55 °C	85,24 a	41,80 b	18,64 a	107,13 a
RR2 55 °C	88,62 a	38,29 a	18,29 a	112,03 a

Tabela 1. Avaliações de qualidade de grãos de soja em função de diferentes temperaturas do ar de secagem e variedades de soja transgênica (RR) e intacta (RR2)

As letras apresentam-se conforme a avaliação estatística na mesma coluna.

CONCLUSÃO

O teor de matéria seca não sofreu alteração com o aumento da temperatura da secagem, independente da cultivar avaliada. A temperatura de secagem a 55 °C apresentou o menor teor de lipídios e maior teor de proteína. A condutividade elétrica aumentou conforme a elevação da temperatura do ar de secagem, para ambas as cultivares. A cultivar RR manteve maior teor de proteína nas secagens a 35 e 55 °C em relação a cultivar RR2 PRO.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 14. ed. Washington D.C., 1984.1141 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**, 16th, 3. ed. AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. 1997.

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY (AOCS). **Official Procedure, Approved Procedure Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction**, Urbana, IL, 2005.

CORADI, P.C.; SOUZA, A.E.M.; BORGES, M.C.R.Z. **Yield and acidity indices of sunflower and soybean oils in function of grain drying and storage**. Acta Scientiarum. Agronomy (Online), v. 39, p. 255-266, 2017.

HARTMANN FILHO, C. S.; GONELI, A. L. D.; MASETTO, T. E.; MARTINS, E. A. S.; OBA, G. C.; SIQUEIRA, V. C.; **Quality of second season soybean submitted to drying and storage**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 46, n. 3, p. 267-275, Jul./Sep. 2016

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas**. Informativo ABRATES, v.1, n.2, p.15-53, 1991.

MORAES, R. M. A.; JOSÉ, I. C.; RAMOS, F. G.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. **Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.5, p.725-729, maio 2006

VIEIRA, R.D. **Teste de condutividade elétrica**. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994, p.103-132.

WEBER, E.A. **Armazenagem agrícola**, Porto Alegre: KW Industrial, 1995, 400p.

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam. SOB A INFLUÊNCIA DO TEGUMENTO

Rosária da Costa Faria Martins

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Fitotecnia, Instituto de
Agronomia
Seropédica – Rio de Janeiro

Madelon Rodrigues Sá Braz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia, Instituto de
Tecnologia
Seropédica – Rio de Janeiro

Mariluci Sudo-Martelleto

Centro Estadual de Pesquisa em Agricultura
Orgânica, Empresa de Pesquisa Agropecuária do
Estado do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Vânia Rosal Guimarães Nascimento

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia, Instituto de
Tecnologia
Seropédica – Rio de Janeiro

RESUMO: A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é uma árvore com enorme diversidade de uso, como por exemplo, para tratamento de água, para alimentação ou como combustível através do óleo extraído das sementes. Desta forma, a qualidade da semente é fundamental no processo de manejo e produção. Contudo, ainda faltam informações referentes à tecnologia de produção de sementes desta

espécie, condizentes a métodos padronizados para avaliação da qualidade. Sendo assim, o objetivo do experimento foi avaliar a qualidade das sementes de moringa sob a influência do tegumento. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (com e sem a presença do tegumento) e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a avaliação da qualidade foram realizados os testes de teor de água, massa de mil sementes, teste de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, comprimento da plântula, da parte aérea e de raízes, peso da matéria seca de plântulas e teste de condutividade elétrica. Os resultados permitiram concluir que a remoção do tegumento não beneficiou a germinação. Sementes com tegumento apresentaram maior vigor, avaliado pelos testes de comprimento de plântula, de raiz e massa de matéria seca, e menor vigor, quando avaliado pelo teste de condutividade elétrica. E, além disto, o tegumento não foi considerado um fator de dormência.

PALAVRAS-CHAVE: Germinação; vigor; moringueira.

ABSTRACT: *Moringa oleifera* Lam.) is

a tree with a wide diversity of use, such as; treatment of water, nutrition or fuel through the oil extracted from the seeds. Consequently, the seed quality is fundamental in the process of handling and production of it. Nevertheless, there is still a lack of information regarding the technology of the production of this species, in terms of standardized methods for the quality evaluation. Therefore, the objective of the experiment was to evaluate the quality of moringa seeds under the influence of the tegument. The experimental design was a completely randomized design with two treatments (with and without the presence of the tegument) and four replications. The results were submitted to the analysis of variance and the mean results were compared by the Tukey test at 5% of probability. In order to evaluate the seeds quality, the tests of water content, one thousand seeds mass, germination test, first germination count, the germination speed index, the average germination time, seedling length, shoot length and root length, seedling dry mass and the electrical conductivity test were conducted. The results allowed to conclude that the removal of the tegument did not benefit the germination. Seeds with tegument showed higher vigor when evaluated by the seedling length, root length and the seedling dry mass tests, and they showed lower vigor when evaluated by the electrical conductivity test. Besides that, the tegument was not considered a dormancy factor.

KEYWORDS: Germination, vigor, Moringa tree

1 | INTRODUÇÃO

A espécie *Moringa oleifera* Lam. da família Moringaceae é uma árvore nativa da Índia e amplamente cultivada nos trópicos de todo o mundo (KARADI *et al.*, 2006). No Brasil, os primeiros registros de frutos obtidos pelo plantio da moringa foram do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Em seguida, a espécie foi disseminada principalmente na região Nordeste, em regiões áridas e semiáridas, onde é conhecida como Lírio Branco ou Acácia-Branca, no entanto, pode ser encontrada em praticamente todo o território brasileiro, devido à divulgação dos seus usos e das campanhas de doação de sementes (SIGUEMOTO, 2013).

De acordo com Ferreira *et al.* (2008), a moringa é uma espécie de múltiplos usos. Pode ser utilizada como forrageira (suas folhas, frutos e sementes); todas as partes desta espécie possuem função medicinal; as raízes podem ser utilizadas como condimento; utilização na culinária, pois apresenta altos teores de nutrientes, e na indústria de cosméticos, através do óleo extraído das sementes; apresenta função melífera, devido as suas flores; e como combustível (madeira e óleo). Além desses, as sementes de moringa também são empregadas para a purificação da água (OKUDA *et al.*, 2001), e possui potencial para ser utilizada como inseticida natural, através do isolamento de lectinas da semente da moringa, que possuem a capacidade de interromper o ciclo biológico do mosquito *Aedes aegypti* (SANTOS *et al.*, 2009).

A moringa pode ser propagada sexuada ou assexuadamente, sendo a primeira a

mais utilizada na produção de mudas desta espécie. No entanto, para que as sementes germinem, é necessária a combinação de uma série de fatores ambientais favoráveis. Além das restrições externas à germinação da semente, Bilia *et al.* (1998) reportaram que pode ocorrer a dormência das mesmas, e que esta pode ter origem no tegumento, o qual pode restringir fisicamente ou atuar como barreira à passagem de gases e líquidos. As sementes de moringa representam um importante papel devido à enorme gama de utilização e a fácil adaptação à condição de restrição hídrica, sendo assim a sua qualidade é fundamental no processo de manejo e produção. Porém, ainda faltam informações referentes à tecnologia de produção de sementes desta espécie, condizentes a métodos padronizados para avaliação da qualidade (OLIVEIRA, 2000).

A utilização de sementes de boa qualidade genética, física, sanitária e fisiológica é fundamental para a produção de mudas de boa qualidade. Assim, para o estabelecimento das plantas no campo em diversas condições ambientais, é fundamental que sementes de alta qualidade sejam produzidas e que métodos padronizados sejam definidos, visando à comparação de lotes, que rotineiramente é efetuada pelo teste de germinação (MATTHEWS *et al.*, 2009). O teste de germinação é o procedimento oficial para avaliar a capacidade das sementes produzirem plântulas normais em condições ideais, mas nem sempre revela diferenças de desempenho entre lotes de sementes durante o armazenamento ou em campo (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Nesse contexto, é importante avaliar o vigor das sementes como complemento às informações fornecidas pelo teste de germinação e que possibilitam estimar o desempenho de lotes de sementes no campo e após o armazenamento.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de moringa com a presença e a ausência do tegumento, visto que ainda são poucos os estudos a respeito da semente desta espécie, além de verificar se o tegumento é um fator de dormência nas sementes.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises Vegetais da PESAGRO-RIO/CEPAO (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro/Centro Estadual de Pesquisa em Agricultura Orgânica), com sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) da safra de 2016, adquiridas da empresa Sementes Caiçara, localizada em São Paulo.

As sementes foram submetidas à determinação do teor de água, através do método estufa $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, utilizando quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento (com e sem tegumento), conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem (em base úmida). A remoção do tegumento foi realizada manualmente, com o auxílio de um estilete.

Quatro repetições de 100 sementes foram separadas e pesadas para a determinação da massa de mil sementes conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em gramas (g).

O teste de germinação foi conduzido em substrato papel utilizando-se quatro subamostras de 25 sementes por tratamento. As sementes foram distribuídas em substrato de rolo de papel tipo germitest, umedecido com água destilada e esterilizada, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco e, foram mantidas em estufa incubadora de B.O.D. (*Biological Organism Development*) da marca ELETROLAB, regulada a temperatura constante de 25°C. As avaliações foram realizadas aos 7 e 11 dias após a semeadura. Foram consideradas como plântulas normais, as que apresentavam todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias. Os resultados foram expressos em percentagem.

Na primeira contagem de germinação, considerou-se apenas a percentagem de plântulas normais na primeira avaliação, ou seja, no 7º dia após a instalação do teste de germinação. Os resultados foram expressos em percentagem.

Para a determinação do índice de velocidade de germinação (IVG), computou-se o número de sementes germinadas, no 7º e no 11º dia após a instalação do teste de germinação. O IVG foi calculado de acordo com a equação apresentada por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Em que:

IVG - índice de velocidade de germinação, adimensional;

G1, G2, Gn - número de plântulas germinadas computadas na primeira contagem, segunda contagem, e assim sucessivamente, até a última contagem;

N1, N2, Nn - número de dias da semeadura à primeira, à segunda, e assim sucessivamente, até a última contagem.

Na determinação do tempo médio de germinação (TMG), utilizou-se a equação proposta por Labouriau e Valadares (1976):

$$TMG = \frac{(\sum NiTi)}{\sum Ni}$$

Em que:

TMG - tempo médio de germinação, em dias;

Ni - número de plântulas germinadas computadas na i-ésima contagem;

Ti - tempo de incubação relativo a i-ésima contagem, em dias.

Os comprimentos da plântula, da parte aérea e de raízes foram avaliados na primeira (7º dia) e segunda (11º dia) contagem. Para isso, foram realizadas medições do comprimento da plântula, ou seja, da parte aérea considerado desde a inserção do colo até o ápice das folhas primárias e o comprimento da raiz desde a inserção do colo

até a extremidade da raiz principal. As medições foram obtidas com o auxílio de régua graduada e os resultados expressos em centímetros.plântula⁻¹.

Para a avaliação da massa seca de plântulas, as mesmas foram acondicionadas em saco de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçada a 85°C durante 24 horas, e posteriormente pesadas em balança analítica, sendo os resultados expressos em gramas.plântula⁻¹.

A determinação da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes foi realizada utilizando quatro subamostras de 25 sementes por tratamento. Primeiramente, as sementes foram pesadas em balança analítica, após isto, foram imersas em 75 ml de água destilada, no interior de copos plásticos e, a seguir, mantidas durante 24 horas em câmara regulada à temperatura de 25°C (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999). A condutividade elétrica foi medida com auxílio de aparelho condutivímetro MS Tecnopon, modelo CA-150. Antes do início das leituras foi realizada a leitura da prova em branco – leitura somente da água destilada. Os resultados das leituras foram diminuídos dos valores da condutividade elétrica obtidos da prova em branco e então divididos pelos respectivos valores de massa das amostras das sementes. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (com e sem tegumento) e com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste de comparação de médias (Teste de Tukey) da qualidade fisiológica das sementes de moringa determinadas experimentalmente estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Pode-se verificar que houve diferença significativa entre os tratamentos (sementes com e sem tegumento) para massa de mil sementes, teor de água, primeira contagem de germinação, porcentagem de sementes mortas e tempo médio de germinação (Tabela 1) e para comprimento de plântula, comprimento da raiz, massa seca de plântula e condutividade elétrica (Tabela 2).

Segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), as sementes de moringa com tegumento apresentam tamanho grande, por apresentarem massa de mil sementes maior do que 200g (Tabela 1).

As sementes com tegumento (C/T) apresentaram maior teor de água (5,25% b.u.) do que as sementes sem tegumento (S/T) (4,00% b.u.) (Tabela 1). Bezerra *et al.* (1997) também trabalhando com sementes de moringa encontraram valores mais elevados quando as sementes apresentavam o tegumento (8,76% b.u.), enquanto que na ausência deste apresentaram valores menores (6,26 % b.u.). Com estes resultados pode-se inferir que o tegumento controla a perda de água das sementes.

Tratamento	MMS(g)	TA(%)	PCG(%)	GER(%)	SM(%)	TMG	IVG
C/T	262,29 A	5,95 A	21,0 B	81,0 A	1 B	9,94 A	2,13 A
S/T	188,43 B	4,00 B	54,0 A	68,0 A	30 A	7,80 B	2,25 A
CV%	21,90	21,90	55,26	18,5	108,12	14,02	16,51

Tabela 1. Dados médios obtidos de sementes de moringa com (C/T) e sem tegumento (S/T), de massa de mil sementes (MMS), teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GER), sementes mortas (SM), tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG).

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

Quando submetidas ao teste de primeira contagem de germinação em substrato papel, as sementes sem tegumento demonstraram maiores valores quando comparadas às sementes com tegumento (Tabela 1), isso porque as sementes sem tegumento germinaram mais rápido. É possível observar que no tratamento com tegumento, as sementes apresentaram desenvolvimento radicular, porém sem a emissão do coleóptilo, e, por outro lado, no tratamento sem tegumento, as sementes apresentaram, além do sistema radicular, o coleóptilo perfeito com plúmula desenvolvida (Figura 1). Alves *et al.* (2005) também observaram que as sementes de moringa sem tegumento levaram menos tempo para germinar quando comparadas às com tegumento. Estudos realizados para avaliar o efeito da retirada do tegumento na germinação da moringa têm demonstrado que a retirada do tegumento acelerou o processo germinativo, e promoveu considerável superioridade no vigor (BEZERRA *et al.*, 1997; OLIVEIRA, 2000). A figura 1 apresenta a primeira contagem de germinação da repetição 1, das sementes de moringa com e sem tegumento.

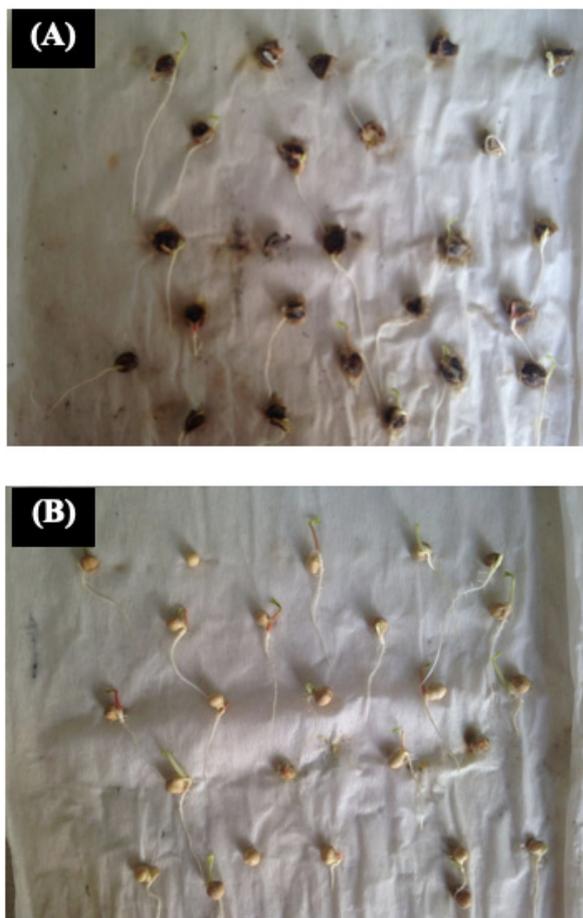


Figura 1. Primeira contagem de germinação de sementes de *Moringa oleifera* Lam. com tegumento (A) e sem tegumento (B).

Ao considerar a germinação total, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, porém, as sementes com tegumento tenderam a apresentar maior porcentagem de plântulas normais ao final do teste (Tabela 1). Esses resultados corroboram com os resultados encontrados por Alves *et al.* (2005), onde as sementes de moringa com tegumento apresentaram maior percentual de germinação em relação às sem tegumento. Observou-se também que as sementes sem tegumento apresentaram maior incidência de sementes mortas (Tabela 1).

Em relação ao índice de velocidade de germinação, não se observou diferença entre os tratamentos, porém, quanto ao tempo médio de germinação, verifica-se que as sementes sem tegumento germinaram mais rápido do que aquelas com tegumento (Tabela 1). O menor tempo de germinação obtido em sementes sem tegumento pode estar relacionados com a ausência da resistência oferecida pelo tegumento à expansão do embrião, citada por Toledo e Marcos Filho (1977), e, também, pela permeabilidade do tegumento, que pode influenciar na velocidade de embebição das sementes como mencionado por Toledo e Marcos Filho (1977) e Carvalho e Nakagawa (2000).

Quanto ao comprimento de plântula, comprimento da raiz e massa seca de plântula, as sementes com tegumento apresentaram maiores valores quando comparadas com as sementes sem tegumento (Tabela 2). Resultado também encontrado por Alves *et al.* (2005), em que as sementes de moringa com tegumento apresentaram maior altura

de plântulas, no entanto este foi observado quando as sementes foram submetidas à pré-embebição. Isto ocorre provavelmente devido ao controle de absorção de água realizado pelo tegumento, conforme citado por Popinigis (1985). No entanto, quanto ao comprimento de parte aérea, os valores observados para as sementes com e sem tegumento não apresentaram diferença estatística.

Tratamento	CP(cm)	CPA(cm)	CR(cm)	MSP(g)	CE($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
C/T	10,02 A	3,08 A	6,96 A	0,397 A	171,52 A
S/T	7,29 B	2,82 A	4,46 B	0,178 B	33,10 B
CV%	20,94	15,64	28,31	51,98	73,83

Tabela 2. Dados médios, obtidos de sementes de moringa, com (C/T) e sem tegumento (S/T), de comprimento de plântula (CP), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca de plântula (MSP) e condutividade elétrica (CE).

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

Ainda pela tabela 2 pode-se constatar que para massa de matéria seca de plântulas, o tratamento com tegumento apresentou os valores mais elevados quando comparados ao tratamento sem tegumento. Este resultado está de acordo com os obtidos para comprimento de plântula.

Quanto ao teste de condutividade elétrica (Tabela 2), as sementes com tegumento possuíram valores mais altos. Menezes *et al.* (2007) também observaram valores mais elevados de condutividade elétrica na presença do tegumento para sementes de aveia, no entanto sem justificativa para tal fato. Enquanto que Loeffler *et al.* (1988) avaliando a condutividade elétrica de sementes de soja, constataram que as sementes com elevados níveis de *Phomopsis* sp. ou *Cercospora kikichii*, com fissuras moderadas e severas no tegumento apresentaram liberação excessiva de eletrólitos, ao passo que sementes altamente infectadas, porém com tegumento intacto, mostraram baixa condutividade e alto potencial de qualidade. Assim, pode-se inferir que a presença de fungos nas sementes com tegumento, podem ter contribuído para os valores elevados de condutividades elétrica. Embora neste experimento não tenha sido realizado nenhum teste para a detecção dos fungos, no teste de germinação foi possível observar uma maior incidência de fungos para as sementes com tegumento. Apesar da observação desta presença, estes não comprometeram os resultados de germinação obtidos (Tabela 1). Ainda sobre a condutividade elétrica, os valores encontrados para as sementes sem tegumentos estão de acordo com os observados por Medeiros (2015), avaliando a qualidade de sementes de moringa sem tegumento, através do teste de condutividade elétrica.

4 | CONCLUSÕES

As sementes com tegumento apresentaram maior percentagem de germinação

em relação às sementes sem tegumento.

Sementes com tegumento apresentaram maior vigor, avaliado pelos testes de comprimento de plântula, de raiz e massa de matéria seca, e menor vigor, quando avaliado pelo teste de condutividade elétrica.

O tegumento não foi considerado um fator de dormência, visto que ele apenas reduziu a velocidade de germinação. O mesmo exerceu função de controle de água na semente e protegeu contra incidência de fungos deterioradores de sementes.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a PESAGRO-RJ/CEPAO por ter cedido as instalações para a realização do experimento.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. C. S.; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E.; OLIVEIRA, V. C. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *moringa oleifera* L. em diferentes locais de germinação e submetidas à pré-embebição. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1083-1087, 2005.

BEZERRA, A. M. E.; ALCANFOR, D. C.; MEDEIROS FILHO, S.; INNECCO, R. Germinação de sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 28, n. 1/2, p. 64-69. 1997.

BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J.; MALUF, A. M. Germinação de diásporas de canela (*Ocotea corymbosa* (Meissn) Mez-Lauraceae) em função da temperatura, do substrato e da dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 189-194, 1998.

BRASIL, M. A. Regras para análise de sementes. **Brasília: LANARV/SNAD/MA**, 1992.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

FERREIRA, P. M. P.; FARIAS, D. F.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. U. *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 4, p.431-437, jul./ago., 2008.

KARADI, R. V.; GADGE, N. B.; ALAGAWADI, K. R.; SAVADI, R. V. Effect of *Moringa oleifera* Lam. root-wood on ethylene glycol induced urolithiasis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, n. 1-2, p. 306-311, 2006.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Zürich, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MATTHEWS, S.; DEMIR, I.; CELIKKOL, T.; KENANOGLU, B. B.; MAVI, K. Vigor tests for cabbage seeds using electrical conductivity and controlled deterioration to estimate relative emergence in

transplant modules. **Seed Science and Technology**, v. 37, n. 3, p. 736-746, 2009.

MEDEIROS, M. L. S. **Testes para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Moringa oleifera Lam.** 2015. Dissertação de Mestrado. Macaíba, RN. 61p.

MENEZES, N. L., GARCIA, D. C., BAHRY, C. A. & MATTIONI, N. M. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, 29: 138-142, 2007.

OKUDA, T.; BAES, A. U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M. Coagulation mechanism of salt solution-extracted active component in *Moringa oleifera* seeds. **Water Research**, v. 35, n. 3, p 830-834, 2001.

OLIVEIRA, V. C. **Germinação de sementes de moringa (*Moringa oleifera Lam.*)**. 2000. (Monografia Graduação), UFC, Fortaleza. 29 p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. 2. ed. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.

SANTOS, N. D. L.; GOMES, F. S.; COELHO, J. S.; NAPOLEÃO, T. H.; LEITE, S. P.; NAVARRO, D. M. A. F.; PAIVA, P. M. G. **Atividade Larvicida da Lectina Solúvel em Água de Sementes de Moringa oleifera Sobre Aedes aegypti**. I ENCONTRO NACIONAL DA MORINGA, ARACAJU, 2009.

SIGUEMOTO, E. S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassifolia*) e da moringa (*Moringa oleifera*)**. 2013. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 125p.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. Manual das sementes: Tecnologia da Produção. **São Paulo: Agronômica Ceres**, 1977. 224p.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. D. B. Teste de condutividade elétrica. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: **ABRATES**, v. 1, p. 1-26, 1999.

QUALIDADE TECNOLÓGICA DE FEIJÃO BRS ESTILO SUBMETIDO À DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM

Geraldo Acácio Mabasso

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul

Valdiney Cambuy Siqueira

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul

Maria Heloisa Junqueira

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul

Wellytton Darci Quequeto

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul

Rafael Araújo Leite

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul

Vanderleia Schoeninger

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul

Tábata Zingano Bischoff Soares

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Engenharia Agrícola
Paraná

necessário para a preservação da qualidade de grãos colhidos com teor de água elevado, porém, quando conduzida com temperatura inadequada, pode promover alterações físico-químicas que modificam a qualidade do produto. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito de diferentes temperaturas de secagem na qualidade tecnológica dos grãos de feijão carioca cv. BRS Estilo. O material, colhido com aproximadamente 20% de teor de água em base úmida (b.u.), foi submetido à secagem em secador de camada fixa horizontal com ventilação forçada, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, até atingir $11 \pm 0,3\%$ (b.u.). A qualidade tecnológica foi avaliada por meio do teste de cocção, sólidos solúveis totais e sólidos solúveis do caldo de cozimento. Com base nos resultados, pôde-se concluir que, o aumento da temperatura de secagem implica na redução de grãos inteiros após o cozimento e em aumento da porcentagem de embebição antes do cozimento e dos sólidos solúveis totais e sólidos solúveis do caldo de cozimento. O tempo médio de cocção e a porcentagem de embebição durante a cocção não foram influenciados pela temperatura de secagem.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L.; sólidos solúveis; cozimento.

ABSTRACT: Drying is a necessary process for the preservation of the quality of grains

RESUMO: A secagem é um processo

harvested with high moisture content, but when conducted with inadequate temperature, can promote physico-chemical changes that modify the product quality. It was aimed with the present work to evaluate the effect of different drying temperatures on the seedling performance, and technological and nutritional quality of grains of bean cv. BRS Estilo. The material, harvested at approximately 20% moisture content (wet basis), were subjected to drying in a horizontal fixed layer dryer with forced ventilation, at temperatures of 40, 50, 60 and 70 °C until reaching $11 \pm 0.3\%$ (w.b.). The technological quality was evaluated through the cooking test, total soluble solids and soluble solids of the cooking broth. Based on the results, it could be concluded that increasing the drying temperature implies reducing whole grains after cooking and increasing the percentage of soaking before cooking and the total soluble solids and soluble solids of the cooking broth. The average cooking time and the percentage of soaking during cooking were not influenced by the drying temperature.

KEY WORDS: *Phaseolus vulgaris* L.; soluble solids; cooking.

1 | INTRODUÇÃO

O feijão é considerado a segunda leguminosa mais importante no mundo, e umas das principais fontes alimentares na África, Índia e América Latina (XU & CHANG, 2011). No Brasil, em conjunto com o arroz, é a principal fonte proteica, fornecendo quase todos os aminoácidos necessários para o organismo humano (CALHEIROS & CANNIATTI-BRAZACA, 2011).

Sua elevada gama de nutrientes aumenta a sua adoção em dietas restritivas como a de vegetarianos e veganos, sendo amplo sua utilização em diversos tipos de alimentos, como panificações, saladas e alimentos enlatados (NCIRI *et al.*, 2015). Além disso, a inclusão de feijões na alimentação diariamente tem apresentado muitos benefícios, controlando e prevenindo diversas doenças metabólicas, além de reduzir os riscos de desenvolver doenças crônicas (REBELLO *et al.*, 2014; TROMPETTE *et al.*, 2014; DUEÑAS *et al.*, 2015).

Dessa forma, são realizadas ações governamentais, visando impulsionar seu consumo, com programas de pesquisa agrícola em diversas instituições e estímulo de produção em pequenas, médias e grandes propriedades rurais, evidenciando sua importância socioeconômica (SILVA & WANDER, 2013).

Porém, o mercado tem se tornado cada vez mais exigente, sendo de responsabilidade dos participantes da cadeia produtiva do feijão, o fornecimento de produtos com melhor qualidade tecnológica.

A qualidade tecnológica é determinada principalmente pelo tipo de feijão e sua cultivar, sendo influenciados pelos efeitos dos ambientes e manejos de plantio, além dos beneficiamentos de pós-colheita, condições de armazenamento e pela forma de preparo do grão (BASSINELLO *et al.*, 2003; DALLA CORTE *et al.* 2003; SIDDIQ & UEBERMEX, 2013).

Sob condições controladas de temperatura e umidade, a secagem permite que o produto atinja teores de água seguros, garantindo a preservação de sua qualidade (SEHRAWAT *et al.*, 2016). Porém, é importante se atentar ao fato de que a adoção de altas temperaturas ou tempo prolongado de secagem pode afetar os atributos físicos e químicos dos alimentos, o que promove alterações estruturais e, por consequência, alterações nas características tecnológicas do produto (OLIVEIRA *et al.*, 2010; JAFARI *et al.*, 2016).

Portanto, produtores, exportadores e distribuidores de alimentos costumam dar atenção especial às principais mudanças estruturais que, devido ao aquecimento durante o processo de secagem, podem levar à alteração do comportamento funcional ou das características do alimento, o que os deixa sujeitos à perdas econômicas (RIBEIRO *et al.*, 2008; ELSADR *et al.*, 2011; DEHNAD *et al.*, 2016).

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a qualidade tecnológica de grãos de feijão, submetidos à diferentes temperaturas de secagem.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Colheita e secagem dos grãos

Os grãos de feijão foram colhidos manualmente na forma de vagem em uma fazenda localizada no município de Indápolis, região da Grande Dourados no Mato Grosso do sul, latitude 22°13'39,24" sul e longitude 54°19'01,41" oeste, a 306 metros de altitude, entre os dias 18 e 20 de julho de 2016.

Após a colheita, as vagens foram trilhadas no laboratório de Propriedades Físicas de Produtos Agrícolas da Faculdade de Ciências Agrárias – FCA da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD. Em seguida fez-se a seleção do produto, removendo todo material estranho e grãos danificados, chochos ou imaturos. Depois da seleção, os grãos foram homogeneizados e ensacados em embalagens de polipropileno e colocados em câmara do tipo B.O.D a 5 °C durante 72 horas, a fim de equilibrar o teor de água entre o material. Posteriormente, o produto foi colocado em temperatura ambiente por 24 horas, visando o equilíbrio térmico, e então obtido o teor de água inicial, de $20 \pm 0,5\%$ (b.u.).

Os grãos foram submetidos ao processo de secagem, em um secador experimental de camada fixa, com um sistema que controla com precisão o fluxo e a temperatura do ar de secagem. Possui uma série de sensores conectados a um painel de controle, visando a obtenção de um ajuste fino e o monitoramento das condições do ar de secagem.

O secador experimental de camada fixa (Figura 1) possui como fonte de aquecimento um conjunto de resistências elétricas, totalizando 12 kW de potência, um ventilador Siroco, do fabricante Ibram, modelo VSI-160, o qual possui um motor de

1 cv. O controle de temperatura é realizado por meio de um controlador universal de processos, modelo N1200, da marca Novus, trabalhando com controle Proporcional-Integral-Derivativo (PID), e o fluxo de ar é selecionado através de um inversor de frequência ligado ao motor do ventilador.

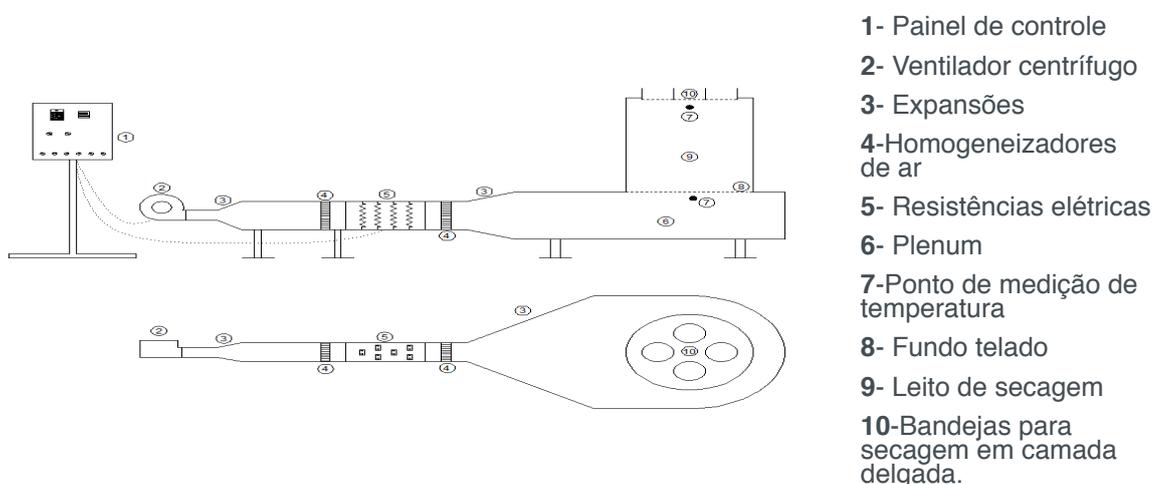


Figura 1. Secador experimental de camada fixa utilizado na secagem dos grãos de feijão.

Fonte: GONELI *et al.* (2016).

As temperaturas do ar de secagem utilizadas foram de: 40, 50, 60 e 70 °C, em condições controladas e monitoradas por um termômetro instalado no ponto 7 da Figura 1. A velocidade do ar de secagem foi monitorada com o auxílio de um anemômetro de pás rotativas e mantida em torno de 0,5 m s⁻¹.

Durante a secagem os grãos foram revolvidos frequentemente de forma a modificar a frente de secagem, e o processo ocorreu até que o material atingisse o teor de água de 11 ± 0,3 % (b.u.). Este valor é considerado um teor de água aplicável para o armazenamento seguro e também estar dentro do padrão de comercialização do produto. A perda de água durante a secagem foi acompanhada por meio do método gravimétrico, utilizando-se três repetições de grãos com peso previamente conhecido, colocados em sacos de material perfurado, do tipo tule, distribuídas aleatoriamente na camada de sementes, as quais eram pesadas em balança semi-analítica de resolução de 0,001 g, em intervalos de tempo.

Os teores de água inicial e final das amostras foram determinados utilizando o método de estufa descrito pela Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), adaptado, utilizando estufa de ventilação forçada a 105 ± 1 °C, durante 24 h, em três repetições por tratamento.

2.2 Variáveis analisadas

2.2.1 Teste de Cocção

O teste de cocção foi realizado com base nas seguintes análises: porcentagem de embebição antes do cozimento (PEANC), tempo médio de cocção por Mattson (TMC), porcentagem de embebição durante o cozimento (PEDC) e porcentagem de grãos inteiros após o cozimento (PGIAC).

A porcentagem de embebição de água antes do cozimento (PEANC) foi determinada aplicando-se a metodologia de Sartori (1982), onde foram utilizadas 30g de grãos uniformes e inteiros, obtendo-se, deste modo, a massa seca de grãos antes da embebição (MS). Os grãos foram colocados em béquer com capacidade de 500 mL, com 100 mL de água destilada, por 16 horas à temperatura ambiente. Após o período de embebição, os grãos foram retirados e secos com papel toalha, sendo então pesados para se obter a massa dos grãos úmidos (MU). A porcentagem de embebição foi determinada pela Equação 1, proposta por GARCIA-VELA e STANLEY (1989):

$$\%PEANC = \frac{MU-MS}{MS} \times 100 \quad (1)$$

O tempo médio de cocção por Mattson (TMC) foi realizada em parceria com o Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em Cascavel – PR, seguindo, de forma adaptada, o método proposto por PROCTOR e WATTS (1987) e SARTORI (1982). Foram amostrados aproximadamente 15 g de grãos uniformes e inteiros. Estes grãos foram colocados em embebição em 100 mL de água destilada, por 16 horas, à temperatura ambiente; 25 grãos foram escolhidos aleatoriamente e colocados no cozedor de Mattson (cada grão é colocado individualmente em uma cavidade do aparelho e sob uma vareta de metal de 90 g e 1,48 mm de diâmetro de ponta). Foram aquecidos 1.000 mL de água destilada até a fervura, num recipiente de alumínio com capacidade para 3.000 mL. Em seguida, foi colocado o cozedor, já preparado com os grãos, no recipiente de alumínio, cronometrando-se o tempo de cozimento das amostras, em minutos, quando 52% dos grãos foram perfurados.

Para a determinação da porcentagem de embebição durante o cozimento (PEDC), utilizou-se os grãos provenientes do teste de porcentagem de embebição antes do cozimento. Os grãos foram alocados em béquer com capacidade para 500 ml, e foi então adicionado 100 ml de água destilada, os grãos foram aquecidos por 1 hora, utilizando-se uma chapa aquecedora elétrica, iniciando-se a contagem do tempo após o início da fervura da água, tendo-se o cuidado de sempre completar o volume

de água de forma que o grão ficasse submerso. Os grãos foram drenados e pesados, obtendo-se a massa úmida dos grãos após o cozimento (MU_c). A porcentagem de embebição foi determinada pela seguinte Equação 2, proposta por GARCIA-VELA e STANLEY (1989) e CARBONELL *et al* (2003):

$$\%PEDC = \frac{MU_c - MS}{MS} \times 100 \quad (2)$$

A porcentagem de grãos inteiros após o cozimento (PGIAC) foi obtida das amostras provenientes da porcentagem de embebição de água durante o cozimento. Os grãos após o cozimento foram pesados em sua totalidade (TG) e separados em duas porções: inteiros (GI), quando apresentavam o cotilédone em sua totalidade, e partidos (GP) quando o cotilédone ficava exposto e desgasto. A seguir, quantificou-se, a porcentagem de grãos inteiros, determinado pela Equação 3 (GARCIA VELA & STANLEY, 1989):

$$\%PGIAC = \left[\frac{(TG-GP)}{TG} \right] \times 100 \quad (3)$$

2.2.2 Sólidos Solúveis Totais no caldo de cozimento

Para determinar a quantidade de sólidos solúveis totais no caldo de cozimento (SST_c), foi utilizada a metodologia descrita por Sartori (1982), onde 10 g de grãos de feijão (MS) foram colocados em béqueres com capacidade para 500 mL, e embebidos em 100 mL de água destilada por 13 horas. Em seguida, os béqueres com os feijões foram aquecidos em chapa elétrica, empregando-se os tempos de cocção previamente estabelecidos para cada tratamento pelos testes de cozimento, sendo a contagem do tempo iniciada após a água atingir temperatura de ebulição. Os caldos obtidos com a cocção foram filtrados, tendo-se o cuidado de remover o caldo com o auxílio de uma peseta, e então coletados em béqueres limpos, secos e de massas conhecidas. Os béqueres com os caldos foram secos em estufa com circulação forçada, a 60°C até atingirem peso constante e os béqueres foram novamente pesados. Os teores de sólidos solúveis totais no caldo foram determinados pela Equação 4:

$$SST_c(\%) = \frac{[(\text{massa do béquer} + \text{resíduo seco}) - (\text{massa do béquer})] \times 100}{MS} \quad (4)$$

2.2.3 Sólidos solúveis do caldo de cozimento

Os sólidos solúveis do caldo de cozimento do feijão foram determinados pelo °Brix, realizado com uma gota do caldo obtido no teste de porcentagem de embebição

durante o cozimento quando este atingiu o tempo previamente estabelecido pelo teste de tempo médio de cocção, sendo a contagem do tempo iniciada após a água atingir temperatura de ebulição. O béquer com o feijão teve seu volume completado até atingir os 100 ml prévios, de forma a manter a solução padronizada. A leitura do °Brix foi realizada com o auxílio de um refratômetro manual portátil, tendo-se o cuidado de limpar o leitor do refratômetro com água destilada entre as análises de cada repetição.

2.3 Análise estatística

O experimento foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com quatro tratamentos (temperaturas de secagem de 40, 50, 60 e 70 °C), em três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão e os modelos foram selecionados considerando-se a significância da equação pelo teste de F, a magnitude do coeficiente de determinação (R^2), além do conhecimento da evolução do fenômeno em estudo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resumo da análise de variância das variáveis, porcentagem de embebição antes do cozimento, tempo médio de cocção, porcentagem de embebição durante o cozimento, porcentagem e grãos inteiros após o cozimento, sólidos solúveis totais do caldo de cozimento, e sólidos solúveis do caldo é apresentado na Tabela 1. Verificou-se que as variáveis de coloração e porcentagem de embebição durante o cozimento não apresentaram diferença significativa, enquanto as demais variáveis apresentaram diferença significativa de 5% ou inferior.

Variável	Grau de Liberdade	Valor médio	Quadrado médio	CV (%)	P _{valor}
PEANC	8	100,32	10,991	0,41	0,0001**
TMC	8	12,15	0,766	3,54	0,0477 *
PEDC	8	133,43	5,307	2,26	0,6416 ^{n.s}
PGIAC	8	51,92	88,088	6,39	0,0085**
TEV	8	0,79	0,000	0,73	0,0001**
SST_c	8	7,80	1,137	4,24	0,0039**
SS	8	0,5	0,009	9,13	0,0388 *

Tabela 1. Resumo da análise de variância para porcentagem de embebição antes do cozimento (PEANC), tempo médio de cocção (TMC), porcentagem de embebição durante o cozimento (PEDC), porcentagem e grãos inteiros após o cozimento (PGIAC), sólidos solúveis totais do caldo de cozimento (SST_c), e sólidos solúveis do caldo (SS) do feijão cv. BRS estilo submetido a diferentes temperaturas do ar de secagem.

*Significativo a $p < 0,05$

**Significativo a $p < 0,01$

^{n.s.} Não significativo

Os resultados mostram que a porcentagem de embebição antes da cocção dos grãos de feijão foi influenciada de forma linear e crescente com o incremento da temperatura do ar de secagem (Figura 2). Os resultados obtidos para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C foram, respectivamente, de 98,19; 99,81; 100,48 e 102,81%. Valores semelhantes (101,01%) são relatados por PERINA *et al.* (2014) trabalhando com feijão BRs Estilo, cultivado na safra da seca.

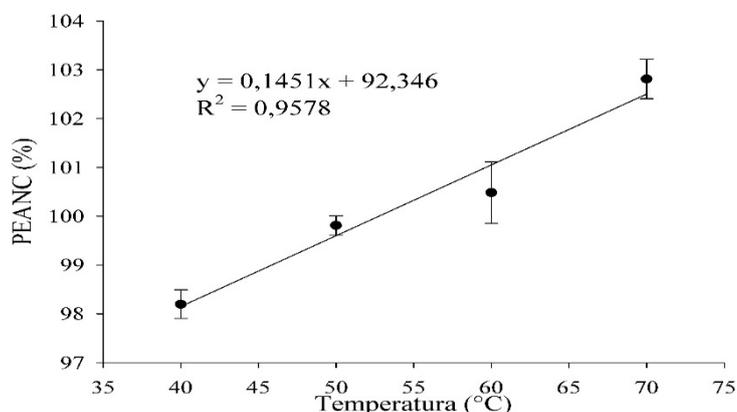


Figura 2. Porcentagem de embebição antes da cocção dos grãos de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

O aumento da porcentagem de embebição antes da cocção se deve ao tempo de exposição ao calor e do método de secagem, uma vez que temperaturas elevadas podem danificar as membranas celulares e desnaturar proteínas, bem como causar fissuras ao grão (MENEZES *et al.*, 2012). Com isso o produto oferece menor resistência à entrada de água durante o processo de embebição.

A absorção de água é interessante do ponto de vista industrial, sendo preferidas as cultivares que apresentam maiores valores, uma vez que grãos de feijão que apresentam alta porcentagem de absorção de água em relação ao seu peso seco proporcionam maior rendimento após o cozimento (PERINA *et al.*, 2014). Dessa forma, evidencia-se o potencial da secagem em maiores temperaturas de propiciarem maiores rendimentos culinários.

Durante a embebição, as enzimas das paredes das células do feijão tornam-se hidratadas e assim iniciam a hidrólise da pectina e de outros polissacarídeos, otimizando o processo de embebição e aumentando a condutividade térmica do grão. A ativação desse tipo de enzima pode reduzir o tempo necessário de cozimento para atingir a textura desejada dos grãos (PUJOLA *et al.*, 2007; MARTINEZ-MANRIQUE *et al.*, 2011; SIDDIQ & UEBERSAX, 2013).

Segundo DELFINO e CANNIATTI-BRAZACA (2010), os grãos que absorvem mais água tendem a ser os de mais fácil cocção. Resultado semelhante foi obtido por PERINA *et al.* (2014), que ao avaliarem diversas cultivares de feijão-carioca e preto quanto à qualidade tecnológica na safra da seca, obtiveram menor tempo de cocção em grãos com menor PEANC. Porém, essa relação direta é encontrada apenas por

alguns autores, visto que nem sempre a maior capacidade de hidratação dos grãos é um indicativo de menor tempo de cocção (DALLA CORTE *et al.*, 2003).

Os valores de tempo médio de cocção variaram de 11,4 a 12,7 minutos, e não apresentaram tendência de comportamento, apesar de apresentarem diferença estatística significativa entre os tratamentos. No presente trabalho não é possível observar uma relação entre o tempo médio de cocção e a porcentagem de embebição antes da cocção. Os valores encontrados no presente trabalho para o tempo médio de cocção são muito inferiores ao obtido por TORGA *et al.* (2011), que foi de 27,3 minutos, e PERINA *et al.* (2014), 29,3 minutos para o feijão da época de seca, ambos para a mesma cultivar. Isso pode estar relacionado aos fatores de pré-colheita, visto que o ambiente pode exercer influência, seja de plantio (relativo à estação de produção ou a localização geográfica) ou de processos pós-colheita, como a secagem e armazenamento.

De acordo com CARBONELL *et al.* (2003), situações de estresse hídrico, como seca e altas temperaturas próxima à colheita podem acarretar em grãos mais duros, o que pode ter influenciado nos resultados desse estudo comparado aos outros autores, visto que as temperaturas registradas pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) na região de plantio atingiram mínimas de até 4,3 °C, na semana anterior à colheita (INMET, 2017)

A porcentagem de embebição durante a cocção dos grãos de feijão apresentou valores variando de 132,11 a 135,12%. E assim como o TMC, não se observa nenhuma tendência de comportamento em função das temperaturas utilizadas. Os resultados encontrados no presente trabalho são semelhantes aos de PERINA *et al.* (2014), avaliando a mesma cultivar, cultivada no período das secas, obtendo 137,52%. Altos índice de PEDC implicam em um aumento do rendimento do feijão após o cozimento. Sendo assim, as condições de secagem não influenciaram no desempenho desta cultivar nesta análise.

Houve decréscimo na quantidade de grãos inteiros após o cozimento com o aumento da temperatura de secagem (Figura 3). Os valores observados foram de 58,48; 53,47; 50,06 e 45,66% para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70%, respectivamente. Valores semelhantes foram encontrados por PERINA *et al.* (2014), avaliando a mesma cultivar, sendo observados PGIAC de 52,26% na época da seca, em feijões que não foram submetidos a nenhum tratamento de secagem.

Tal comportamento foi observado, visto que elevadas temperaturas de secagem e exposição do produto ao calor por longos períodos podem alterar as ligações de amido do grão, alterando sua capacidade de gelatinização ou geleificação (OLIVEIRA *et al.*, 2010), e conseqüentemente a estabilidade do produto.

Durante a embebição, a água penetra nos grânulos de amido e nas frações protéicas dentro dos grãos, facilitando reações químicas como a gelatinização do amido e a desnaturação de proteínas durante o cozimento (SIDDIQ & UEBERSAX, 2013). Como os grãos foram pré-gelatinizados durante a secagem, durante o cozimento, eles

apresentam a ausência do pico de gelatinização, acarretando em declínio contínuo de viscosidade (RAGAE & ABDEL-AAL, 2006) proporcionando menor porcentagem de grãos inteiros após o cozimento.

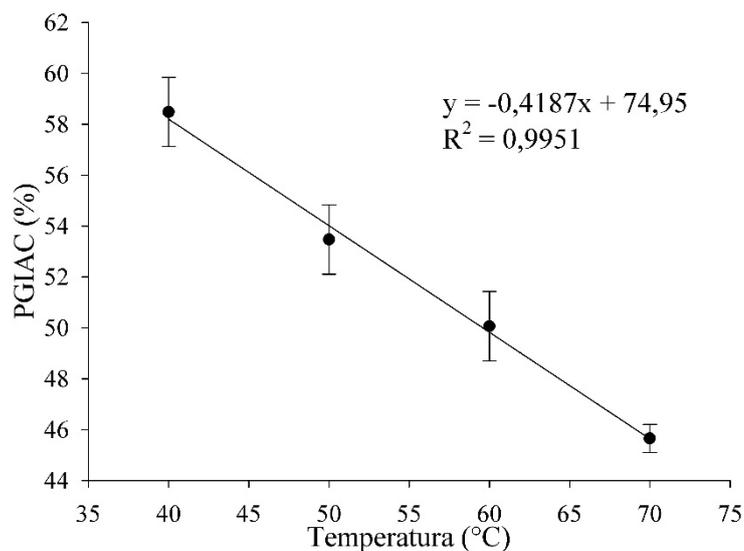


Figura 3. Porcentagem de grãos inteiros após a cocção dos grãos de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

Os valores de PGIAC são importantes em termos comerciais, visto que o consumidor tem uma tendência a preferir feijões que não perdem a integridade após cozidos (BASSINELLO *et al.*, 2003). Avaliando esse atributo individualmente, a temperatura de 40 °C foi a que apresentou melhor resultado.

A porcentagem de sólidos solúveis totais do caldo de cozimento do feijão (Figura 4) aumentou com a elevação da temperatura de secagem, tendo apresentado valores de 7,22; 7,84; 7,49 e 8,64% para as temperaturas e 40, 50, 60 e 70 °C, respectivamente. Esse resultado está diretamente relacionado a porcentagem de grãos inteiros após a cocção, pois quanto maior o número de grãos partidos, mais fácil é a passagem dos componentes (principalmente o amido) dos grãos para o meio de cocção.

O amido tem diversas funções sensoriais, dentre as quais, fornece textura e sólidos em suspensão além de servir de espessante (SMITH, 1982). Quando em solução, durante o processo de cocção, o amido gelatiniza, passando os seus constituintes (como a amilose e a amilopectina) para o meio de cocção. Quando em repouso, as moléculas de amilose têm a capacidade de se associar e formar precipitados, aumentando a viscosidade do caldo de cozimento (LEE, 1983; WANG *et al.*, 2010).

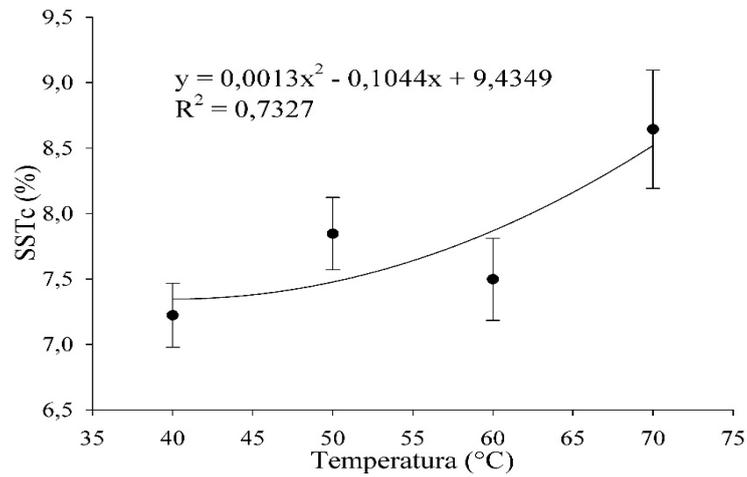


Figura 4. Porcentagem de sólidos solúveis totais do caldo de cozimento dos grãos de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

Assim como a porcentagem de sólidos solúveis totais, os sólidos solúveis, mensurados por °Brix, apresentaram tendência de aumento com a elevação da temperatura de secagem (Figura 5), tendo apresentado valores de 0,43, 0,53, 0,46 e 0,56 para as temperaturas e 40, 50, 60 e 70 °C.

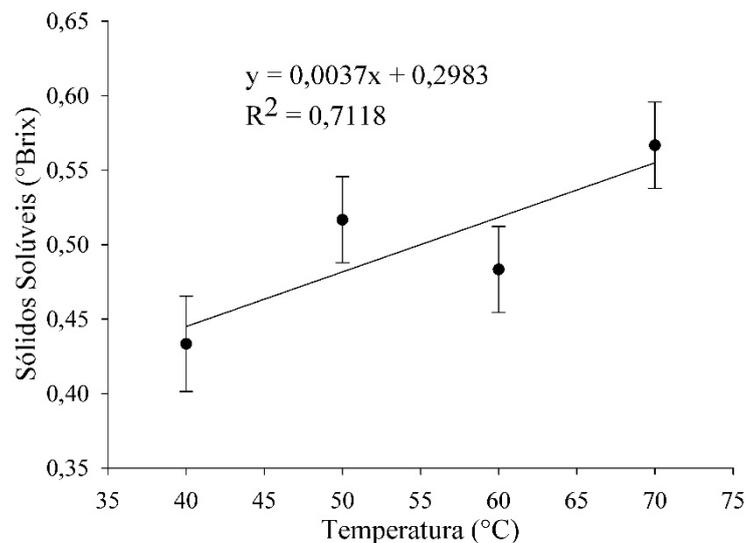


Figura 5. Sólidos solúveis do caldo de cozimento dos grãos de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

O teor de sólidos solúveis é uma característica importante para a determinação da qualidade do caldo de cozimento do feijão (SILVA *et al.*, 2016). E assim como o SSTc, é influenciado pela passagem dos constituintes do feijão para o caldo.

Visto que a característica do caldo sofre influência da quantidade de sólidos presentes, dessa forma, quanto maior a quantidade de sólidos totais, mais encorpado e viscoso será o caldo do feijão, atendendo a demanda dos consumidores, que tem preferência por caldo com boa consistência (BASSINELO *et al.*, 2003). Dessa forma, avaliando esse atributo individualmente, a temperatura de 70 °C foi a que apresentou melhor resultado.

4 | CONCLUSÕES

A temperatura de secagem não influenciou o tempo médio de cocção e a porcentagem de embebição durante a cocção. O aumento da temperatura de secagem refletiu no aumento da porcentagem e embebição antes do cozimento, e na quantidade de sólidos solúveis totais e sólidos solúveis. Menores temperaturas de secagem propiciaram maior quantidade de grãos inteiros após o cozimento.

REFERÊNCIAS

BASSINELO, P.Z.; COBUCCI, R.M.A.; ULHÁ, V.G.; MELO, L.C.; PELOSO, M.J. **Aceitabilidade de três cultivares de feijoeiro comum**. Embrapa Arroz e Feijão Comunicado Técnico 66. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399p.

CALHEIROS, K.O.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Disponibilidade de ferro, digestibilidade de proteína e teor de β -caroteno em formulados alternativos de baixo custo para alimentação enteral de idosos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.1, p.41-55, 2011.

CARBONELL, S.A.M.; CARVALHO, C.R.L.; PEREIRA, V.R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, v.62, n.3, p.369-379, 2003.

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M.B.S.; DSTO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, n.3, p.193-202, 2003.

DEHNAD, D.; JAFARI, S.M.; AFRASIABI, M. Influence of drying on functional properties of food biopolymers: From traditional to novel dehydration techniques. **Trends in Food Science and Technology**, v.56, n.1, p.116-131, 2016.

DELFINO, R.A.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Polyphenol and protein interaction and the effect on protein digestibility in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Perola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.2, p.308-312, 2010.

DUEÑAS, M.; MARTINEZ-VILLALUENGA, C.; LIMON, R.I.; PEÑAS, E.; FIAS, J. Effect of germination and elicitation on phenolic composition and bioactivity of kidney beans. **Food Research International**, v.70, n.1, p.55-63, 2015.

ELSADR, H. T.; WRIGHT, L.C.; PAULS, K.P.; BETT, K.E. Characterization of seed coat post harvest darkening in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Theoretical Applied Genetics**, v.123, n.8, p.1467-1472, 2011.

GARCIA-VELA, L.A.; STANLEY, D.W. Water-holding capacity in hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris*): effect of pH and ionic strength. **Journal of Food Science**, v.54, n.4, p. 1080-1081, 1989.

GONELI, A.L.D., MARTINS, E.A.S., JORDAN, R.A.; GEISENHOF, L.O.; GARCIA, R.T. Dimensionamento de um secador experimental para secagem de produtos agrícolas. **Revista Engenharia Agrícola**. v.36, n.5. 2016.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em 22 fev. 2017.

- JAFARI, M.; RAJABZADEH, A.R.; TABTABAEI, S.; MARSOLAIS, F.; LEGGE, R.L. Physicochemical characterization of a navy bean (*Phaseolus vulgaris*) protein fraction produced using a solvent-free method. **Food Chemistry**, v.208, n.1, p.35-41, 2016.
- LEE, F. A. **Basic food chemistry**. 2nd ed. Wageningen: AVI, 1983. 564 p.
- MARTINEZ-MANRIQUE, E.; JACINTO-HERNANDEZ, C.; GARZA-GARCIA, R.; CAMPOS, A.; MORENO, E.; BERNAL-LUGO, I. Enzymatic changes in pectic polysaccharides related to the beneficial effect of soaking on bean cooking time. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.91, n.13, p.2394–2398. 2011.
- MENEZES, N.L.; PASQUALLI, L.L.; BARBIERI, A.P.P.; VIDAL, M.D.; CONCEIÇÃO, G.M. Temperaturas de secagem na integridade física, qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.4, p.430-436, 2012
- NCIRI, N.; CHO, N.; BERGAOUI, N.; MHAMDI, F.E.; AMMAR, A.B.; TRABELSI N.; ZEKRI, S.; GUÉMIRA, F.; MANSOUR, A.B.; SASSI, F.H.; AISSA-FENNIRA, F.B. Effect of white kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L. var. Beldia) on small intestine morphology and function in Wistar rats. **Journal of Medicinal Food**, v.18, n.12, p.1387-1399, 2015.
- OLIVEIRA, L.C.; GUTKOSKI, L.G.; ELIAS, M.C.; MAZZUTTI, S.; AOSANI, E.; ROCHA, J.C. Efeito da temperatura de secagem na qualidade de grãos de aveia branca. **Ciência e Agrotecnologia**. v.34, n.2, p.313-319 2010
- PERINA, E.F.; CARVALHO, C.R.L.; CHIORATO, A.F.; LOPES, R.L.T.; GONÇALVES, J.G.R.; CARBONELL, S.A.M. Technological quality of common bean grains obtained in different growing seasons. **Bragantia**, v.73, n.1, p.14-22, 2014.
- PROCTOR, J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology**, v.20, n.1, p.9-14, 1987.
- RAGAEI, S.; ABDEL-AAL, E.M. Pasting properties of starch and protein in select cereals and quality of their food products. **Food Chemistry**, v.75, n.1, p.9-18, 2006.
- REBELLO, C.J.; GREENWAY, F.L.; FINLEY, J.W. A review of the nutritional value of legumes and their effects on obesity and its related co-morbidities. **Obesity Reviews**, v.15, n.5, p.392-407, 2014.
- RIBEIRO, N.D.; POERSCH, N,L; ROSA, S.S. Períodos de semeadura e condições de armazenamento na qualidade de cozimento de grãos de feijão. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.936-941, 2008.
- SARTORI, M.R. **Technological quality of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) stored under nitrogen**. PhD. Dissertation. Manhattan, Kansas, USA: Department of Grain Science and Industry, Kansas State University. 1982.
- SEHRAWAT, R.; NEMA, P.K.; KAUR, B.P. Effect of superheated steam drying on properties of foodstuffs and kinetic modeling. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.34, n.1, p.285-301, 2016)
- SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. **Dry beans and pulses: production, processing and nutrition**. Ames: John Wiley & Sons, 2013, 398p.
- SILVA, O.F.; WANDER, A.E. **O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2013. 59 p. (Documentos, 287)
- SILVA, M.B.O; CARVALHO, A.J.; CARNEIRO, J.E.S.; ASPIAZU, I.; ALVES, E.E.; DAVID, A.M.S.S.;

BRITO, O.G.; ALVES, P.F.S. Technological quality of grains of common beans selected genotypes from the carioca group. **Semina. Ciências Agrárias**, v.37, n.4, p.1721-1732, 2016

SMITH, P.S. Starch derivatives and their use in foods. In: LINEBACK, D. R.; INGLETT, G. E. (Ed.). Food carbohydrates. Westport: AVI, 1982. p. 237-269.

TORGA, P.P.; PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; BASSINELLO, P.Z.; CARVALHO, H.W.L.; COSTA, A.F.; MELO, P.G.S. Cooking time of common beans carioca type evaluated in different environments. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v.54, p.40-41. 2011

TROMPETTE, A.; GOLLWITZER, E.S.; YADAVA, K.; SICHELSTIEL, A.K.; SPRENGER, N.; NGOMBRU, C.; BLANCHARD, C.; JUNT, T.; NICOD, L.P.; MARSLAND, B.J. Gut microbiota metabolism of dietary fiber influences allergic airway disease and hematopoiesis. **Nature Medicine**, v.20, n.2, p.159-166, 2014.

WANG, N.; HATCHER, D.W.; TYLER, R.T.; TOEWS, R.; GAWALKO, E.J. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). **Food Research International**, v.43, n.2, p.589-594, 2010.

XU, B.J.; CHANG, S.K.C. Reduction of antiproliferative capacities, cell-based antioxidant capacities and phytochemical contents of common beans and soybeans upon thermal processing. **Food Chemistry**, v.129, n.3, p.974-981, 2011.

QUANTIFICAÇÃO DA FITOMASSA PARA A COBERTURA DO SOLO EM PLANTIO IRRIGADO

Jonatan Levi Ferreira de Medeiros

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Doutorando do Programa de Pós Graduação em
Manejo de Solo e Água.
Mossoró – Rio Grande do Norte.

Priscila Pascali da Costa Bandeira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Graduanda do curso de Engenharia Agrícola e
Ambiental.
Mossoró – Rio Grande do Norte.

Poliana Maria da Costa Bandeira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Graduanda do curso de Engenharia Agrícola e
Ambiental.
Mossoró – Rio Grande do Norte.

Suedêmio de Lima Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Professor associado do Departamento de
Engenharia e Ciências Ambientais
Mossoró – Rio Grande do Norte.

Ana Beatriz Alves de Araújo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Doutoranda do Programa de Pós Graduação em
Manejo de Solo e Água.
Mossoró – Rio Grande do Norte.

Erlan Tavares Costa Leitão

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Mestrando do Programa de Pós Graduação em
Manejo de Solo e Água.
Mossoró – Rio Grande do Norte.

Joaquim Odilon Pereira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Professor associado do Departamento de
Engenharia e Ciências Ambientais.
Mossoró – Rio Grande do Norte.

RESUMO: O aprimoramento do Sistema Plantio Direto (SPD) é algo particular a cada ambiente, principalmente no que se refere a melhor combinação entre as espécies cultivadas. O objetivo da pesquisa foi quantificar a formação da cobertura vegetal sob plantio direto irrigado em três etapas de manejo no semiárido potiguar. O manejo da área foi realizado com o mínimo de mobilização do sistema solo, priorizando a formação de fitomassa e a preservação de suas características anteriores. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições para as condições de manejo na vegetação espontânea (VE), plantas de cobertura (PC) e milho (M). Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e constatou-se que dentro dos tratamentos para o manejo da VE e M não houve diferença estatística significativa. Ou seja, valor médio da fitomassa nos tratamentos ficou semelhantes após a intervenção mecânica. No manejo da PC as áreas submetidas ao plantio de Milheto (T1), Crotalária (T2), do Sorgo (T4) e do Sorgo

+ Crotalária (T5) foram semelhantes e T3 (vegetação espontânea) foi a único que diferiu. Ao final, a quantidade de fitomassa gerada com o manejo de é suficiente para caracterizar o plantio direto.

PALAVRAS-CHAVE: Plantio direto, Semiárido, Biomassa.

ABSTRACT: The improvement of the No-tillage System is particular to each environment, especially regarding the best combination between cultivated species. The objective of the research is to quantify the formation of vegetation managed under no-tillage system tillage irrigated in successive crops of spontaneous vegetation, specific plants for soil cover and maize crop. The management of the area was carried out with minimum soil mobilization, prioritizing the formation of phytomass and preservation of its previous characteristics. The experimental design was a randomized block design with five treatments and six replications for management conditions in spontaneous vegetation (SV), cover plants (CP) and maize (M). The data were submitted to variance analysis and Tukey's test at 5% probability and it was verified that within the treatments for the management of the VE and M there was no statistical difference, the average phytomass value of the treatments were similar after the management. In the management of the cover plants, the highest values of average were observed in the areas planted with Crotalaria (T2) and Sorghum (T4), they were statistically higher to the others and T3 treatment (spontaneous vegetation) was the only one that differed. At the end, the amount of phytomass generated with the management of each cover is sufficient to characterize the no-tillage.

KEY WORDS: Direct planting, Semi-arid, Biomass.

1 | INTRODUÇÃO

Na região do semiárido brasileiro, com ou sem irrigação, os produtores normalmente, em seus cultivos, utilizam o preparo convencional do solo, mesmo com os inúmeros problemas apresentados. Por estas razões, práticas adequadas de manejo do solo são necessárias para uma maior sustentabilidade dos ambientes agrícolas.

A prática conservacionista de manter a palhada sobre o solo representa a essência desse sistema, com funções importantes em conservar a umidade do solo, ao reduzir a evaporação; agir como reciclador de nutrientes, assegurando alta atividade biológica; aumentar a matéria orgânica no perfil do solo melhorando a CTC e a sua estrutura física; ajudar no controle de plantas daninhas seja pela barreira física ou pela liberação de substâncias alelopáticas (SATURNINO & LANDERS 1997; SILVA et, al. 2009).

Comparando o manejo convencional do solo e o plantio direto em regiões semiáridas do Brasil, sob efeito da irrigação, tem-se a superioridade do plantio direto na melhoria dos indicadores físicos do solo (SALES et, al. 2016), menor infestação da vegetação espontânea e maior produtividade de frutos de melancia (SILVA et, al. 2013), maior produtividade do pimentão quando associado a capinas (COELHO et, al.

2013), melhoria na eficiência do uso da água na produção do melão (TEÓFILO et, al. 2012) e de milho sob efeitos de veranicos (SILVA et, al. 2015).

Em regiões semiáridas do leste da Turquia o plantio direto alterou as propriedades físicas do solo elevando a densidade na faixa de cultivo, a resistência à penetração e umidade na capacidade de campo, e reduzindo a porosidade total e infiltração de água (GOZUBUYUK et, al. 2014). Conforme os resultados de (MUÑOZ et, al. 2007) em dois anos de plantio direto de milho irrigado no semiárido os atributos físicos, químicos e biológicos do solo melhoram significativamente, havendo aumento no conteúdo de água, do carbono orgânico, nitrogênio, da população microbiana e estabilidade de agregados.

O objetivo do presente trabalho é estimar a taxa da biomassa formada no plantio direto sob irrigação avaliando cobertura vegetal manejada com vegetação espontânea, plantas específicas para a cobertura do solo e a cultura do milho no semiárido potiguar.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi realizado em um Argissolo Vermelho-Amarelo da região semiárida do Brasil, sob sistema irrigado no período entre setembro de 2016 à setembro de 2017 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, campo de abrangência da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

O experimento é constituído de três etapas distintas; manejo na vegetação espontânea (VE), manejo nas plantas de cobertura (PC) e manejo na palhada do milho (M). Onde a fitomassa é coletada após o manejo de cada caberturas. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos (T1, T2, T3, T4 e T5) e seis repetições, totalizando trinta unidades experimentais, cada uma com 180 m² (30 metros de comprimento e 6 metros de largura). O tamanho da parcela favorece a utilização das operações mecanizadas. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O manejo utilizado consistiu principalmente em triturar a vegetação de cobertura, por meio de um picador horizontal (triton 3600) que corta e tritura a vegetação a uma altura de 5 cm do solo (figura 1b), para depois realizar o plantio sobre a palhada resultante. Na avaliação da fitomassa foi utilizando um quadrado de 0,5 x 0,5 m (figura 1a) lançado aleatoriamente, conforme método de (STEINMAUS et, al. 2008).

O material vegetal colhido ao final de cada manejo foi levado ao laboratório, colocado em estufa de circulação forçada a 65 °C por 72 h, sendo posteriormente pesados e os resultados expressos em kg.ha⁻¹.



Figura 1: Quadro de coleta da cobertura vegetal (a) e Manejo da vegetação usando o picador horizontal (b)

No primeiro momento, no dia 19 de setembro de 2016, a vegetação espontânea foi manejada e no dia 21 realizou-se o plantio das culturas apropriadas à cobertura do solo; milheto cearense (*Pennisetum glaucum* L. e/ou R. Brown), crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. e/ou Moench). Os critérios para a escolha foram à adaptação dessas culturas ao clima da região, capacidade de produção de matéria seca, ciclo curto, taxa de cobertura, porte ereto e propagação por semente. Em campo, na segunda etapa da pesquisa as espécies de cobertura foram dispostas conforme os tratamentos. Onde; T1 = Milheto, T2 = Sorgo, T3 = Crotalária Juncea, T4 = Crotalária Juncea + Sorgo e T5 = Vegetação Espontânea. Para o plantio das espécies de cobertura foi utilizado uma semeadora de fluxo contínuo, marca Tatu Marchesan modelo PSA. No início da floração da maioria das plantas em campo (30/11/2016), aproximadamente 70 dias após o plantio, foi feito o manejo da vegetação de cobertura e a coleta da fitomassa. Em seguida a área ficou em descanso até o dia 25/03/2017. A seguir foi aplicado herbicida e 3 dias depois foi realizada a semeadura do milho, terceira fase da pesquisa. Para a operação de semeadura utilizou-se uma semeadora-adubadora de precisão pneumática, marca Marchesan, modelo PST4. A máquina foi regulada para se obter um estande de aproximadamente 59.000 plantas/ha, com espaçamento de 0,90 m entre linhas e 5,3 plantas por metro linear. A variedade escolhida foi BRS Gorutuba (desenvolvida pela EMBRAPA semiárido), pois apresenta boa adaptação a região, superprecocidade e grande aporte de fitomassa. Na ocasião foi utilizado a adubação em fundação de 125 kg/ha de MAP, 25 de uréia e 50 kg/ha de cloreto de potássio. Na adubação de cobertura utilizou-se 100 kg/ha de uréia e 25 kg/ha de cloreto de potássio. A forma de controle ou desfavorecimento da vegetação espontânea na entrelinha das plantas cultivadas foi realizado com uma roçadora motorizada manual.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação das áreas com vegetação espontânea foi identificado as plantas

em maior ocorrência; Salsa (*Ipomoea asarifolia* Roem. & Schult.), Malva veludo (*Sida cordifolia* L.), Malva branca (*Herissantia memoralis* Brizicky), Caruru (*Amaranthus spinosus*), Bredo (*Triantema portucastrun* L.), Capim pé de Galinha (*Chloris barbata* Sw.), Capim Carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), Capim Rabo de Raposa (*Andropogon leucostachyus* Kunth), Jitirana (*Merremia aegyptia* L.) e Capim Amargo (*Paspalum paniculatum* L.), esta última com grande predominância.

Com base no teste de médias (Tukey a 5% de probabilidade), dentro dos tratamentos para o manejo da vegetação espontânea (VE), não houve diferença estatística entre eles. As áreas correspondentes ao T1 apresentaram a maior média de cobertura coletada e T5 a menor, a diferença dos valores médios de T1 para T5 foi de 393,3 kg/ha (Tabela 1).

Etapas	T1	T2	T3	T4	T5	DMS (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
VE	3160 (A)	3133 (A)	2893 (A)	2787 (A)	2767 (A)	2037	39,99

Tabela 1 – Quantidade média de massa seca coletada (kg.ha⁻¹), após o manejo da fitomassa com picador horizontal na Vegetação Espontânea (VE).

T = Tratamentos; CV = Coeficiente de Variação e DMS = Diferença Mínima Significativa.

Nas coberturas vegetais utilizadas não houve estatisticamente diferenças significativas. Ou seja, as áreas submetidas ao plantio de Milheto (T1), Crotalária (T2), do Sorgo (T4) e do Sorgo + Crotalária (T5) foram semelhantes (Tabela 2). Conforme (CAVALLARI et., al. 2017), quantitativos semelhantes de massa seca foram encontrados com a Crotalária Juncea sendo colhida aos 60 dias. De acordo com Sales et, al. (2016), em um experimento conduzido em condições semelhantes de clima e solo, constatou-se um maior volume de cobertura morta obtida em área cultivada com sorgo. A área com Milheto (T1) foi semelhante as demais, porém dentre as plantas específicas de cobertura foi a que apresentou menor valor de média. O tratamento sob Vegetação Espontânea (T3) apresentou o menor valor, sendo assim, estatisticamente inferior a T2, T4 e T5 (Tabela 2). Resultado esperado tendo em vista a condição natural de germinação e desenvolvimento vegetativo empregado no tratamento.

	T1 (Milheto)	T2 (Crotalária)	T3 (Veg.Esp.)	T4 (Sorgo)	T5 (Sor+Crot)	DMS (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
PC	2913 (BA)	4000 (A)	1994 (B)	3507 (A)	3307 (A)	1246	23,39

Tabela 2 – Quantidade média de massa seca coletada (kg.ha⁻¹), após o manejo da fitomassa com picador horizontal nas Plantas de Cobertura (PC).

T = tratamentos; PC = Plantas de cobertura; CV = Coeficiente de variação e DMS = Diferença Mínima Significativa.

Na condição de manejo, após o cultivo do milho, a média da cobertura coletada entre os tratamentos não apresentou diferenças significativas. No entanto, mesmo o menor valor médio de cobertura, 6407 kg/ha, já representa um bom aporte de fitomassa (Tabela 3). Alvarenga et al, (2001) considera que 6 t.ha⁻¹ de resíduos sobre a superfície seja uma quantidade adequada ao sistema plantio direto, com a qual consegue-se boa taxa de cobertura do solo.

	T1	T2	T3	T4	T5	DMS (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
Milho	8733 (A)	7653 (A)	6407 (A)	8330 (A)	7653 (A)	2343,4	22,39

Tabela 1 – Quantidade média de massa seca coletada (kg.ha⁻¹), após o manejo da fitomassa com picador horizontal na palhada do Milho.

T = tratamentos; CV = Coeficiente de variação e DMS = Diferença mínima significativa.

Segundo Mulumba e Lal (2008) uma taxa de cobertura morta acima de 4 t.ha⁻¹ já aumenta a porosidade e 8 t.ha⁻¹ aumenta a capacidade de água disponível do solo, retenção de umidade e estabilidade de agregados. Jordan et. al. (2010) constataram que uma taxa de cobertura do solo de 5 t.ha⁻¹.ano⁻¹ tornou insignificante o efeito do escoamento de sedimentos e a concentração de fluxo sob enxurrada em um Neossolo Flúvico no semiárido do sudoeste espanhol.

4 | CONCLUSÃO

O manejo adotado na vegetação de cobertura foi suficiente para caracterizar o sistema plantio direto em quantitativos de biomassa.

As áreas cultivadas com Crotalária, Sorgo e Crotalária mais Sorgo em linhas alternadas apresentaram maior quantidade de massa seca.

REFERÊNCIAS

Alvarenga, R. C.; Cabezas, W. A. L.; Cruz, J. C.; Santana, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

CAVALLARI, L. A.; SOARES C. M. J.; OLIVEIRA M. S.; RAMBO J. R. **Produção de Fitomassa e Cobertura do Solo de Crotalaria Juncea**. Cadernos de Agroecologia, [S.l.], v. 11, n. 2, jan. 2017. ISSN 2236-7934. Disponível em: <<http://revistas.abaagroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/21119>> Acesso em: 02 nov. 2017.

COELHO, M. E. H.; de FREITAS, F. C. L.; CUNHA, J. L. X. L.; DOMBROSKI, J. L. D.; & de SANTANA, F. A. O. **Interferência de plantas daninhas no crescimento do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional**. Revista Caatinga, v. 26, n. 4, p. 19-30, 2013.

GOZUBUYUK, Z.; SAHIN, U.; OZTURK, I.; CELIK, A.; & ADIGUZEL, M. C. **Tillage effects on certain physical and hydraulic properties of a loamy soil under a crop rotation in a semiarid region with a cool climate**. Catena, v. 118, p. 195-205, 2014.

- JORDÁN, A.; ZAVALA, L.M.; GIL, J. **Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern**. Spain, Catena. v. 81, p. 77–85, 2010.
- MULUMBA, L. N.; LAL, R. **Mulching effects on selected soil physical properties**. Soil Tillage Res. v. 98, p. 106–111, 2008.
- MUÑOZ, A.; LÓPEZ-PIÑEIRO, A.; RAMÍREZ, M. **Soil quality attributes of conservation management regimes in a semi-arid region of south western**. Spain. Soil and Tillage Research, v. 95, n. 1/2, p. 255-265, 2007.
- SALES, R. P.; PORTUGAL, A. L.; MOREIRA, J. A. A.; KONDO, M. K., PEGORARO R. F. **Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido**. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 3, p. 429-438, 2016.
- SATURNINO H. M.; LANDERS J.N. **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília, EMBRAPA-SPI. p. 116, 1997.
- SILVA, M. G. O.; DE FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z.; MESQUITA, H. C.; DE SANTANA, F. A. O.; DE LIMA, M. F. P. **Manejo de plantas daninhas na cultura da melancia nos sistemas de plantio direto e convencional**. Horticultura Brasileira, v. 31, n. 3, p. 494-499, 2013.
- SILVA, A. A.; GALON, L.; FERREIRA, F. A.; TIRONI, S. P.; FERREIRA, E. A.; DA SILVA, A. F.; AGNES, E. L. **Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira**. Revista ceres. Brasil, Jul-Ago, v. 56, n. 4, p. 496-506, 2009.
- SILVA, F. A.; FREITAS, F. C.; ROCHA, P. R.; CUNHA, J. L. X. L.; DOMBROSKI, J. D.; COELHO, M. E.; & LIMA, M. F. **Milho para ensilagem cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional sob efeito de veranico**. Ciências Agrárias, v. 36, n. 1, p. 327-340, 2015.
- STEINMAUS, S.; ELMORE, C.L.; DONALDSON, D.; WEBER, E.A.; RONCORONI, J.A.; MILLER, P.R.M. **Mulched cover crops as an alternative to conventional weed management systems in vineyards**. Weed Research, v. 48, p. 273-281, 2008.
- TEÓFILO, T. D. S., FREITAS, F. C. L., MEDEIROS, J. D., SILVA, D. D., GRANGEIRO, L. C., & TOMAZ, H. D. Q. **Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional**. Planta daninha, v. 30, n. 3, p. 547-556, 2012.

RENDIMENTO BIOLÓGICO E COMPONENTES MORFOLÓGICOS DE CULTIVARES DE SOJA COM DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO SUBMETIDOS A DESFOLHA NOS ESTÁDIOS V6 E R3

Murilo Miguel Durli

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Udesc
Lages – SC

Lucieli Santini Leolato

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Udesc
Lages – SC

Vander Liz de Oliveira

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Udesc
Lages – SC

Hugo François Kuneski

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Udesc
Lages – SC

Thais Lemos Turek

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Udesc
Lages – SC

Marcos Cardoso Martins Júnior

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Udesc
Lages – SC

e componentes morfológicos de cultivares de soja com diferentes grupos de maturação submetidas à desfolha nos estádios V6 e R3. Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação no município de Lages – SC, na safra 2016/2017. Foram avaliadas três cultivares com GM distintos: Veloz RR com GM 5.0, NA 5909 RG, com GM 5.9 e TMG 7262 com GM 6.2. Cada cultivar foi submetida a cinco níveis de desfolha, equivalentes a 0%, 16,6%, 33,3%, 50% e 66,6% da área foliar. No primeiro experimento as desfolhas foram impostas no estádio V6 e no segundo no estádio R3. Na desfolha em V6, o rendimento biológico das cultivares Veloz e NA 5909 decresceu de forma linear a medida que o nível de desfolha aumentou. Na desfolha em R3, a cultivar NA 5909 apresentou decréscimo linear de seu rendimento biológico em função do aumento do nível de desfolha, enquanto as cultivares Veloz e TMG 7262 apresentaram decréscimos quadráticos. O comprimento da haste principal e o número de nós na haste principal não apresentou diferença em função dos diferentes níveis de desfolha, tanto no experimento em V6 quanto em R3. A desfolha influencia negativamente o rendimento biológico da soja, mas não altera a sua estatura e número de nós na haste principal, tanto quando é efetuada em V6 como em R3.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, Área foliar,

RESUMO: Quanto menor o grupo de maturação (GM) da cultivar menor é seu ciclo e sua estrutura vegetativa, o que pode influenciar na tolerância a desfolha. Este trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento biológico

ABSTRACT: The lower the maturity group (GM) of the cultivar smaller is its cycle and its vegetative structure, which may influence the defoliation tolerance. This work aimed to evaluate the biological yield and morphological components of soybean cultivars with different maturation groups submitted to defoliation in the V6 and R3 stages. Two experiments were carried out under greenhouse conditions in the municipality of Lages - SC, in the 2016/2017 harvest. Three cultivars with different GM were evaluated: Veloz RR with GM 5.0, NA 5909 RG, GM 5.9 and GMG 7262 with GM 6.2. Each cultivar was submitted to five levels of defoliation, equivalent to 0%, 16.6%, 33.3%, 50% and 66.6% of the leaf area. In the first experiment the defoliation was imposed in the V6 stage and in the second in the R3 stage. In V6 defoliation, the biological yield of the cultivars Veloz and NA 5909 decreased linearly as the level of defoliation increased. In the defoliation in R3, cultivar NA 5909 showed a linear decrease of its biological yield due to the increase of the defoliation level, while the cultivars Veloz and TMG 7262 presented quadratic decreases. The length of the main stem and the number of nodes in the main stem did not differ according to the different levels of defoliation, both in V6 and R3 experiments. Defoliation negatively influences the biological yield of soybean, but does not alter its height and number of nodes in the main stem, both when carried out in V6 and in R3.

KEYWORDS: *Glycine max*, Leaf area, Pest management.

1 | INTRODUÇÃO

A área foliar e a sua capacidade fotossintética são fatores importantes para a definição do potencial produtivo da soja (*Glycine max*), pois é a partir das folhas e de sua interação com a radiação solar que os fotoassimilados são produzidos e destinados ao enchimento de grãos (ANDRADE et al., 2002). Dessa forma, qualquer fator que limite a área foliar irá comprometer a fotossíntese e a produtividade.

Algumas lagartas são importantes agentes desfolhadores, afetando diretamente o potencial fotossintético da planta.

Bueno et al. (2013) relataram que cultivares com menor índice de área foliar (IAF) são mais sensíveis à desfolha, tendo em vista que o IAF é crucial para o desenvolvimento e a produtividade da soja. Quanto menor o grupo de maturação (GM) da cultivar, menor é seu ciclo e sua estrutura vegetativa. O menor ciclo da cultivar a torna mais sensível a estresses (ZANON et al., 2015).

Além do rendimento de grãos, a desfolha pode interferir no desenvolvimento da cultura, afetando seus componentes morfológicos. A distribuição de fotoassimilados entre os diversos drenos da planta ocorre numa rota que é coordenada conforme mudança no requerimento de cada um dos drenos durante o ciclo da cultura. Portanto, a desfolha pode afetar vários componentes morfológicos da planta da soja.

Considerando que há poucos trabalhos com desfolha avaliando cultivares de GM distintos atualmente disponíveis no mercado, realizou-se essa pesquisa. O objetivo foi avaliar o rendimento biológico e componentes morfológicos de cultivares de soja com diferentes grupos de maturação submetidas a desfolha nos estádios V6 e R3.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos na safra 2016/2017 dois experimentos em casa de vegetação no município de Lages – SC. Nestes ensaios foram avaliadas três cultivares com grupos de maturação distintos: Veloz RR com GM 5.0, NA 5909 RG, com GM 5.9 e TMG 7262 com GM 6.2.

O delineamento experimental dos experimentos foi de blocos ao acaso, com três repetições por tratamento. Foi utilizado um arranjo fatorial (3x5) de distribuição dos tratamentos, onde cada cultivar foi submetida a 5 níveis de desfolha, equivalente a 0%, 16,6%, 33,3%, 50% e 66,6% da área foliar apresentada pela cultura no momento da remoção das folhas. No primeiro experimento as desfolhas foram impostas no estádio V6 e o segundo no estádio R3. A desfolha foi realizada com auxílio de uma tesoura, cortando as folhas de forma longitudinal, de acordo com o nível de desfolha imposto.

A semeadura foi realizada no dia 01/11/2016, com cinco sementes por vaso. Cada vaso foi preenchido com um Nitossolo Vermelho Distrófico previamente peneirado. Após a emergência realizou-se o desbaste, mantendo uma planta por vaso.

Após a colheita, determinou-se o comprimento da haste principal e o número de nós por haste. O rendimento biológico foi obtido através da soma da massa seca das hastes, vagens e grãos das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ($p < 0,05$). Quando alcançada significância, as médias do fator quantitativo (cultivar) foram comparadas pelo teste t e dos fatores qualitativos (níveis de desfolha) foram avaliadas por regressão polinomial.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento biológico foi afetado pela interação entre grupo de maturação da cultivar e o nível de desfolha, nos dois estádios fenológicos em que a redução da área foliar foi imposta às plantas (Figura 1).

No experimento com desfolha em V6, o rendimento biológico das cultivares Veloz e NA 5909 decresceu de forma quadrática à medida que o nível de desfolha aumentou (Figura 1a). O rendimento biológico da cultivar TMG 7262 não foi afetado significativamente pelos níveis de desfolha.

No experimento com desfolha em R3, a cultivar NA 5909 apresentou decréscimo linear de seu rendimento biológico em função do aumento do nível de desfolha, enquanto as cultivares Veloz e TMG 7262 apresentaram decréscimos quadráticos à

medida que aumentou o nível de desfolha (Figura 1b). Nos dois estádios fenológicos, a cultivar Veloz externou menor rendimento biológico que as cultivares NA 5909 e TMG 7262.

Board & Kahlon (2011) atribuíram a menor massa seca de plantas à diminuição do fornecimento de fotoassimilados. Cultivares modernas possuem menor área foliar, conseqüentemente, o suprimento de produtos oriundos da fotossíntese é menor quando submetidos à desfolha.

O comprimento da haste principal não apresentou diferença em função dos diferentes níveis de desfolha, na média das cultivares avaliadas, tanto no experimento quando a desfolha foi imposta em V6 quanto em R3 (Tabela 1). Esse resultado corrobora com Bahry et al. (2013), que também não observaram diferença na variável em função de diferentes níveis de desfolha. A cultivar Veloz apresentou menor comprimento da haste principal do que as demais cultivares, na média dos níveis de desfolha. Isto se deve a sua maior precocidade e menor número de nós no caule (Tabela 2).

O número de nós na haste principal também não foi influenciado pelos níveis de desfolha, tanto em V6 quanto em R3. Isto demonstra que a redução da área foliar tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva não interferiu na capacidade da planta de expandir a haste principal, independentemente do grupo de maturação da cultivar.

4 | CONCLUSÕES

O trabalho permitiu concluir que a desfolha influencia negativamente o rendimento biológico da soja, mas não altera a sua estatura e número de nós na haste principal, tanto quando é efetuada em V6 como em R3.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.H.; CALVINO, P.; CIRILO, A.; BARBIERI, P. Yield responses to narrow rows depend on increase radiation interception. **Agronomy Journal**. v. 94, n. 5, p. 975-980, 2002.

BAHRY, C. A.; NARDINO, VENSKE, E.; NARDINO, M.; ZIMMER, P. D.; SOUZA, V. Q. S.; CARON, B. O. Desempenho agrônômico da soja em função da desfolha em diferentes estádios vegetativos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.7, n.4, p.19-24, 2013.

BOARD, J. E.; KAHLON, C. S. Soybean yield formation: what controls it na how it can be improved. In: EL-SHAMY, H. A. **Soybean physiology and biochemistry**1 ed., p. 1-36, 2011.

BUENO, F. Economic thresholds in soybean-integrated pest management; old concepts, current adaption, and adequacy. **Neotropical Entomology**. v. 42, p. 439-447, 2013.

ZANON, A. J.; WINCK, J. E. M.; STRECK, N., A.; ROCHA, T. S. M. D. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragantia**, v. 74, n. 4, out-dez. 2015.

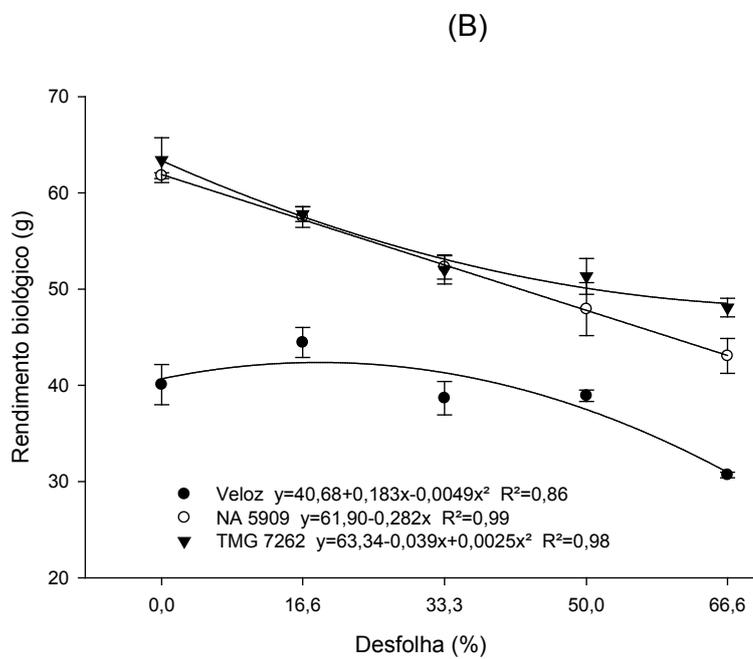
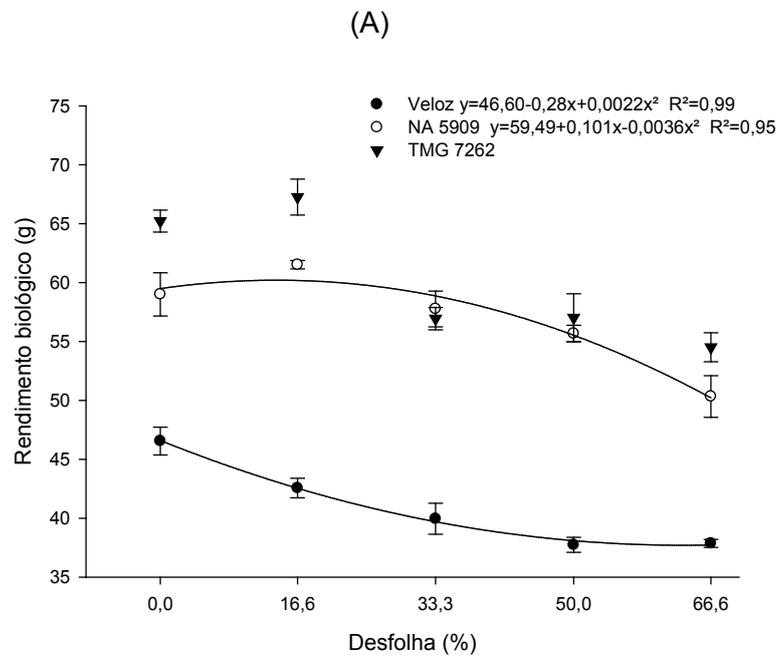


Figura 1. Rendimento biológico em três cultivares de soja sob diferentes níveis de desfolha em V6 (a) e R3 (b). Lages, SC.

	Cultivar			Média	CV%
	Veloz	NA 5909	TMG 7262		
Desfolha (%)	Comprimento da Haste Principal (cm) Exp. Desfolha V6				
0	61,0	73,3	69,7	67,9 ns	
16,6	56,3	70,3	72,0	66,2	
33,3	59,0	69,3	73,3	67,2	8,13
50	56,0	65,3	69,0	63,4	
66,6	61,0	65,7	71,7	66,1	
Média	57,8 b	68,8 a	71,1 a*		
	Comprimento da Haste Principal (cm) Exp. Desfolha R3				
0	53,0	72,0	70,7	65,2 ns	
16,6	55,7	68,0	69,7	64,5	
33,3	54,7	64,7	70,7	63,4	7,94
50	57,0	65,3	70,0	64,1	
66,6	53,3	71,7	70,0	65,0	
Média	54,7 b	68,3 a	70,2 a		

Tabela 1. Comprimento da haste principal em três cultivares de soja sob diferentes níveis de desfolha nos estádios V6 e R3. Lages, SC.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste t a 5% de probabilidade.

ns não significativo ($p > 0,05$)

	Cultivar			Média	CV%
	Veloz	NA 5909	TMG 7262		
% Desfolha	Número de Nós na Haste Principal Exp. Desfolha V6				
0	16,3	14,3	18,7	16,4 ns	
16,6	16,0	14,7	17,3	16,0	
33,3	16,7	13,0	19,0	16,2	8,78
50	16,7	15,0	17,3	16,3	
66,6	15,3	14,7	17,3	15,8	
Média	16,2 b	14,3 c	17,9 a*		
	Número de Nós na Haste Principal Exp. Desfolha R3				
0	14,0	15,7	18,0	15,9	
16,6	15,3	15,3	17,3	16,0	
33,3	14,7	15,3	17,3	15,8	7,52
50	14,7	15,7	18,3	16,2	
66,6	16,0	14,7	18,0	16,2	
Média	15,0 b	15,3 b	17,8 a		

Tabela 2. Número de nós na haste principal em três cultivares de soja sob diferentes níveis de desfolha nos estádios V6 e R3. Lages, SC.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste t a 5% de probabilidade.

ns não significativo ($p > 0,05$).

RESPOSTA DO TEOR DE CLOROFILA DA ALFACE À CLIMATOLOGIA DE BOM JESUS-PI

Lucas Carvalho Soares

Universidade Federal do Piauí
Bom Jesus - PI

Gabriel Siqueira Tavares Fernandes

Universidade Federal do Piauí
Bom Jesus - PI

Edivania de Araujo Lima

Universidade Federal do Piauí
Bom Jesus - PI

Poline Sena Almeida

Universidade Federal do Piauí
Bom Jesus - PI

Adriana Ursulino Alves

Universidade Federal do Piauí
Bom Jesus - PI

RESUMO: Os elementos climáticos tem grande influência nos processos fisiológicos das plantas, portanto, objetivou-se com a execução deste trabalho analisar a resposta dos teores de clorofila a, b e total(a+b) de diferentes cultivares de alface (Graciela, Bruna, Brida e Grand Rapids), ambas classificadas como alface tipo crespa sob influência da climatologia de Bom Jesus-PI em ambiente protegido. O Índice relativo de clorofila a, b, e total (a+b) foi por determinado de forma indireta, em uma folha da parte mediana da planta, em clorofilômetro portátil ClorofiLOG® modelo

CFL1030 (Falker®, Brasil). Os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F, ao nível de significância de 5%. Durante a fase de desenvolvimento do experimento foi registrado as seguintes médias dos elementos climáticos: Temperatura (32,0°C), luminosidade (341,1lux), Umidade relativa do ar (39,3%), Radiação (638,0 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Conforme a análise de variância através do teste F, ao nível de significância de 5%, não houve diferença significativa entre os teores de clorofila a e b nas diferentes cultivares.

PALAVRAS-CHAVE: Fotossíntese, *Lactuca sativa*, elementos climáticos.

ABSTRACT: The climatic elements have a great influence on the physiological processes of the plants, therefore, the objective of this work was to analyze the response of chlorophyll a, b and total (a+b) contents of different lettuce cultivars (Graciela, Bruna, Brida and Grand Rapids), both classified as crisp-type lettuce under the influence of the Bom Jesus-PI climatology in a protected environment. The relative chlorophyll a, b, and total index (a + b) was indirectly determined on a leaf of the median part of the plant in a ClorofiLOG® portable chlorophyllometer model CFL1030 (Falker®, Brazil). The data were submitted to analysis of variance through the F test, at a significance level of 5%. During the development phase

of the experiment the following averages of the climatic elements were recorded: Temperature (32,0 ° C), luminosity (341,1lux), Relative humidity of the air (39,3%), Radiation (638,0 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). According to the analysis of variance through the F test, at a significance level of 5%, there was no significant difference between the levels of chlorophyll a and b in the different cultivars.

KEYWORDS: Photosynthesis, *Lactuca sativa*, climatic elements.

1 | INTRODUÇÃO

A Alface (*Lactuca sativa*) é uma espécie originária da Europa, pertencente à família asteraceae, assim como a chicória e a alcachofra. A produção de hortaliças representa uma grande expressão no agronegócio brasileiro, devido a sua importância na nutrição humana. A alface é a folhosa mais consumida no Brasil e mundialmente (Araujo et al., 2014; Carvalho et al., 2013; Cassetari, 2015; França et al., 2014; Florês et al., 2016; Rover et al., 2016;) podendo ser ingerida in natura ou em forma de salada..

As clorofilas a e b são os pigmentos mais abundantes nas plantas verdes presentes nos cloroplastos dos tecidos vegetais (Cassetari, 2012; Taiz et al, 2017;) e estão envolvidos na fotossíntese um dos processos nutritivos mais importante dos vegetais, pois através dessa atividade é obtido sua sobrevivência (Kluge, R. A. et al.; 2014)

Os elementos climáticos influenciam diretamente nos processos fisiológicos dos vegetais e conseqüentemente nos teores de clorofila a e b, portanto, para o cultivo de alface a luminosidade e a temperatura elevadas se tornam fatores importantes, pois promove a redução do ciclo e distúrbios fisiológicos como a indução do pendoamento precoce (Fu et al., 2012), analogamente à irradiação solar que pode elevar a formação de fotoassimilados, entretanto, quando há excesso de radiação solar ocorre a elevação na taxa transpiratória e resultando no fechamento estomático e declínio da taxa fotossintética, promovendo um subdesenvolvimento da planta(Otoni et al., 2012).

Portanto, objetivou-se com a execução deste trabalho analisar a resposta dos teores de clorofila a e b da alface sob influência da climatologia de Bom Jesus-PI, em ambiente protegido.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido (telado) utilizando sombrite com malha de 50% de sombreamento, na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Professora Cinobelina Elvas, em Bom Jesus – PI, no período compreendido entre outubro e novembro de 2016. O ambiente protegido apresentou dimensão de 8 x 5 m , pé direito de 2,5 m de altura. O município integra a região do Semiárido Piauiense, possuindo clima quente e úmido, classificado por Köppen como Awa (Tropical chuvoso com estação seca no inverno e temperatura média do mês mais quente maior que

22 °C). Localizado nas coordenadas geográficas 09°04'28"S, 44°21'31"W, e altitude média de 277 m, com precipitação média entre 900 a 1200 mm ano-1 e temperatura média de 26,2 °C.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos cultivares de alface (*Lactuca sativa*), com oito repetições e duas plantas como unidade experimental. As cultivares utilizadas foram Graciela, Bruna, Brida e Grand Rapids, todas classificadas como alface tipo crespa.

As sementes de alface foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido (128 células), preenchidas com substrato comercial, utilizando quatro sementes por célula, no dia 08/10/2016. As mudas foram irrigadas três vezes ao dia.

A temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) foram quantificadas com o auxílio de um termo-higrômetro, e o luxímetro foi utilizado para quantificar a luminosidade (lux), sendo as leituras realizadas no centro do ambiente protegido a 1,2 m da superfície. Todas as variáveis meteorológicas foram coletadas diariamente em três horários (8:00, 14:00 e 18:00 hr) durante o período de 08/10/2016 a 02/11/2016, totalizando 26 dias, desde a semeadura até o momento ideal para o transplântio (mudas com quatro folhas definitivas).

O Índice relativo de clorofila a, b, e total (a+b) foi por determinado de forma indireta, em uma folha da parte mediana da planta, em clorofilômetro portátil ClorofiLOG® modelo CFL1030 (Falker®, Brasil).

Os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F, ao nível de significância de 5%. Quando atingida a significância estatística, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), utilizando-se software R.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A (**Tabela 1**) expressa os valores médios dos teores de clorofila a, b e total nas diferentes cultivares de alface expresso em ICF (índice de clorofila Falker), todavia não houve efeito significativo dos tratamentos nas variáveis analisadas (**Tabela 2**), portanto, não há diferença nos teores de clorofilas a e b das diferentes cultivares, indicando que ambas apresentaram a mesma resposta à síntese dessas moléculas nas condições climáticas no qual o experimento foi submetido.

Tratamentos	CLO A	CLO B	CLO T
Tratamento I (Graciela)	14,55	3,16	17,71
Tratamento II (Bruna)	13,56	3,11	16,68
Tratamento III (Brida)	15,09	3,26	18,36
Tratamento IV (G. Rapids)	13,85	3,34	17,19

Tabela 1. Valores médios dos teores de clorofila na Alface expressos em ICF (índice de clorofila Falker)

CLOA (Clorofila a), CLOB (clorofila b), CLOT (Clorofila total).

A temperatura média registrada durante o experimento foi de 32°C (**Tabela 3**). A literatura relata que a temperatura ideal para o pleno desenvolvimento da alface varie entre 15° e 24°C (Brunini et al., 1976; Maldonade et al., 2014), mesmo a temperatura excedendo a recomendação não houve interferência no desenvolvimento das mudas, ainda que altas temperaturas elevadas promova a degradação da clorofila (Guo et al., 2006) e diminuição da atividade fotoquímica (Machado et al., 2005; Ribeiro et al., 2006), podendo estar relacionado à fotoinibição e limitando a renovação da RuBP dependente do transporte de elétrons (Ribeiro; Machado, 2007). Fernandes et al.; (2016), em um experimento com o tomate realizado na mesma região relata que temperaturas acima de 30°C, promoveram efeito nocivo como o declínio nos teores de clorofila, ou seja, degradação do pigmento.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		CLOA	CLOB	CLOT
Tratamentos	3	3,7484 ^{NS}	0,0753 ^{NS}	4,1301 ^{NS}
Resíduo	27	6,2948	0,1964	8,1629
CV(%)		17,71	13,71	16,35

Tabela 2. Resultado da análise de variância através do teste F, ao nível de significância de 5% dos teores de clorofila das diferentes cultivares de alface.

CLOA (Clorofila *a*), CLOB (clorofila *b*), CLOT (Clorofila total).

Aluminosidade média registrada foi de 341,1 lux (**Tabela 3**), conforme Raven (2014) as clorofilas são importantes para absorção de fótons de luz e produtividade quântica fotoquímica, pois através dessa absorção ocorre a fotossíntese e conseqüentemente a nutrição da planta. Segundo Engel; Poggiani (1991), a luminosidade do meio em que a planta cresce é fundamental, pois sua adaptação varia conforme o ajuste do sistema fotossintético, de modo que a luminosidade seja utilizada de maneira mais eficiente possível, refletindo assim na adaptação e crescimento da planta. O excesso de luz pode inibir a realização da fotossíntese através da foto-oxidação, onde as clorofilas absorvem muita luz, por conseqüência, ficando por longo tempo excitada e interagindo com o CO₂ e produzindo radicais livres, como o superóxido (O₂-), o qual pode destruir estes pigmentos (Streit et al., 2005).

A radiação é de grande importância para a produção de biomassa, porém depende da quantidade de radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida pelas clorofilas e da eficiência em que a planta converte essa energia em fotoassimilados. (Sanqueta et al., 2014). A radiação média registrada durante o experimento foi de 638 µmol.m⁻².s⁻¹ (**tabela 3**) as clorofilas tendem a ser foto-oxidadas sob alta irradiação (Hendry; Price, 1993). Segundo Gomes et al., (2008) plantas cultivadas em pleno sol pode possuir baixos teores de clorofilas devido a fotoinibição.

T.(°C)	U.R (%)	L. (lux)	R. ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
32,0	39,3	341,1	638,0

Tabela 3. Registro das médias dos elementos climáticos durante o período de execução do experimento em Bom Jesus-PI

T (Temperatura °C), U.R (Umidade relativa do ar %), L (Luminosidade) R (Radiação $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)

A umidade relativa do ar é um elemento importante para a produção dos vegetais, pois pode afetar a transpiração, causando mudanças na condutância estomática e consequentemente afetando a fotossíntese e produção de matéria seca e o índice de área foliar (Jolliet, 1994). A umidade relativa média registrada durante o experimento foi de 39,3% (**Tabela 3**). Caso houvesse umidade elevada, Reis et al., (2014) revela que esta situação pode promover a degradação da clorofila e redução no teor de sólidos solúveis.

4 | CONCLUSÕES

Apesar da temperatura máxima média registrada ser acima da recomendada para o desenvolvimento da Alface não houve interferência no desenvolvimento das mudas e de acordo com os resultados encontrados no experimento baseado na soma térmica “graus-dia”, pode-se afirmar que todas as cultivares utilizadas no experimento são aptas para pleno desenvolvimento na condição climática da região de Bom Jesus-PI sob ambiente protegido. As cultivares atingiram um acúmulo térmico de 637,9gd° e um ciclo para o desenvolvimento de mudas de 29 dias, revelando-se uma cultura com um ciclo curto para obtenção de mudas, podendo ser cultivada durante todo o ano.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, J. C.; GOMES, L. A. A.; FIORINI, C. V. A.; DUTRA, T. O. Reação de resistência ao míldio e seleção de genótipos nacionais resistentes em população F2 de alface americana. **Revista Agrogeoambiental** - v. 6, n. 2 - Agosto 2014.

BRUNINI O; LISBÃO R. S; BERNARDI J. B; FORNASIER J. B; PEDRO J. M. J. Temperatura-base da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar ‘White Boston’ em um sistema de unidades térmicas. **Revista de Olericultura** 35: 213-219. 1976.

CARVALHO, C. **Anuário brasileiro de hortaliças 2013**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013. 88p.

CASSETARI, L. S. **Teores de clorofila e β -caroteno em cultivares e linhagens de alface**. Lavras: UFLA, 2012. 67p.

CASSETARI, L. S. **Controle genético dos teores de clorofila e carotenoides em folhas de alface**. Lavras: UFLA, 2015. 78 p.: il.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofilas nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.

FERNANDES, G. S. T.; VIEIRA, J. D. M. ; LIMA, E. A. ; SANTOS, D. P. ; CHAVES, D. V. **Relação da temperatura do ar com o teor de clorofila do tomateiro**. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2016, Foz do Iguaçu. Anais do CONTECC 2016, 2016.

FU, W.; LI, P.; WU, Y. Effects of different light intensities on chlorophyll fluorescence characteristics and yield in lettuce. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.135, p.4551, 2012.

FRANÇA, B. R.; BONNAS, D. S.; SILVA, C. M. O. Qualidade higiênico sanitária de alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas em feiras livres na cidade de Uberlândia, MG, Brasil. **Biosci. J**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 458-466, jun. 2014.

FLORÊS, J. A.; SANTOS, L. A. C.; SILVA, D. M. P.; OLIVEIRA, I. A.; PEREIRA, C. E. Desempenho agrônomo de cultivares de alface em casa de vegetação no município de Humaitá, AM. **Rev. Ciênc. Agroamb**. v.14, n.2, 2016.

GOMES, I. A. C.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; ALVES, J. D.; ALVARENGA, M. I. N.; ALVES, E.; BARBOSA, J. P. R. A. D.; FRIES, D. D. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arábica* L. cv. Oeiras sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 109-115, 2008.

GUO, Y. P.; ZHOU, H. F.; ZHANG, L. C. Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against photooxidation during high temperature stress in two citrus species. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.108, p. 260-267, 2006.

Hendry G.A.F., Price A.H. **Stress indicators: chlorophylls and carotenoids**.—In: Hendry G.A.F., Grime J.P. (ed.): *Methods in Comparative Plant Ecology* Pp. 148– 152. Chapman & Hall, London 1993.

JOLLIET, O. Hortitrans, a model for predicting and optimizing humidity and transpiration in greenhouses. **Journal of Agricultural Engineering**. Resouces , v.58, p.23-37, 1994.

KLUGE, R. A.; TEZZOTO-ULIANA, J. V.; DA SILVA, P. P. M. Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. **Rev. Virtual Quim**, 2014.

MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. **Manual de boas práticas na produção de Alface**. Brasília, Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 44 p.

MACHADO, E.C.; SCHMIDT, P.T.; MEDINA, C.L.; RIBEIRO, R.V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, p. 1161-1170, 2005.

OTONI, B.da S.; MOTA, W. F.; BELFORT, G. R.; SILVA, A.R.S.; VIEIRA, J. C.B.; ROCHA, L. de S. Produção de híbridos de tomateiro cultivados sob diferentes porcentagens de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.6, p.816-825, 2012.

PETER H. RAVEN. **Biologia Vegetal**. 7º edição. Guanabara Koogan, 2014.

REIS, H. F. M.; MELO, C.; MELO, E. P.; SILVA, R. A.; SCALON, S. P. Post-harvest conservation of crisp lettuce under modified atmosphere, cultivated on organic and conventional system. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 303-309, 2014.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; OLIVEIRA, R.F. Temperature response of photosynthesis and its interaction with light intensity in sweet orange leaf discs under nonphotorespiratory condition. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, p. 670-678, 2006.

ROVER, S.; OLIVEIRA, J. L. B.; NAGAOKA, M. P. T. Viabilidade econômica da implantação de sistema de cultivo de alface hidropônica. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, n.3, p.169-179, 2016.

SANQUETTA, C. R.; BEHLING, A.; CORTE, A. P. D.; CADORI, G. C.; JUNIOR, S. C.; MACEDO, J. H. P. Eficiência de conversão da radiação fotossintética interceptada em Fitomassa de mudas de *Eucalyptus dunii* Maiden em função da densidade de plantas e do ambiente de cultivo. **Scientia Forestalis**, volume 42, n. 104 p.573-580, dezembro de 2014.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; DO CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. The Chlorophylls. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, mai-jun, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DE UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA MANDIOCA

Éric George Morais

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Macaíba – Rio Grande do Norte

Márcio Gleybson da Silva Bezerra

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte

Francisco Flavio da Silva Filho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Macaíba – Rio Grande do Norte

Gabriel Felipe Rodrigues Bezerra

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Macaíba – Rio Grande do Norte

Daniel Nunes da Silva Júnior

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Macaíba – Rio Grande do Norte

Gualter Guenther Costa da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Macaíba – Rio Grande do Norte

RESUMO: Os resíduos agroindustriais é uma alternativa economicamente viável para a reposição dos nutrientes extraídos e exportados do solo. Esses resíduos possuem nutrientes em sua composição que são requeridos pelas plantas durante todo seu ciclo produtivo. Entretanto, o manejo inadequado desses resíduos ainda é uma prática frequente e tem causado grandes prejuízos para o ambiente. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar

o teor de matéria orgânica em um Neossolo Quartzarênico submetido ao uso da água residuária da mandioca. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos (0; 15; 30; 60 e 120 m³ ha⁻¹ de manipueira), e quatro repetições. A forrageira utilizada foi a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A manipueira foi dividida em duas aplicações, sendo os primeiros 50% aplicados após o corte de uniformização e o restante logo após o primeiro corte. Foram realizados três cortes. O solo foi coletado após o terceiro corte, nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm, e em seguida encaminhados ao laboratório, onde foi determinado o teor matéria orgânica. Com o aumento das doses de manipueira, o teor de matéria orgânica nas profundidades de 0 a 10 cm apresentou uma resposta linear decrescente. O decréscimo da matéria orgânica do solo ocorreu provavelmente devido à grande quantidade de nitrogênio presente na neste resíduo. Com isso, à medida que se aumentou a dose de manipueira no solo, a taxa de decomposição da matéria orgânica aumentou.

PALAVRAS-CHAVE: Biofertilizante, manipueira, impactos ambientais.

ABSTRACT: The agroindustrial residues are an economically viable alternative for the replacement of nutrients extracted and exported from the soil. These residues have nutrients

in their composition that are required by plants throughout their productive cycle. However, the inadequate management of this waste is still a frequent practice and has caused great damage to the environment. Thus, the objective of this work was to evaluate the organic matter content in a Quartzarenic Neosol submitted to the use of cassava wastewater. The experimental design was in randomized blocks with five treatments (0, 15, 30, 60 and 120 m³ ha⁻¹ of cassava wastewater), and four replications. The forage used was *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. The cassava wastewater was divided into two applications, the first 50% being applied after the standardization cut and the remainder immediately after the first cut. Three cuts were made. The soil was collected after the third cut, at depths of 0 to 10 and 10 to 20 cm, and then sent to the laboratory, where the organic matter content was determined. With the increase of the doses of cassava wastewater, the organic matter content in the depths of 0 to 10 cm presented a decreasing linear response. The decrease in soil organic matter probably occurred due to the large amount of nitrogen present in this residue. Thus, as the dose of mango tree in the soil was increased, the rate of organic matter decomposition increased.

KEYWORDS: Biofertilizer, cassava wastewater, environmental impacts.

1 | INTRODUÇÃO

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é uma das espécies forrageiras mais usadas nas áreas de pastagens cultivadas para pecuária no Brasil Central (EUCLIDES et al., 2010), representando mais de 65% da área plantada na região Norte (DIAS FILHO & ANDRADE, 2005) e mais de 50% na região Centro-Oeste (MACEDO, 2006). Essa grandeza numérica retrata a hegemonia desta cultivar na pecuária brasileira. Para Macedo (2006), a grande área ocupada por essa única cultivar e que representa, particularmente, grande diversidade climática, vem, após algum tempo de uso com pastejo, estabelecendo patamar mais elevado de pressão de seleção para pragas e doenças e suas possíveis relações com o clima e o solo. Por outro lado à exigência média a alta de fertilidade de solos pela cultivar marandu, confere a pastagem uma tendência à degradação com o passar do tempo, caso não seja manejado adequadamente. Assim, é importante a reposição dos nutrientes que foram extraídos e exportados do solo.

Os resíduos agroindustriais é uma alternativa viável economicamente para a reposição dos nutrientes extraídos e exportados do solo. Esses resíduos possuem compostos orgânicos em sua composição que podem elevar o teor de matéria orgânica do solo. Para Vilela et al. (2009), os resíduos orgânicos são considerados insumos de baixo custo e de alto retorno econômico para a agropecuária, além do retorno direto da atividade.

Por conter em sua composição elevados teores de potássio, nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e micronutrientes, que são requeridos pelas plantas durante todo

seu ciclo produtivo, a água residuária da mandioca, popularmente conhecida como “manipueira”, pode ser utilizada em larga escala pela agricultura como biofertilizante. Duarte et al. (2012) encontraram na análise da composição química de manipueira 17,20 mL L⁻¹ para sólidos sedimentais; pH igual a 4,08; 0,98 g L⁻¹ de nitrogênio; 0,74 g L⁻¹ de fósforo; 1,97 g L⁻¹ de potássio; 0,46 g L⁻¹ de sódio; 0,24 g L⁻¹ de cálcio; 0,36 g L⁻¹ de magnésio; 2,60 mg L⁻¹ de zinco; 2,80 mg L⁻¹ de cobre; 20,00 mg L⁻¹ de manganês; e, 10,00 mg L⁻¹ de ferro.

Entretanto, o manejo inadequado dos resíduos agroindustriais ainda é uma prática frequente e tem causado grandes prejuízos para o ambiente. Segundo Alves (2010), a quantidade excessiva de compostos químicos, a quantidade produzida e a maneira de liberação no meio são aspectos que podem trazer benefícios ou serem limitantes, com implicações diretas na produção vegetal e microrganismos do solo, definindo nesse contexto a viabilidade no uso dos mesmos.

Embora possua grandes benefícios, caso seja descartada inapropriadamente, a água residuária da mandioca é prejudicial ao ambiente (BRANCO, 1967). Assim, tal resíduo requer soluções sociais e econômicas por parte das indústrias. Quando as soluções não estão disponíveis, os efluentes são despejados em rios ou no solo, causando impactos ambientais sérios. Devido à dificuldade em se obter tratamentos que eliminem por completo a carga orgânica, a prática da adubação pode ser a forma mais rápida de solução para disposição desse efluente (FIORETTO et al., 1997).

Possivelmente, o impacto ambiental causado pelo uso da manipueira como biofertilizante está relacionado ao poder de poluição conferido pelo teor de carboidratos solúveis de fácil fermentação que são degradados rapidamente a ácidos orgânicos, e pela toxicidade da mandioca provocada pela presença de glicosídeo cianogênico, dos quais o principal é a linamarina, que através de processos enzimáticos libera ácido cianídrico (HCN) que é tóxico (RIBAS, 2003). Estes efeitos são observados quando lançados diretamente nos cursos de água, pois há uma redução da disponibilidade de oxigênio dissolvido no meio, o que causa a morte dos organismos aeróbios. Quando depositados ao solo em grandes quantidades, provocam desequilíbrio dos nutrientes no complexo de troca com possível lixiviação dos mesmos até o lençol freático.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações no teor de matéria orgânica de um Neossolo Quartzarênico, devido o uso de água residuária da mandioca como fertilizante orgânico em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Grupo de Estudos em Forragicultura (GEFOR), situado na Escola Agrícola de Jundiá da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Campus Macaíba-RN (latitude 5° 53' 35.12" Sul e longitude 35° 21' 47.03" Oeste).

O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico, com textura arenosa e topografia suavemente inclinada (BELTRÃO et al., 1975). Segundo a classificação de Köppen, o clima local é uma transição entre os tipos As e BSw, com temperatura média anual de 27°C, máxima de 32°C e mínima de 21°C (IDEMA, 2013), e, precipitação média anual de 1.442,8 mm, sendo mal distribuída, com a estação chuvosa adiantando-se para o outono (MASCARENHAS et al., 2005).

Para caracterização química e física do solo antes da implantação do experimento, foram coletadas doze amostras simples de solo em toda a área experimental, com auxílio de um trado tipo sonda, nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm. As amostras foram secas ao ar, destorroadas, peneiradas em malha de 2,0 mm e homogeneizadas para formar duas amostras compostas, uma para cada profundidade; em seguida, foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solo da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). A caracterização química e física do solo antes da implantação do experimento (Tabela 1) foi realizada em conformidade com os métodos descritos pela Embrapa (1997).

Camadas (cm)	P	K	Na	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V (%)	Areia	Silte	Argila
	mg dm ⁻³				Cmol _c dm ⁻³					g kg ⁻¹				
0-10	5,7	94,5	36,7	6,8	1,5	0,8	0	1,6	2,8	3,1	91,3	939,5	20,5	40
10-20	2,7	94,5	47,7	5,6	0,4	0,2	0,05	2,3	1,2	2	59,1	939,5	20,5	40

SB = soma de bases; CTC = Capacidade de troca de cátions; V% = Saturação por bases.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo antes da aplicação dos tratamentos.

A água residuária da mandioca foi adquirida em uma casa de farinha localizada no município de Ceará-Mirim/RN, a uma distância de 40 km da área experimental. Após a coleta, a água residuária passou por um período de repouso de 15 dias para a evaporação do ácido cianídrico, e, ocorrer fermentações até a sua completa estabilização. Em seguida, foram coletadas duas amostras da água residuária; posteriormente, essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Água da EMPARN para a caracterização química (macro e micronutrientes). A composição química da água residuária da mandioca utilizada no experimento foi a seguinte: 1,54 g L⁻¹ de Nitrogênio; 0,35 g L⁻¹ de Fósforo; 2,94 g L⁻¹ de Potássio; 0,20 g L⁻¹ de Cálcio; 0,38 g L⁻¹ de Magnésio; 0,44 g L⁻¹ de Sódio; 5,0 mg L⁻¹ de Zinco; 0,5 mg L⁻¹ de Cobre; 22 mg L⁻¹ de Ferro; e, 4,5 mg L⁻¹ de Manganês.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos (0; 15; 30; 60 e 120 m³ ha⁻¹ de manipueira), e quatro repetições. Cada unidade experimental (parcelas) tinha uma área de 12,0 m² (4,0 x 3,0 m); o espaçamento entre parcelas era de 1,0 m e entre blocos de 2,0 m. A pastagem utilizada no experimento foi a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, estabelecida em 2010 e pastejada por ovinos até o ano de 2013. Durante a condução do experimento foi aplicada uma lâmina bruta média diária de 9,6 mm, no final da tarde, três vezes por semana, por aspersão convencional.

Os tratamentos foram calculados conforme a composição mineral da água residuária da mandioca, tomados como base os teores de potássio como nutriente em maior concentração, e também a recomendação de adubação potássica para diferentes níveis tecnológicos utilizados para manutenção de pastagens (Ribeiro et al., 1999).

Antes da aplicação dos tratamentos foi realizado um corte a 15,0 cm do nível do solo para uniformização do pasto. A aplicação da água residuária da mandioca foi realizada com auxílio de um regador de 10 litros, divididas em duas aplicações, sendo os primeiros 50% aplicados após o corte de uniformização e o restante logo após o primeiro corte. A forragem foi colhida (corte) a cada 60 dias durante seis meses (julho/2013 a fevereiro/2014). Foi realizado três cortes, sempre a 15 cm do nível do solo.

Ao final do terceiro corte, foram coletadas 12 amostras simples de solo em cada unidade experimental nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm. As amostras foram coletadas com auxílio de um trado tipo sonda; posteriormente, secas ao ar, peneiradas em malha de 2,0 mm e homogeneizadas para formar duas amostras compostas, uma para cada profundidade. Por fim, foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solo da EMPARN para a determinação do teor de matéria orgânica do solo, pelo método de oxidação via úmida, conformidade com os métodos descritos pela Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e o efeito água residuária da mandioca verificado por análise regressão a de 5% significância, por meio do software estatístico Sisvar, versão 4.6 (Ferreira, 2014).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de matéria orgânica do solo foi significativamente influenciado nas duas profundidades estudadas. Com o aumento das doses de água residuária da mandioca, o teor de matéria orgânica na profundidade de 0 a 10 cm apresentou uma resposta linear decrescente (Figura 01). A dose de 120 m³ ha⁻¹ de manipueira proporcionou o menor teor de matéria orgânica (9,93 g kg⁻¹). A redução da matéria orgânica do solo foi de 21,3% quando comparado os valores encontrados nas doses zero, cujo valor foi de 11,84 g kg⁻¹.

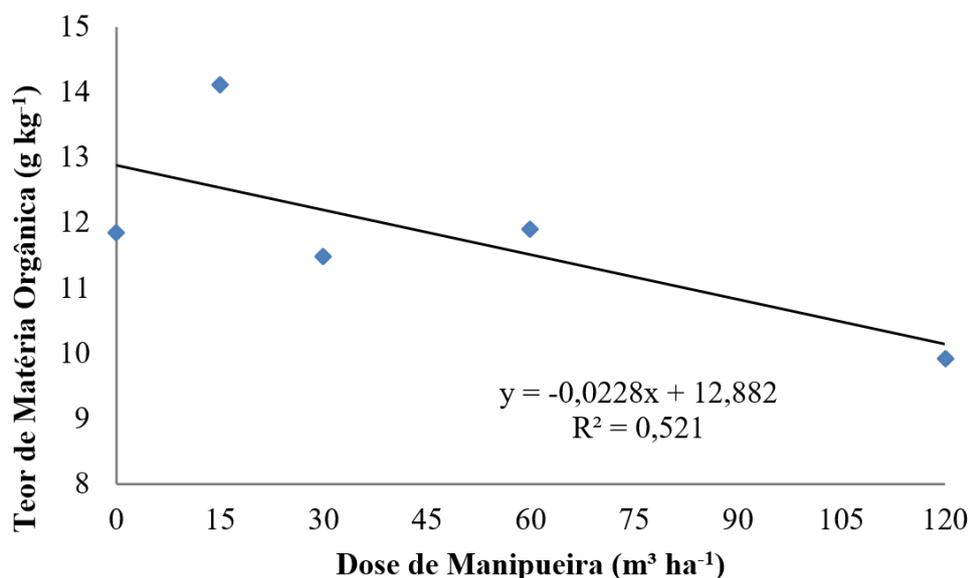


Figura 1. Teor de matéria orgânica do solo na profundidade de 0 a 10 e 10 a 20 centímetros, em função da aplicação de doses de água residuária da mandioca.

Na profundidade de 10 a 20 cm (Figura 02) o teor de matéria orgânica do solo diferiu pela utilização da água residuária, observando efeito linear decrescente. Quando comparado a testemunha com a dose de 120 m³ ha⁻¹, a redução do teor de matéria orgânica do solo foi de 34%. Resultados semelhantes foram encontrados por Pinho (2007), segundo o qual, em solos de classes texturais areno-argilosa e argilosa aos 15 e 90 dias após aplicação da água residuária da mandioca não houve efeito significativo sobre a matéria orgânica.

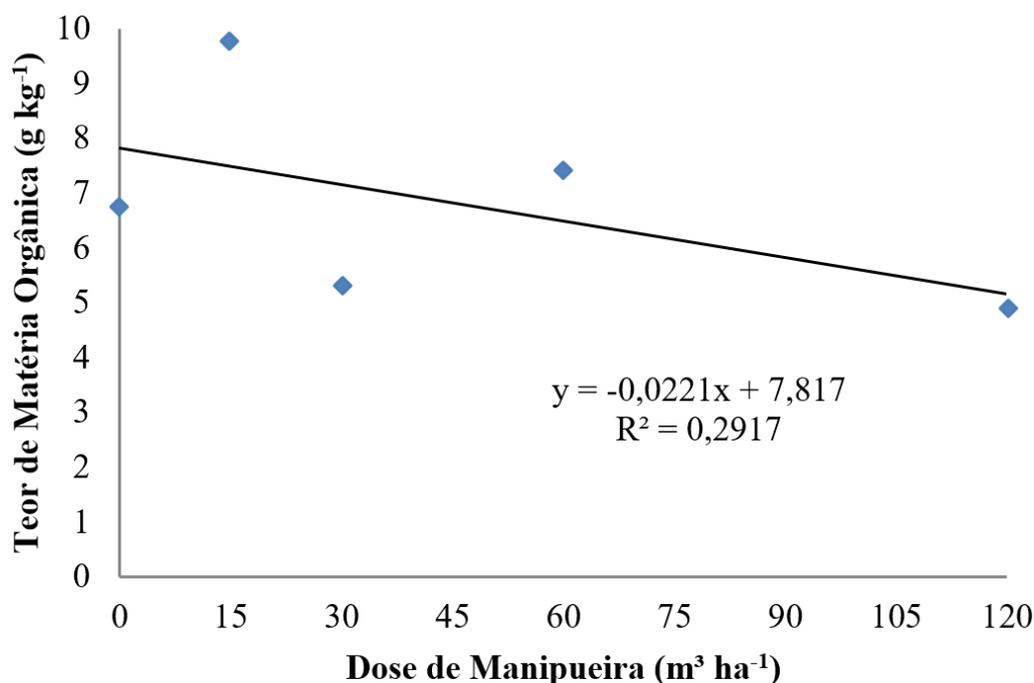


Figura 02. Teor de matéria orgânica do solo na profundidade de 10-20 centímetros, em função da aplicação de doses de manipueira.

A diminuição da matéria orgânica do solo na profundidade nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, em decorrência da aplicação da água residuária da

mandioca, pode ser explicada com base na baixa relação carbono:nitrogênio (C:N) desse resíduo. A relação C:N da água residuária da mandioca está em torno de 7/1 (CAMILI, 2007), considerada muito baixa (TEIXEIRA et. al. 2015). Segundo Lampkin (1992), uma boa relação C:N situa-se num intervalo de 25 a 35 partes de carbono para 1 de nitrogênio, abaixo disso a decomposição da matéria orgânica no solo é acelerada devido ao excesso de nitrogênio.

Para Smith (1994), a aplicação de N no solo diminui a relação C/N da palhada de gramíneas, o que pode ativar o processo microbiano de decomposição, realizado principalmente por bactérias e fungos, que são considerados os decompositores primários. Segundo Hernandez et al. (1988), nesta condição haverá a mineralização do nitrogênio que é necessário para o crescimento dos microrganismos, que por sua vez irão decompor mais rapidamente a matéria orgânica do solo em função do baixo teor de carbono da água residuária da mandioca.

Aita (1997) relata que a população e a atividade dos microrganismos decompositores são muito influenciadas pela quantidade de N no solo, e o aumento na disponibilidade de N pode favorecer a taxa de decomposição. Isso é evidenciado em um experimento realizado por Potrich et al. (2014), que observaram um aumento na taxa de decomposição de resíduos secos de cana-de-açúcar a medida que se aumenta a dose de N aplicada. Resultado semelhante ao encontrado neste estudo, foi obtido por Homem et al. (2014), que ao estudar os efeitos do uso prolongado de água residuária da suinocultura aplicada no solo observaram uma queda no teor de matéria orgânica na camada de 0 a 20 cm após 82 dias.

4 | CONCLUSÕES

A água residuária da mandioca influenciou negativamente no teor matéria orgânica do solo nas duas profundidades estudadas.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. S. **Atributos químicos e microbiológicos do solo com uso da maniveira na produção de alface e rúcula**. 2010. 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2010.

AITA, C. **Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura de sucessão**. In: FRIES, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. (Ed.). Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto. Santa Maria: RFSM; Palltti, 1997, p. 76-111.

BELTRÃO, V.A.; FREIRE, L.C.M. & SANTOS, M.F. **Levantamento Semidetalhado da Área do Colégio Agrícola de Jundiá – Macaíba/RN**. Recife, SUDENE – Recursos de Solos, Divisão de Reprodução, 1975. 92p.

BRANCO, S. M.; **A dinâmica de populações microbiológicas na estabilidade aeróbica de resíduos orgânicos de feculárias de mandioca**. Revista da Saúde Pública, São Paulo, v.1, n.2, p.

140-162. 1967.

CAMILI, E. A. **Tratamento da manipueira por processo de flotação sem o uso de agentes químicos**. 2007. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Faculdade de ciências agrônômicas - Câmpus de Botucatu, Botucatu, São Paulo. 2007.

DIAS FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S. **Pastagens no ecossistema do trópico úmido**. In: Simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros, 2005, Goiânia. Anais. Goiânia: SBZ, 2005. p. 95-104.

DUARTE, A. S.; SILVA, Ê. F. F.; ROLIM, M. M.; FERREIRA, R. F. A. L.; MALHEIROS, S. M. M.; ALBUQUERQUE F. S. **Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral**. R. Bras. Eng. Agrí. e Amb., v.16, n.3, p.262– 267, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306p.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A.; CACERE, E. R. **Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de Brachiaria brizantha**. Pesq. agropec. bras. vol.44 no.1 Brasília Jan. 2009.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. Ciência e Agrotecnologia, v.38, n.2, p.109-112, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FIORETTO, R.A., SANTOS, J. R., BICUDO, S. J. **Manipueira na fertirrigação: efeito sobre a produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.)**. Revista Brasileira de Mandioca. Cruz das Almas (BA), v.16, n.2, p.149-156. dez. 1997.

HERNANDEZ, T. GARCIA, C.; LAX, A. **Transformation of carbon and nitrogen in a calciorthid soil amended with a range of organic residues**. Plant and Soil, v.105, n.1, p.205-211, 1988.

HOMEM, B. G. C.; ALMEIDA NETO, O. B. de; CONDÉ, M. S.; SILVA, M. D.; FERREIRA, I. M.. **Efeito do uso prolongado de água residuária da suinocultura sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo**. Científica, Jaboticabal, v.42, n.3, p.299–309, 2014.

IDEMA; **Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande Do Norte**. Perfil do seu município, Macaíba-RN, 2013. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016679.PDF>

LAMPKIN, N. **Organic Farming**. Farming Press, UK, 1992.

MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L.C.; PIRES, S. T. M.; ROCHA, D. E. G. A.; CARVALHO, V. G. D.; **CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Macaíba, estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

MACEDO, M.C.M. **Pastagens no ecossistema cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável**. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 42, 2005, Goiânia. Anais... Goiânia: SBZ, 2005. p. 56-84.

PINHO, M. M. C. A. **Características químicas de solos adubados com manipueira**. Recife: UFRPE, 2007. 56p. Dissertação Mestrado.

POTRICH, D.C.; MARCHETTI, M.E.; POTRICH, D.C.; ENSINAS, S.C.; SERRA, A.P.; SILVA, E.F.; SOUZA, N.H.; **Decomposição de resíduos culturais de cana-de-açúcar submetidos a diferentes doses de nitrogênio**. Semina: Ciências Agrárias, vol. 35, núm. 4, julho-agosto, 2014, pp. 1751-1759.

RIBAS, M. M.F. **Comparação da estabilização da manipueira com calcário e hidróxido de sódio**

na fase acidogênica da biodigestão anaeróbia e uso do biofertilizante. 2003. 84p. Dissertação, Mestrado em Agronomia – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu, 2003.

RIBEIRO, A.C; GUIMARÃES, P.T.G; V ALVAREZ, V.H. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação.** Viçosa-MG: 1999. 359p.

SMITH, J. L. **Cycling of nitrogen through microbial activity.** In: HATFIELD, J. L.; STEWART, B. A. (Ed.). *Soil biology: effects on soil quality.* Boca Raton: CRCPress, 1994. p. 91-120.

TEIXEIRA, S. T.; MATOSO, S. C. G.; WADT, P. G. S.; SANTOS, R. C. DOS (ORGS.). **Recomendações para a gestão de resíduos sólidos no estado do Acre.** Rio Branco: IFAC, 2ª Edição Revista e Atualizada, 2015. 188p.

VILELA, L.A.F.; PORTUGAL, A.F.; CARBALLAL, M.R; RIBEIRO, D.O.; ARAÚJO, E.J.; GONTIJO, M.F.D. **Efeitos do uso de cama de frango associada a diferentes doses de nitrogênio no acúmulo de matéria seca em *brachiaria brizantha* cv. Marandu.** I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais Uso dos Resíduos da Produção Animal como Fertilizante. Florianópolis, SC, 2009.

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE MULUNGU (*ERYTHRINA VELUTINA WILD.*)

Natália Teixeira de Lima

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III, Juazeiro – Bahia.

Maria Herbênia Lima Cruz Santos

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III, Juazeiro – Bahia.

Zézia Verônica Silva Ramos Oliveira

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III, Juazeiro – Bahia.

Emanuel Ernesto Fernandes Santos

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III, Juazeiro – Bahia.

Davy Lima de Souza

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III, Juazeiro – Bahia.

Lígia Anny Alves de Carvalho

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III, Juazeiro – Bahia.

RESUMO: A maioria das espécies apresentam sementes com dormência. Objetivou-se estudar diferentes métodos de superação de dormência em sementes de mulungu. O experimento foi conduzido no DTCS-UNEB, Juazeiro-BA, no período de 01 a 27 de janeiro de 2016,

em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos, sendo utilizadas 600 sementes, divididas em cinco repetições de 20 unidades experimentais cada uma. Foram adotados os seguintes tratamentos: testemunha (T_1); choque térmico com água morna até 70 C° , seguida de imersão em água fria destilada (T_2); corte com tesoura na extremidade oposta à micrópila (T_3); corte com tesoura na extremidade oposta à micrópila, seguido de imersão em água destilada durante 14 horas (T_4); escarificação com lixa próxima à região da emissão da radícula (T_5) e escarificação com lixa próxima à região da emissão da radícula, seguida de imersão em água destilada durante duas horas (T_6). Após a semeadura, durante 27 dias foram feitas anotações diárias sobre as plântulas emergidas. Determinou os seguintes parâmetros para avaliar o efeito dos tratamentos: Porcentagem de emergência (E%) e Índice de velocidade de emergência (IVE). De acordo com os resultados, nota-se, que a escarificação mecânica com tesoura ou lixa, ambas seguidas ou não de imersão em água, proporcionaram melhores resultados para a porcentagem de plântulas emergidas e para o índice de velocidade de emergência (IVE). Para a superação de dormência os tratamentos com corte com tesoura na extremidade oposta à micrópila, seguido de imersão em água destilada durante 14 horas e escarificação mecânica com

lixa, são os mais indicados.

PALAVRAS-CHAVE: Germinação; Vigor; Espécie Florestal.

ABSTRACT: Most species present seeds with dormancy. The objective of this study was to study different methods of overcoming dormancy in mulungu seeds. The experiment was conducted at DTCS-UNEB, Juazeiro-BA, from January 01 to 27, 2016, in a completely randomized experimental design with six treatments, using 600 seeds, divided into five replicates of 20 experimental units each. The following treatments were used: control (T1); thermal shock with warm water to 70 ° C followed by immersion in cold distilled water (T2); cut with scissors at the end opposite the micropyle (T3); cut with scissors at the opposite end of the micropyle, followed by immersion in distilled water for 14 hours (T4); scarification with sandpaper close to the emission region of the radicle (T5) and scarification with sandpaper close to the emission region of the radicle, followed by immersion in distilled water for two hours (T6). After sowing, for 27 days daily notes were made on emerged seedlings. It determined the following parameters to evaluate the effect of the treatments: Emergency Percentage (E%) and Emergency Speed Index (IVE). According to the results, it was observed that mechanical scarification with scissors, both followed or not by immersion in water, provided better results for the percentage of emerged seedlings and for the rate of emergence (IVE). To overcome dormancy, the treatments with scissors cut at the opposite end to the micropyle, followed by immersion in distilled water for 14 hours and mechanical scarification with sandpaper are the most indicated.

KEYWORDS: Germination; Force; Forest species.

1 | INTRODUÇÃO

O mulungu (*Erythrina velutina* Wild.), pertencente à família Fabaceae (Papilionoideae), apresenta porte arbóreo, podendo atingir alturas de 8 m a 12 m, possui características de planta decídua e heliófita. É uma espécie resistente à seca, apresenta rusticidade e tem um rápido crescimento, além de apresentar propriedades medicinais (LORENZI; MATOS, 2008).

Atualmente, o mulungu vem sendo muito utilizado na recomposição de matas ciliares e de áreas degradadas. De modo, que a presença de dormência nas sementes é um dos fatores que dificulta a produção de mudas. Sementes de várias espécies florestais apresentam dormência, constituindo-se esse fenômeno, em condições naturais, como importante mecanismo de sobrevivência, uma vez que consegue livrar as sementes de períodos inóspitos para a sua germinação (BORGES et al., 1982).

As sementes da maioria das espécies germinam prontamente quando lhe são dadas condições ambientais favoráveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). No entanto, a maioria das espécies apresentam sementes com dormência, apenas um terço consegue germinar imediatamente quando submetidas a condições favoráveis. (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972).

Quando se busca a produção de mudas por meio da propagação sexuada, é de suma importância utilizar métodos para a superação de dormência das sementes, o que irá promover uma rápida e uniforme germinação. Vários são os métodos que podem ser utilizados para superar a dormência, sendo os mais comuns: embebição em água, retirada do tegumento, desponte (corte do tegumento), furo do tegumento, escarificação mecânica, imersão em água quente ou fria, água oxigenada, escarificação química com ácido sulfúrico, ácido clorídrico, soda, acetona e álcool (SANTARÉM; ÁQUILA, 1995).

Diante do exposto, objetivou-se estudar diferentes métodos de superação de dormência em sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Wild).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro de Produção de Mudas Nativas do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Juazeiro-BA, no período de 01 a 27 de janeiro de 2016. O município de Juazeiro está situado a 9° 24' 42" de latitude sul e 40° 29' 55" de longitude oeste, com altitude média de 368 m. Segundo Köppen o clima da região é do tipo BSw^h, correspondendo a uma região de clima semiárido.

As sementes foram coletadas em árvores que possuíam características fenotípicas de matrizes. Após serem coletadas foram selecionadas de acordo com a cor, tamanho e forma, buscando-se manter uma uniformidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos, sendo utilizadas 600 sementes, divididas em cinco repetições de 20 unidades experimentais cada uma. A assepsia das sementes foi feita com a imersão das mesmas em hipoclorito de sódio a 1% durante 10 minutos, e posteriormente foram submetidas aos tratamentos.

Foram adotados os seguintes tratamentos: testemunha (T_1); choque térmico com água morna até 70 C°, seguida de imersão em água fria destilada (T_2); corte com tesoura na extremidade oposta à micrópila (T_3); corte com tesoura na extremidade oposta à micrópila, seguido de imersão em água destilada durante 14 horas (T_4); escarificação com lixa próxima à região da emissão da radícula (T_5) e escarificação com lixa próxima à região da emissão da radícula, seguida de imersão em água destilada durante duas horas (T_6).

As sementes foram semeadas em bandejas de isopor contendo como substrato areia lavada. O plantio foi feito a uma profundidade de 0,5 cm. Após a semeadura, as bandejas foram irrigadas duas vezes ao dia e durante 27 dias foram feitas anotações diárias sobre as plântulas emergidas. Determinou os seguintes parâmetros para avaliar o efeito dos tratamentos:

- a. Porcentagem de emergência (E%) - as contagens das sementes emergidas iniciaram-se aos cinco dias e estenderam-se até 27 dias após a semeadura

ra. Considerando-se como critério de avaliação as plântulas que apresentavam os cotilédones acima do substrato, com os resultados expressos em porcentagem;

- b. Índice de velocidade de emergência (IVE) - que corresponde ao número de plântulas emergidas no dia. As avaliações foram realizadas diariamente, sempre no mesmo horário, até 27 dias após a semeadura, sendo o índice calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962).

Os dados obtidos foram transformados em $\arcsen\sqrt{x/100}$ sendo analisados por meio de análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa WinStat do Departamento de Estatística da UFPEL-RS.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à porcentagem de emergência e ao índice de velocidade de emergência (IVE) estão apresentados na Tabela 1. Para a porcentagem de emergência, os tratamentos T1, T4 e T5 (corte com tesoura na região oposta à micrópila, corte com tesoura na região oposta à micrópila + seguido de imersão em água destilada durante 14 horas, e escarificação com lixa próxima à região da emissão da radícula, respectivamente), proporcionaram os melhores resultados quando comparados com os demais, porém não diferenciaram entre si significativamente. As sementes que tiveram uma menor porcentagem de emergência de plântulas (46%) foram as testemunhas (T1), seguidas por aquelas que receberam choque térmico com água morna até 70 C° (T2) e pelas que foram escarificadas com lixas próxima à região da emissão da radícula, seguida de imersão em água destilada durante duas horas (T6).

Tratamentos	Emergência (%)	IVE
T1 - Testemunha	46,00c	5,70c
T2 – Choque térmico com água morna até 70 C°	57,00bc	6,51c
T3 – Corte com tesoura oposto à micrópila	79,00a	18,63ab
T4 – Corte com tesoura oposto à micrópila + imersão em água	85,00a	21,01a
T5 – Escarificação com lixa	88,00a	19,80ab
T6 – Escarificação com lixa + imersão em água	72,00ab	16,49b
CV (%)	13,08	15,26

Tabela 1 – Emergência (%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) em função de diferentes tratamentos de superação de dormência. Juazeiro-BA, UNEB, 2016.

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Quanto ao índice de velocidade de emergência das plântulas (Tabela 2), obteve-

se um melhor resultado para o tratamento T4 (corte com tesoura na região oposta à micrópila + imersão em água destilada por 14 horas). Os tratamentos T3 e T5 (corte com tesoura na extremidade oposta à micrópila e esscarificação com lixa próxima à região da emissão da radícula, respectivamente), não diferenciaram entre si significativamente, apresentando resultados semelhantes ao T4. Novamente, observou-se que as sementes do tratamento T1 (testemunhas), foram as que obtiveram os menores resultados para o índice de velocidade de emergência, seguidas por aquelas do T2 (choque térmico com água morna até 70 C°) e do T6 (escarificação com lixa próxima à região da emissão da radícula, seguida de imersão em água destilada durante duas horas).

De acordo com os resultados, nota-se, que a esscarificação mecânica com tesoura ou lixa, ambas seguidas ou não de imersão em água, proporcionaram melhores resultados para a porcentagem de plântulas emergidas e para o índice de velocidade de emergência (IVE). Concordando com presente trabalho, Silva et al. (2007) observaram que a esscarificação mecânica, seguida ou não de embebição foi o tratamento mais eficaz em romper o tegumento das sementes de mulungu. Matheus et al. (2010) obtiveram resultados semelhantes quando observaram que maiores porcentagens de germinação e maiores valores de velocidade de emergência foram obtidos com o tratamento de esscarificação mecânica nas sementes. Silva & Matos (1991), para *Erythrina velutina* Willd., recomendam esscarificação mecânica.

4 | CONCLUSÃO

Para a superação de dormência os tratamentos com corte com tesoura na extremidade oposta à micrópila, seguido de imersão em água destilada durante 14 horas e esscarificação mecânica com lixa, são os mais indicados.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; CANDIDO, J.F.; GOMES, J.M. **Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de copaíba**. Revista Brasileira de Sementes, v.4, n.1, p.9-12, 1982.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p 745, 1972.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p 577, 2008.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb. 1962. 176-177p.

MATHEUS, M. T.; GUIMARÃES, R. M.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. S. **Superação de dormência em sementes de duas espécies de *Erythrina***. Revista Caatinga, Mossoró, v. 23, n. 3, p.48-53, 2010.

SANTARÉM, E. R.; ÁQUILA, M. E. A. 1995. **Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin e Barneby (Leguminosae)**. Revista Brasileira de Sementes, 17 (2): 205-209.

SILVA, L.M.M.; MATOS, V.P. **Quebra de dormência de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) e jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tull)**. Informativo ABRATES, Brasília, v.1, n.4, p.81, 1991.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; BRAZ, M. S. S.; VIANA, J. S. **Quebra de Dormência em Sementes de *Erythrina velutina* Willd.** Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, p. 181, 2007

SOBRE OS ORGANIZADORES

JORGE GONZÁLEZ AGUILERA Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialização em Biotecnologia Vegetal pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura. Tem atuado principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de *vitroplantas*. Tem experiência na multiplicação “*on farm*” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; *Trichoderma*, *Beauveria* e *Metharrizum*, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

ALAN MARIO ZUFFO Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-042-1



9 788572 470421