

ISSN 2178-5317 (CD-ROM)
ISSN 2236-9724 (ONLINE)
ISSN 2317-5818 (IMPRESSO)

**REVISTA BRASILEIRA DE
AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL
(RBAS)**

***BRAZILIAN JOURNAL OF
SUSTAINABLE AGRICULTURE
(BJSA)***

**Volume 8 - Número 01
Volume 8 - Number 01**

**Março - 2018
March - 2018**



**REVISTA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL
(RBAS)**

***BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE
(BJSa)***

Editorial

A REVISTA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL - RBAS (*BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE*) tem publicação trimestral (março, junho, setembro e dezembro) de trabalhos inéditos, dentro das normas de formatação exigidas e áreas relacionadas à sustentabilidade da agropecuária.

Os trabalhos podem ser submetidos para publicação nas áreas de Agricultura Familiar, Agroecologia, Educação do Campo, Ciência, Tecnologia e Inovação, Cooperativismo e Associativismo, Economia, Economia Solidária, Entomologia, Extensão Rural, Fitopatologia, Forragicultura, Meio Ambiente, Mudanças Climáticas, Políticas Públicas, Produção Animal, Produção Vegetal, Segurança Alimentar, Ruralidade, Solos e Urbanização, com ênfase na sustentabilidade atual e futura.

Os trabalhos podem ser submetidos em língua portuguesa, inglesa e espanhola. Este periódico não faz qualquer restrição à titulação acadêmica mínima para submissão de trabalhos e a avaliação é por dois ou três revisores ad hoc e pelo Corpo editorial. O conteúdo dos artigos publicados é de exclusiva responsabilidade de seus autores e os direitos de publicação são da RBAS, sendo o conteúdo disponibilizado com acesso livre na Internet (www.rbas.ufv.br).

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS) =
Brazilian Journal of Sustainable Agriculture (BJSa).
vol.1, n.1 (jul./dez. 2011)- . – Viçosa, MG : Os Editores,
2011-
CD-ROM/ONLINE.

Semestral.

Publicação em Português, Espanhol e Inglês

ISSN: 2178-5317 (CD-ROM) e 2236-9724 (ONLINE) e

ISSN 2317-5818 (IMPRESSO)

1. Agropecuária - Periódicos. 2. Desenvolvimento
Sustentável - Periódicos. I. Brazilian Journal of Sustainable
Agriculture (BJSa). II. Revista Brasileira de Agropecuária
Sustentável (RBAS).

CDD 22. ed. 630



REVISTA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL (RBAS)
BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE (BJSA)

Reitora:

Nilda de Fátima Ferreira Soares

Vice Reitor:

João Carlos Cardoso Galvão

Pró Reitor de Extensão e Cultura:

Clóvis Andrade Neves

Editor chefe:

Rogério de Paula Lana - Universidade Federal de Viçosa.

Gerência:

Geicimara Guimarães - Universidade Federal de Viçosa.

Corpo Editorial:

Aaron Kinyu Hoshide - University of Maine

Antonio Augusto Rossotto Ioris - University of Edinburgh

Carlos Gregorio Hernandez Diaz-Ambrona - Universidad Politécnica de Madrid

Eric Gallandt - University of Maine

Gumercindo Souza Lima - Universidade Federal de Viçosa.

Jaime Fabián Cruz Uribe - Universidad Antonio Nariño

Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho - Universidade Federal de Santa Catarina.

Rogério Martins Maurício - Universidade Federal de São João Del-Rei.

Rosane Cláudia Rodrigues - Universidade Federal do Maranhão.

Conselho Científico:

Ana Ermelinda Marques - Universidade Federal de Viçosa.

Anderson Moura Zanine - Universidade Federal do Maranhão.

André Soares de Oliveira - Universidade Federal do Mato Grosso.

Augusto Hauber Gameiro - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

Cristina Mattos Veloso - Universidade Federal de Viçosa.

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

Cleide Maria Ferreira Pinto - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

Dilermundo Miranda da Fonseca - Universidade Federal de Viçosa.

Domingos Sávio Paciullo - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.



Domingos Sávio Queiroz - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.
Henrique Nunes Parente - Universidade Federal do Maranhão.
Irene Maria Cardoso - Universidade Federal de Viçosa.
Jacson Zuchi - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiás.
João Carlos de Carvalho Almeida - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Gerais.
Junia Marise Matos de Sousa - Universidade Federal de Viçosa.
Harold Ospina Patino - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
Luis Humberto Castillo Estrada - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
Marcelo José Braga - Universidade Federal de Viçosa.
Maria Aparecida Nogueira Sedyama - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.
Maria Cristina Baracat Pereira - Universidade Federal de Viçosa.
Maria Elizabete de Oliveira - Universidade Federal do Piauí.
Paulo Roberto Gomes Pereira - Universidade Federal de Viçosa.
Renata de Souza Reis - Universidade Federal de São João Del-Rei.
Sérgio Yoshimitsu Motoike - Universidade Federal de Viçosa.
Théa Mirian Medeiros Machado - Universidade Federal de Viçosa.
Viviane Silva Lirio - Universidade Federal de Viçosa.

Revisão Linguística:

Nilson Adauto Guimarães da Silva - Universidade Federal de Viçosa.



Pareceristas ad hoc da Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS) / BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE (BJSA):

Acácio Figueiredo Neto
Alberto Magno Ferreira Santiago
Alexandre Simões Lorenzon
Alvadi Antonio Balbinot Junior
Ana Ermelinda Marques
Ana Lucia Hanisch
Anália Lúcia Vieira Pacheco
Anderson Moura Zanine
André Narvaes da Rocha Campos
Arnaud Azevedo Alves
Augusto Hauber Gameiro
Breno Augusto da Silva e Silva
Breno Campos
Bruno Pietsh Cunha Mendonça
Carlos Eduardo Sicoli Seoane
César Roberto Viana Teixeira
Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto
Cleide Maria Ferreira Pinto
Cristiano Gonzaga Jayme
Cristina Mattos Veloso
Cristina Soares de Souza
Daniel Arruda Coronel
Daniel Brianezi
Daniel Carneiro de Abreu
Daniele de Jesus Ferreira
Danielle Fabíola Pereira Silva
Diego Neves de Sousa
Diogo Vivacqua de Lima
Domício do Nascimento Júnior
Domingos Sávio Queiroz
Eduardo José Azevedo Corrêa
Ernane Ronie Martins
Estenio Moreira Alves
Fabiano Luiz da Silva
Fabíola Villa
Fabrício Oliveira Ramos
Fausto Silvestri
Felipe Santos Dalólio
Fernanda Sousa
Fernando Amorim
Flávio Medeiros Vieites
Fred Denilson Barbosa da Silva
Frederico Antonio Mineiro Lopes
Gabiane dos Reis Antunes
Geicimara Guimarães
Gregório Murilo O. Jr.
Gumercindo Souza Lima
Gustavo Guerino Macedo
Gustavo Leonardo Simão
Henrique Nunes Parente
Isis Lazzarini
Jacimar Luis de Souza
Jacson Zuchi
Jaime Barros da Silva Filho
João Paulo Lemos
João Virgínio Emerenciano Neto
Joashlenny Alves de Oliveira
Jocélio dos Santos Araújo
Jorge Cunha Lima Muniz
José Carlos Peixoto Modesto da Silva
Josimar Rodrigues Oliveira
Junia Marise Matos de Sousa
Jussara Cristina Costa
Lucimar Moreira Guimarães Batista
Luis Humberto Castillo Estrada
Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho
Luiz Fernando Favarato
Maira Christina Marques Fonseca
Manoel Eduardo Rozalino Santos
Márcia Vitória Santos
Maria Aparecida Nogueira Sediya
Maria da Penha Piccolo Ramos
Maria Elizabete de Oliveira
Maria Lita Padinha Correa
Maria Regina de Miranda Souza
Mariangela Facco de Sá
Mario Puiatti
Michelle Silva Ramos
Rafael Mezzomo
Rafael Monteiro Araújo Teixeira
Renata de Souza Reis
Roberta do Espírito Santo Luzzardi
Rodolfo Molinário de Souza
Rogério de Paula Lana
Rogério Martins Maurício
Rosandro Boligon Minuzzi
Rosane Cláudia Rodrigues
Salatiel Turra
Sanely Lourenço da Costa
Sarita Campos
Sérgio Renato Decker
Silvane de Almeida Campos
Solidete de Fátima Paziani
Tadeu Silva de Oliveira
Tatiana Cristina da Rocha
Thiago de Oliveira Vargas
Tiago Neves Pereira Valente
Vanderley Porfírio da Silva
Waldênia de Melo Moura
Weber Vilas Bôas Soares
William Fernandes Bernardo



Capa, programação visual e diagramação: Miro Saraiva

Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável - RBAS

Universidade Federal de Viçosa

Pró Reitoria de Extensão e Cultura

Divisão de Extensão, sala 106

Avenida P.H. Rolfs, s/n, Campus UFV

Viçosa-MG, CEP: 36.570-000.

Telefax: (31) 3899-2358

www.rbas.ufv.br

E-mail: rbas@ufv.br

Os conceitos, afirmações e pontos de vista apresentados nos artigos são de inteira responsabilidade de seus/suas autores/as e não refletem, necessariamente, a opinião da Revista, de seu Conselho Editorial ou da Universidade Federal de Viçosa.



ISSN 2178-5317 (CD-ROM)
ISSN 2236-9724 (ONLINE)
ISSN 2317-5818 (IMPRESSO)

REVISTA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL (RBAS)
BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE (BJSA)

Volume 08	Número 01	Março	2018
<i>Volume 08</i>	<i>Number 01</i>	<i>March</i>	<i>2018</i>

Sumário
Summary

Aplicação foliar de silício em plantas de trigo associado a qualidade fisiológica de sementes (*Foliar application of silicon on wheat plants associated with physiological quality of the seeds*). Sergio Gonçalves de Oliveira Júnior, Evander Alves Ferreira, Marcela Carlota Nery, Ramon Francisco Cordeiro Silva, Soryana Gonçalves Ferreira de Melo, Cíntia Maria Teixeira Fialho 9

Calcário e sua influência no cultivo de mandioca na amazônia tocantina (*Limestone influence on cassava crop in tocantina amazon*). Jefferson dos Santos Martins, Mariana Casari Parreira, Rafael Coelho Ribeiro, Evaldo Morais da Silva 17

Crescimento e desenvolvimento de três espécies de maracujazeiro no sudoeste goiano (*Growth and development of three species of passion fruit in sudoeste of Goiás*). Lásara Kamila Ferreira de Souza, Lâisse Danielle Pereira, Karminne Dias do Valle, Elionai Feitosa Paiva, Cecília de Castro Bolina, Hildeu Ferreira da Assunção, Edésio Fialho dos Reis, Alejandro Hurtado Salazar, Danielle Fabíola Pereira da Silva 24

Desempenho de híbridos de couve-flor nas condições da baixada fluminense - RJ (*Performance of cauliflower hybrids under conditions of the baixada fluminense - RJ*). Felipe Alves de Oliveira, Carlos Antônio dos Santos, Evandro Silva Pereira Costa, Rafael Guthier Tavares Goulart, Nairim Fidêncio de Andrade, Caio Soares Diniz, Margarida Goréte Ferreira do Carmo 30

Determinação do ponto de colheita de flores de *Tropaeolum majus* L. (*Determination of the point of harvest of flowers of Tropaeolum majus L.*). Eliane Nunes da Silva, Renata Ranielly Pedroza Cruz, Lylian Souto Ribeiro, Amadeu Pimentel Travassos, Christian Raphael Delfino Mouzinho Soares, Jean Flaviel de Sousa Melo, Juciely Gomes da Silva, Wellington Souto Ribeiro 37

Desempenho e eficiência técnica de implementos e semeadoras para o plantio direto na agricultura orgânica (*Performance of machines and implements for management of plant material and direct planting in organic agriculture*). Luiz Fernando Favarato, Jacimar Luis de Souza, Victor Almeida Pereira, Rogério Carvalho Guarçoni 44



Dissimilaridade genética entre famílias de melancia (*Genetic dissimilarity among watermelon families*). Luniara Bastos Santos, Aline Torquato Tavares, Tiago Alves Ferreira, Gil Rodrigues Santos, Renato Almeida Sarmiento, Danilo Alves Porto da Silva Lopes, Ildon Rodrigues Nascimento 52

Eficiência de testes colorimétricos para determinação da viabilidade do pólen em acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L) (*Efficiency of colorimetric tests for determination of viability of pollen in access of Lima bean (Phaseolus lunatus L)*). Letícia da Guia Alves de Jesus, Liliann Ribeiro Tavares, Maria Fernanda da Costa Gomes, Sérgio Emílio dos Santos Valente, Regina Lucia Ferreira Gomes, Angela Celis de Almeida Lopes, Marcones Ferreira Costa 59

Fertilidade do solo e nutrição da mangueira 'Ubá' em consórcio com braquiária e sob adubação mineral, orgânica e organomineral (*Soil fertility and mango 'Ubá' nutrition in consortium with brachiaria under mineral, organic and organomineral fertilizer*). Anália Lúcia Vieira Pacheco, Karina Schulz Borges, Gilberto Bernardo de Freitas, Gerival Vieira 65

Organic maize: changes in amino acid composition (*Milho orgânico: mudanças na composição aminoacídica*). Dayana Cristina de Oliveira Pereira, Rodrigo Henriques Longaresi, Gustavo do Valle Pereira, Diego Fontebasso Pelizari Pinto, Sérgio Kenji Homma, Luiz Carlos Demattê Filho ... 74

Qualidade de mudas de Jacaranda cuspidifolia produzidas em diferentes substratos (*Quality of Jacaranda cuspidifolia seedlings produced on different substrates*). Sara Bezerra Bandeira, Hallefy Elias Fernandes, Gessica Hashimoto de Medeiros, Marciane Cristina Dotto, Flavia Barreira Gonçalves, Nadia da Silva Ramos, Eduardo Andrea Lemus Erasmo 79

Remoção de matéria orgânica e nutrientes de esgoto doméstico por wetland horizontal de fluxo subsuperficial na estação de tratamento de aparecida - Campos Novos, SC (*Removal of organic matter and nutrients from domestic sewage by constructed wetlands in aparecida treatment station - Campos Novos*). Lucas Silva Lourenço, Eduardo Bello Rodrigues, Marcelo Alves Moreira, Everton Skoronski 85

Resistência antimicrobiana de Salmonella spp., Staphylococcus aureus e Escherichia coli isolados de carcaças de frangos: resistência a antibióticos e óleos essenciais (*Antimicrobial resistance of Salmonella spp., Staphylococcus aureus and Escherichia coli isolated from chicken carcasses: resistance to antibiotics and essential oils*). Anderson Clayton da Silva, Raiza Iacuzio, Talita Junia da Silva Cândido, Marjory Xavier Rodrigues, Nathalia Cristina Cirone Silva 95

Silicato de cálcio e magnésio no controle de Meloidogyne javanica em pepineiro em diferentes texturas de solo (*Calcium and magnesium silicate on meloidogyne javanica control in cucumber in soil with different textures*). Bruna Hanielle Carneiro dos Santos, Regina Cássia Ferreira Ribeiro, Rodrigo Mendes Oliveira, Adelica Aparecida Xavier, Leandro de Souza Rocha, José Augusto dos Santos Neto, Cláudia Regina Dias-Arieira, Edson Hiydu Mizobutsi 104

Utilização de formigas (Hymenoptera: formicidae) como bioindicadoras em plantios de pinus no Paraná (*Utilization of ants (Hymenoptera: formicidae) as bioindicators in pinus planting in Paraná state, Brazil*). Karen Koch Fernandes de Souza, Nilton José Sousa, Ivan Crespo Silva, Pedro Pacheco dos Santos Lima, Eli Nunes Marques 110

APLICAÇÃO FOLIAR DE SILÍCIO EM PLANTAS DE TRIGO ASSOCIADO A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

Sergio Gonçalves de Oliveira Júnior¹, Evander Alves Ferreira¹, Marcela Carlota Nery¹, Ramon Francisco Cordeiro Silva¹, Soryana Gonçalves Ferreira de Melo¹, Cíntia Maria Teixeira Fialho^{1*}

RESUMO - Na busca de sementes e plantas de alto padrão de qualidade, a utilização do silício pode ser interessante na agricultura, pois pode incrementar a produtividade, regular a perda de água, melhorar a taxa fotossintética, aumentar a rigidez da estrutura dos tecidos entre outros. Dessa forma, objetivou-se com essa pesquisa verificar o efeito da aplicação foliar de silício no crescimento, fisiologia de plantas de trigo e na qualidade de sementes de trigo produzidas. Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com fatorial 2x4 com 5 repetições, onde os tratamentos foram compostos por duas cultivares de trigo (BR18 e BRS254) e quatro dosagens da formulação comercial Supa Sílica da marca Agrichem®: 0,0 L ha⁻¹, 0,5 L ha⁻¹, 1 L ha⁻¹ e 2,0 L ha⁻¹, divididas em três aplicações nos estádios de perfilhamento, emborrachamento e floração. Foram feitas avaliações fisiológicas e fitotécnicas como fluorescência da clorofila, taxa de transporte de elétrons, diâmetro, altura, massa seca, número de perfilhos e fitoxidade. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos seguintes testes: germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, emergência, estande inicial. A cultivar BR18 produziu maior quantidade de perfilhos, massa seca, clorofilas A, B e total e de Fv/Fm do que a cultivar BR254 com aplicação foliar de silício. A taxa de transporte de elétrons, fluorescência inicial e a fitotoxicidade foram influenciadas negativamente pelo aumento das doses de silício foliar para ambas as cultivares. A aplicação de silício foliar não interfere na qualidade das sementes de trigo, porém melhorou o desempenho de emergência, estande inicial e IVE da cultivar BR18.

Palavras chave: qualidade, silício foliar, *triticum aestivum*.

FOLIAR APPLICATION OF SILICON ON WHEAT PLANTS ASSOCIATED WITH PHYSIOLOGICAL QUALITY OF THE SEEDS

ABSTRACT - In the search for seeds and plants of high quality, the use of silicon can be interesting in agriculture, as it can increase productivity, regulate water loss, improve photosynthetic rate, increase stiffness of tissue structure, among others. Thus, the objective of this research was to verify the effect of foliar application of silicon on growth, physiology of wheat plants and the quality of wheat seeds produced. The experimental design was a randomized block with 2x4 factorial with 5 replicates, where the treatments were composed of two wheat cultivars (BR18 and BRS254) and four dosages of the commercial formulation Supa Silica of the brand Agrichem®: 0.0 L ha⁻¹, 0.5 L ha⁻¹, 1 L ha⁻¹ and 2.0 L ha⁻¹, divided into three applications in tillering, rubber and flowering stages. Physiological and phytochemical evaluations were carried out, such as chlorophyll fluorescence, electron transport rate, diameter, height, dry mass, number of tillers and phytoex. The physiological quality of the seeds was evaluated by the following tests: germination, first count, germination speed index, emergence, initial stand. The cultivar BR18 produced a higher amount of tillers, dry mass, chlorophyll A, B and total and FV / FM than the cultivar BR254 with foliar application of silicon. The rate of electron transport, initial fluorescence and phytotoxicity were negatively influenced by the increase of foliar silicon doses for both cultivars. Leaf silicon application did not interfere with wheat seed quality, but it improved the emergency performance, initial stand and IVE of cultivar BR18.

Keywords: foliar silicon, quality, *Triticum aestivum*.

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Departamento de Agronomia, Diamantina, MG, Brasil

* Contato para correspondência: cintiamtfialho@yahoo.com.br



INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta anual, cultivada entre as estações do inverno e primavera, o seu grão é processado em farinha, a qual pode ser consumida na alimentação humana e animal (EMBRAPA TRIGO, 2013). De acordo com a FAO (2016), o trigo e o segundo cereal mais produzido no mundo, com uma produção mundial de 729,5 milhões de toneladas na safra de 2015. A produtividade média no Brasil atingiu na safra de 2014/2015 2.698 kg ha⁻¹, com uma estimativa de produção total de 7 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

O trigo é uma espécie considerada acumuladora de silício (Si) devido ao processo ativo de absorção pelas raízes, atingindo teores médios de Si nas folhas acima de 10 g kg⁻¹ de matéria seca (Oliveira, 2009). O silício é um elemento benéfico às plantas, podendo trazer incrementos na produtividade e sanidade (Sripanyakorn et al., 2005). A utilização do silício na agricultura é interessante quando o consideramos um anti-estressante natural. Estresses causados por temperaturas extremas, veranicos, metais pesados ou tóxicos, por exemplo, podem ter seus efeitos reduzidos com o seu uso deste. A fertilização com silício atua também aumentando a resistência a várias doenças fúngicas e algumas pragas (Savant et al., 1997).

O silício é um elemento não essencial e não tóxico para as plantas, podendo contribuir para o desempenho da cultura do trigo. Assim ele pode incrementar a produtividade; regular a perda de água; melhorar a taxa fotossintética; aumentar a rigidez da estrutura dos tecidos; reduzir os índices de acamamento; diminuir os danos causados pela geadas; além de diminuir o efeito tóxico de ferro e manganês às raízes (Datnoff et al., 2007). A absorção e acumulação de silício na parte aérea do trigo é determinada, também, pela transpiração, crescimento (Duda et al., 2001) e disponibilidade do elemento no substrato. O aumento da temperatura aumenta o teor de silício nos tecidos do trigo (Su et al., 2002), já que aumenta a transpiração. Os depósitos de silício ocorrem nos tecidos estruturais, vasculares, de armazenamento e na epiderme, como constatado em plântulas de trigo. A silicificação das paredes das células da endoderme das raízes de trigo ocorre de maneira bastante rápida. Uma vez silicificados os sítios da endoderme radicular, a maior parte do silício é transportado para a parte aérea da planta (Sangster et al., 2001).

A semente de trigo é uma cariópside com tamanho entre 6 a 8 mm de comprimento e 3 a 4 mm de largura, ela é formada pelo endosperma e o embrião, os quais estão envoltos pelo pericarpo, a testa e a camada de aleurona. O endosperma representa 83% da semente e é formado por grânulos de amido, enquanto o embrião ocupa uma pequena porcentagem da cariópside, contendo as estruturas básicas para dar origem a uma nova planta (Setter & Carlton, 2000). Oliveira (2009), trabalhando com arroz, verificou que a germinação das sementes produzidas não foi alterada com a aplicação das doses de silício e o vigor das sementes produzidas foi incrementado.

Apesar da pesquisa sobre os efeitos do Si no crescimento das plantas, muitas informações ainda são incipientes, principalmente quando se trata da correlação entre as características fisiológicas e de crescimento da planta e a qualidade das sementes. Dessa forma, objetivou-se com essa pesquisa verificar o efeito da aplicação foliar de silício no crescimento, na fisiologia de plantas de trigo e na qualidade de sementes produzidas.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes e na casa de vegetação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, localizado no município de Diamantina - MG.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4 com 5 repetições, e os tratamentos foram compostos por duas cultivares de trigo, BRS-254 e BR-18, e quatro doses da formulação comercial Supa Sílica da marca Agrichem®: 0,0 L ha⁻¹ (Tratamento controle), 0,5 L ha⁻¹, 1,0 L ha⁻¹ e 2,0 L ha⁻¹. Foi utilizada a dosagem recomendada para arroz 1,0 L ha⁻¹, meia dosagem e uma superdosagem, pois não há registros de dose recomendada para trigo. As aplicações de silício foram divididas em três períodos: nos estádios de perfilhamento, de emborrachamento e de floração.

As plantas de trigo foram cultivadas em vasos de 12 L, onde foram semeadas 3 sementes por vaso, permanecendo, após o desbaste, as duas plantas emergidas mais precocemente.

Para adequação do substrato foi realizado a análise química e física do solo (Tabela 1). A adubação das plantas foi realizada de acordo com Souza & Fronza

(1999), respeitando o teor de nutrientes recomendado para o *Triticum* spp.

Foram aplicados o equivalente a 60 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, 50 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 120 kg ha⁻¹ de sulfato de amônia. A adubação nitrogenada foi também realizada em cobertura aos 30 dias após a emergência da cultura, na dose de 30 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio previamente dissolvido em água.

As duas cultivares de trigo foram semeadas na mesma época. As aplicações da solução de sílica foram aspergidas via foliar com borrifador manual na face adaxial até o ponto de escorrimento sem o uso de adjuvantes aos 25, 45 e 70 dias após a emergência nas fases de perfilhamento, emborrachamento e floração, respectivamente. Foram feitas visitas diárias.

As variáveis da fluorescência da clorofila *a* foram determinadas 75 dias após o plantio, com o fluorímetro portátil de luz modulada MINI-PAM (Walz, Germany), as pinças do aparelho foram colocadas no terço médio da primeira folha completamente expandida das plantas, avaliando a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), a razão entre a fluorescência variável e fluorescência máxima (Fv/ Fm) e a taxa de transporte de elétrons (ETR – $\mu\text{Mols elétrons m}^{-2} \text{s}^{-1}$). As medições foram feitas após 30 minutos de adaptação ao escuro, no período noturno, com emissão de um pulso de luz saturante de 0,3 s, sob frequência de 0,6 KHz. A avaliação dos teores de clorofila A, B e total foram realizadas com auxílio do clorofilômetro portátil *Clorofilog Falker*, na mesma folha onde foi avaliada a fluorescência, e os resultados foram expressos em índice de clorofila. Foram feitas sete leituras durante o ciclo da cultura, e calculou-se a média por planta para cada folha amostrada com o próprio medidor.

Avaliou-se também a intoxicação visual da cultura após a última aplicação da solução silicada 65 dias

após o plantio. Os sintomas foram avaliados com uso de escala percentual de notas variando entre 0 (zero) e 100 (cem), onde 0 implica ausência de quaisquer injúrias e 100, a morte da planta

Foram avaliadas semanalmente variáveis do crescimento da planta, como diâmetro do colmo, altura, número de perfilhos. Diâmetro e altura foram medidos por paquímetro e régua respectivamente, e o número de perfilhos foi avaliado por contagem em unidades.

Aos 105 dias de cultivo do trigo foi desmontado o experimento, a parte aérea e a raiz foram separadas, sendo a parte aérea colocada em sacos de papel, secas em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de 60°C \pm 2°C, até atingir peso constante (Krzyzanowski et al., 1999). Em seguida, as amostras foram pesadas em balança com precisão de 4 casas decimais, sendo os resultados expressos em g planta⁻¹, determinando a massa seca das plantas.

Após 105 dias do cultivo do trigo com aplicação do silício, as sementes foram colhidas e foram realizadas as seguintes determinações e testes:

O grau de umidade foi determinado pelo método da estufa a 105°C por 24 horas, com quatro repetições para cada cultivar utilizando 4,5 gramas de sementes de trigo (BRASIL, 2009).

Teste de germinação - Foram utilizadas 200 sementes de trigo (quatro repetições de 50 sementes). As sementes foram semeadas sob três folhas de papel toalha previamente umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados no germinador a uma temperatura de 20 °C. As contagens foram realizadas aos 4 e 8 dias após a semeadura. A apresentação dos resultados foi feita pela média aritmética das quatro repetições, em números percentuais inteiros (BRASIL, 2009).

Tabela 1 - Resultado da análise física e química de um argisolo vermelho-amarelo

Análise física (dag kg ⁻¹) ¹										
Argila	Silte	Areia fina		Classificação textural						
38	6	56		Franco – Argiloso						
Análise química ¹										
pH	P	K ⁺	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC	V	m	MO
H ₂ O	mg dm ⁻³				cmol dm ⁻³			%		dag kg ⁻¹
4,6	0,9	34	2,48	0,1	0,4	0,1	0,69	19	14	1,35

Análises realizadas no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.



A partir da protrusão radicular das sementes foi determinado o índice de velocidade de germinação (IVG), calculado segundo Maguire (1962).

Teste de emergência- Foi conduzido em bandejas plásticas, com solo e areia em proporção 1:2, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes à temperatura ambiente. A partir do início da emergência foram feitas avaliações diárias, computando-se o estande inicial ao 4º dia e a porcentagem de plântulas emergidas ao 8º dia após a semeadura. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962).

O efeito dos tratamentos foi avaliado por meio da análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$), onde foi realizado teste de Tukey a 5% de probabilidade para cultivares e para as análises de qualidade de sementes e estudos de regressão para doses de silício e para a interação entre doses e cultivares. Os modelos de regressão escolhido foi mais adequado e significativo pela comparação dos coeficientes de determinação ($R^2 = S.Q. \text{ Reg.} / S.Q. \text{ Trat.}$). As análises foram realizadas com o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2003) e para a confecção dos gráficos utilizou-se o programa SIGMAPLOT 10.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de umidade das sementes foi de 14,80% para a cultivar BR18 e de 15,86% para a cultivar BRS254 (Tabela 2), valor este próximo ao ideal para armazenamento de sementes de trigo que é de 13 % (BRASIL, 2011).

Não houve interação entre os fatores, e sim o efeito isolado. Para as variáveis porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de primeira contagem da germinação, germinação, emergência e índice de velocidade de emergência foi possível observar que as duas cultivares se distinguiram significativamente, tendo a cultivar BRS254 uma qualidade superior em relação a cultivar BR18. Pelo teste de IVG podemos perceber que a cultivar BR18 possui qualidade superior a cultivar BRS254. O teste de estande inicial das duas cultivares não distinguiram significativamente (Tabela 2).

Com relação aos atributos de qualidade das sementes de trigo para as diferentes doses de silício (Tabela 3), observou-se que não houve diferenças significativas entre as cultivares BR18 e BRS254. Esses resultados

corroboram com Segalin et al. (2013), que em experimento com doses de silício em trigo verificou que para estes parâmetros a aplicação foliar de silício não afetou a qualidade das sementes produzidas. Tavares et al. (2013) em estudo de adubação silicada via solo também concluíram que a adubação com silício não afetou a germinação das sementes produzidas. Para Rodrigues & Datnoff (2005) o silício parece influenciar outras características, tais como supressão de agentes patogênicos, e a tolerância a estresse, dessa forma a germinação seria indiretamente afetada (Komdörfer & Pereira, 2002).

Para as variáveis emergência, estande inicial e índice de velocidade de emergência a cultivar BR18 obteve bons resultados com aplicação foliar de silício enquanto para a cultivar BRS254 não foi possível observar diferenças estatísticas significativas entre as dosagens. Na avaliação de emergência e índice de velocidade de emergência, a cultivar BR18 apresentou melhores resultados quando aplicado o silício, independente da dose em relação ao tratamento controle. Na avaliação de estande inicial do lote de sementes colhidas pós-aplicação de silício via foliar, também foi detectado o melhor desempenho para as dosagens 1 e 2L/ha (Tabela 3).

De acordo com Rafi et al. (1997), a presença de silício pode resultar em aumento da capacidade biológica das sementes e plântulas em resistir às condições adversas do meio ambiente, incrementando então o vigor destas sementes. Resultados que corroboram com Harter & Barros (2011), que trabalhando com aplicação de cálcio e silício em soja encontraram aumentos significativos no vigor quando comparados a testemunha.

Ao avaliar a quantidade de perfilhos por planta e massa seca foi encontrada uma diferença intergenotípica ($P < 0,05$) entre as cultivares, onde a BR18 se destacou para as duas variáveis (Tabela 4). Essas diferenças na massa seca podem ter ocorrido devido ao maior perfilhamento do genótipo e também pela maior resposta a adubação foliar silicada, onde os mecanismos fisiológicos tem diferentes taxas de absorção, translocação e diferenças morfológicas no sistema radicular (Barbosa Filho et al., 1998) e foliar.

Para as variáveis fitotécnicas como quantidade de perfilhos e massa seca e para os teores de clorofila A, B, total, Fmax e FV/FM foram observadas diferenças intergenotípicas ($P < 0,05$), observando maiores valores

Tabela 2 - Resultados em porcentagem (%) do grau de umidade – U; (%) de plântulas normais na primeira contagem – PC; (%) germinação – G; índice de velocidade de germinação – IVG; (%) emergência – E; (%) estande inicial – EI e índice de velocidade de emergência – IVE, obtidos em duas cultivares de sementes de trigo

Cultivares	Testes						
	U (%)	PC (%)	G (%)	IVG	E (%)	EI (%)	IVE
BR18	14,80b	93,5b	96b	25,42a	96b	89a	9,97b
BRS254	15,86a	100a	100a	25,29b	97a	89a	10,12a
CV %	2,37	1,84	0	4,59	2,2	5,26	18,74

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F de probabilidade.

Tabela 3 - Resultados em porcentagem (%) de germinação – G, plântulas normais na primeira contagem – PC, índice de velocidade de germinação – IVG, emergência – E, estande inicial – EI e índice de velocidade de emergência – IVE, obtidos em cultivares de trigo após aplicação foliar de silício

Dose (L/ha)	Testes					
	G (%)		PC (%)		IVG	
	BR18	BRS254	BR18	BRS254	BR18	BRS254
0	95a	97a	95a	96a	27,26a	29,14a
0,5	100a	97a	100a	97a	28,67a	28,65a
1,0	97a	95a	97a	95a	27,93a	28,68a
2,0	98a	97a	98a	96a	28,67a	29,37a
CV%	2,28	2,46	2,28	3,04	4,07	2,96

Dose (L/ha)	Testes					
	E (%)		EI (%)		IVE	
	BR18	BRS254	BR18	BRS254	BR18	BRS254
0	79,5b	73,5a	66b	72a	11,19b	10,73a
0,5	93,5a	87a	84,5a	83,5a	14,83a	13,2a
1,0	90,5a	86a	83ab	84a	13,99a	12,92a
2,0	88,5a	80a	90,5a	70a	15,36a	10,41a
CV%	3,9	10,94	9,74	13,21	7,38	15,04

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey 5%.

destas variáveis para o genótipo BR18 em relação ao genótipo BRS254 (Tabela 4).

Não se observou diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as doses de silício para o número de perfilhos, massa seca, clorofila A, B, total, Fmax e FV/FM no entanto de acordo com Silva et al. (2003) em outras espécies vegetais, a aplicação do silício promove aumento nas concentrações de clorofila por unidade foliar, significando que a planta pode tolerar níveis baixos e mais altos de luz disponível.

A fluorescência máxima (Fmax), definida como a intensidade máxima de emissão de fluorescência em

que todos os centros de reação do FSII estão abertos (Baker & Rosenqvist, 2004), apresentou diferença intergenotípicas significativa ($P < 0,05$) destacando-se a cultivar BR18. Isso pode ser devido ao fato de ter em todo seu ciclo em média uma maior temperatura foliar $31,1^{\circ}\text{C}$, do que a BRS254 que em média teve $30,7^{\circ}\text{C}$, a temperatura foliar foi medida durante todo ciclo da cultura.

A razão entre a fluorescência variável e a máxima (Fv/Fm) expressa a eficiência quântica máxima de transporte de elétrons através do FSII, quando todos os centros de reação do FSII estão abertos (Krause & Weis, 1991), que foi constatada diferença



intergenotípicas significativa ($P < 0,05$) destacando-se a cultivar BR18.

Ao avaliar a fluorescência inicial da clorofila (F_o) das plantas de trigo foram observadas diferenças intergenotípicas ($P < 0,05$), com destaque para o genótipo BR18 (Tabela 4). Constatou-se também diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as doses de silício para esta variável (Figura 1A), observando um comportamento linear decrescente para a cultivar BR18 e um comportamento quadrático para BRS254, ou seja, para os dados avaliados, quanto maior a dose de silício aplicada, menor será a fluorescência inicial da clorofila para ambas as cultivares, podendo ser indicativo de danos estruturais nos centros de reação do fotossistema II ou comprometimento no transporte de energia de excitação dos complexos antena para os centros de reação (Bolh ar-Nordenkampf et al., 1989). O valor de

F_o é alterado por estresses do ambiente que causam alterações estruturais nos pigmentos fotossintéticos do PSII. Estresse por temperaturas infra timas decresce significativamente os valores de F_o e o estresse por temperaturas supra-ótimas   caracterizado por incrementar drasticamente os valores de F_o (Ferreira et al., 2015).

Na taxa de transporte de elétrons houve intera o entre os fatores, sendo significativo para a cultivar BRS254, enquanto que para a cultivar BR18 nenhum modelo foi significativo (Figura 1B). Foi gerada uma curva quadrática nota-se a diminui o da ETR com o aumento das doses de silício foliar absorvidas pela planta. A redu o excessiva da taxa de transporte de elétrons e da rela o F_v/F_m pode ocasionar em um excesso de poder redutor, que pode culminar em danos fotooxidativos (Aucique-Perez et al., 2014).

Tabela 4 - Resultados em unidades de perfilhos, (g) de massa seca, em ($\mu\text{g cm}^{-2}$) de clorofila A, clorofila B e clorofila total (elétrons quantum⁻¹) Fluorescência máxima de clorofila (F_{max}) e Rela o fluorescência máxima e fluorescência variável (F_v/F_m) obtidos em cultivares de trigo

Cultivares	Testes						
	Perfilhos	Massa seca	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila total	F_{max}	F_v/F_m
	(un)	(g)	($\mu\text{g cm}^{-2}$)	($\mu\text{g cm}^{-2}$)	($\mu\text{g cm}^{-2}$)	(elétrons quantum ⁻¹)	
BR18	4a	5,73a	33,75a	13,22a	46,97a	600,85a	0,68a
BRS254	3b	3,40b	30,72b	12,19b	42,92b	341,40b	0,46b
CV %	30,06	46,32	12,05	18,95	13,76	40,74	35,87

Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem entre si pelo teste F de probabilidade.

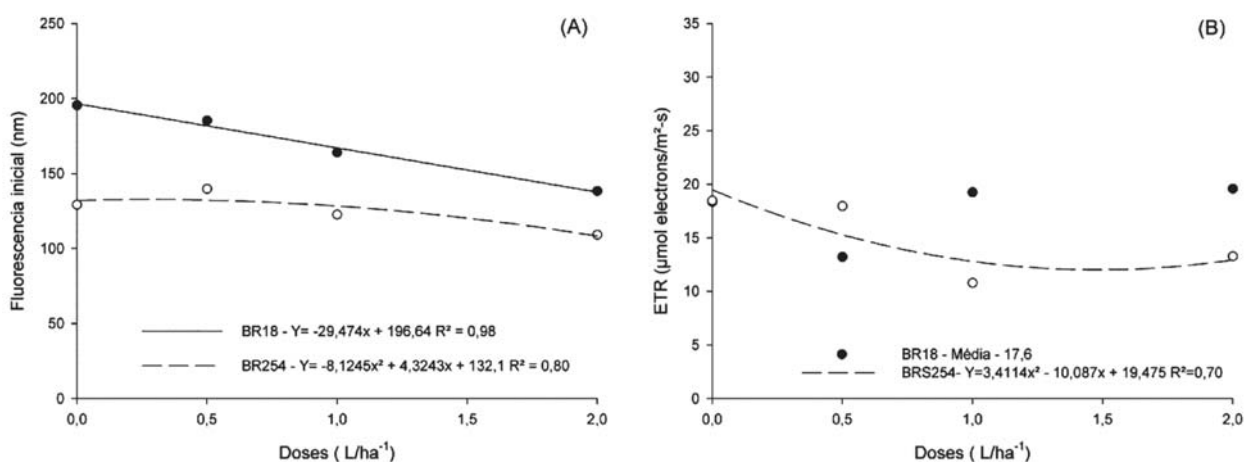


Figura 1 - (A) Fluorescência inicial da clorofila *a*; (B) Taxa aparente de transporte de elétrons (ETR); com diferentes doses de aplica o de silício foliar obtidas em duas cultivares de trigo.

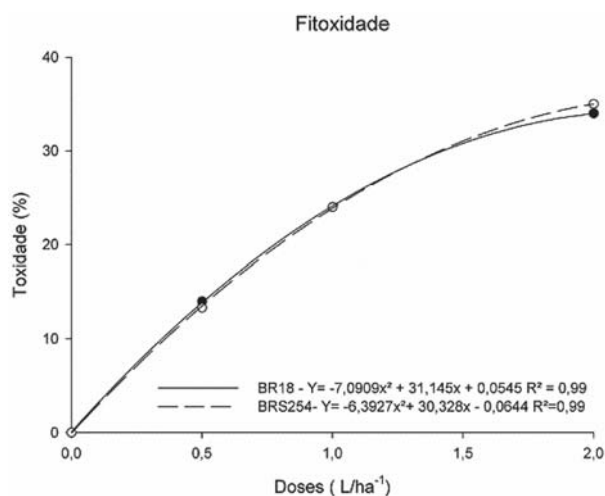


Figura 2 - Fitotoxicidade das plantas de trigo após a aplicação foliar de silício.

Ao avaliar a fitotoxicidade, observou-se o comportamento quadrático da curva com o aumento das doses para ambas cultivares (Figura 2), ou seja, quanto maior a dose aplicada via foliar, maior será a toxidez das plantas.

CONCLUSÕES

A aplicação de silício foliar não interfere na qualidade das sementes de trigo, porém melhorou o desempenho de emergência, estande inicial e IVE da cultivar BR18.

A cultivar BR18 produziu maior quantidade de perfilhos, massa seca, clorofila A, B e total, Fmax e Fv/Fm do que a cultivar BR254 com aplicação foliar de silício.

A taxa de transporte de elétrons, fluorescência inicial e a fitotoxicidade foram influenciadas negativamente pelo aumento das doses de silício foliar para ambas as cultivares.

LITERATURA CITADA

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 502p.

AUCIQUE-PEREZ, C.E.; RODRIGUES, F.A.; MOREIRA, F.M. et al. Leaf gas exchange and chlorophyll a fluorescence in wheat plants supplied with silicon and infected with *Pyricularia oryzae*. **Phytopathology**, v.104, p.143-149, 2014.

BAKER, N.R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal Experimental of Botany**, v.55, p.1607-1621, 2004.

BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; ELLIOTT, C.L. et al. **Resposta do arroz de sequeiro à aplicação de silício**. In: FERTBIO, 1998, Caxambu, MG. Anais. Lavras: UFLA; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1998. p.57.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n.29, p.2, 1 dez. 2011. Seção 1.

BRASIL, Ministério de Agricultura. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 2009 395p.

BOLHÀR-NORDENKAMPH, H.R.; LONG, R.S.P.; BAKER, N.R. et al. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. **Functional Ecology**, v.3, p.497-514, 1989.

CONAB, 2015. **Central de Informações Agropecuárias: safra de grãos 2014/2015**. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_30_17_30_12_revista_junho_final_internet.pdf>. Acesso em: 17 de julho de 2015.

DATNOFF, L.E.; RODRIGUES, F.A.; SEEBOLD, K.W. Silicon and plant nutrition. In: DATNOFF, L.E.; ELMER, W.H.; HUBER, D.M. (Ed.). **Mineral nutrition and plant disease**. 2007. p.233-246.

DUDAR.; GUTSER, R.; SCHMIDHALTER, U. Characterizing site specific differences in water availability. In: *International plant nutrition colloquium*, 2001. 14p.

EMBRAPA TRIGO. **Cultura do trigo**, Passo Fundo-RS, 22 ago. 2013. Online. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/index.html>>. Acessado em 22 ago. 2016.



FAO, 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>. Acessado em 15 nov. 2016.

FERREIRA, D.F. **Programa de análises estatísticas (statistical analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.0 (Build 67)**. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FERREIRA, E.A.; MATOS, C.C.; BARBOSA, E.A. et al. Respostas fisiológicas da mandioca à aplicação de herbicidas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.645-656, 2015.

HARTER, F.S.; BARROS, A.C.S.A. Cálcio e silício na produção e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.1, p.054-060, 2011.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H. S. O silício e a tolerância ao estresse. **Revista Citricultura Atual**, v.4, n.26, p.12-13, 2002

KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.42, p.313-349, 1991.

KRZYŻANOWSKI, C.F.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO; J.B. **Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes**. Londrina: ABRATES, 1999.

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

OLIVEIRA, L.A. **Silício em plantas de feijão e arroz: absorção, transporte, redistribuição e tolerância ao cádmio**. 2009. 157f. Tese (Doutorado) – Centro de energia nuclear na agricultura. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RODRIGUES, F.A.; DATNOFF, L.E. Silicon and rice disease management. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, p.457-469, 2005.

RAFI, M.M.; EPSTEIN, E.; FALK, R.H. Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Plant Physiology**, v.151, p.497-501, 1997.

SANGSTER, A.G.; HODSON, J.; TUBB, H.J. Silicon deposition in higher plants. In: DATNOFF, L.E.; KORNDÖRFER, G.H.; SNYDER, G.H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2001. p.85-113.

SAVANT, N.K.; SNYDER, G.H.; DATNOFF, L.E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, v.58, p.151-199, 1997.

SETTER, T.L.; CARLTON, G. The structure and development of the cereal plant. In: AUSTRALIAN GOVERNMENT. **The Wheat Book, Principles and Practice**. Camberra, 2000. 45p.

SEGALIN, S.R.; HUTH, C.; ROSA, T.A. et al. Foliar application of silicon and the effect on wheat seed yield and quality. **Journal of Seed Science**, v.35, n.1, p.86-91, 2013.

SILVA, U.C.; GALLI, M.A.; VAN DEN BROEK, H., et al. Eficiência de fungicidas orgânicos e silício em feijoeiro, para controle de oídio, mancha angular. Antracnose. **Revista ecossistema**, v.28, p.79-82, 2003.

SOUZA, M.A.; FRONZA, V. Trigo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.332-339.

SU, R.Z.; LIU, Z.M.; LI, J. et al. Study on silica distribution of wheat straw surface. **Scientia Silva e Sinicae**, v.38, p.99-102, 2002.

SRIPANYAKORN, S.; JUGDAOHSINGH, R.; THOMPSON, R.P.H. et al. Dietary silicon and bone health. **Nutrition Bulletin**, v.30, p.222-230, 2005.

TAVARES, L.C.; MENCONÇA, A.O.; BRUNES, A.P. et al. Effect of silicon fertilization on the expression of isoenzymes, the germination and seed yield of wheat. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, p.1214, 2013.

Recebido para publicação em 25/10/2017 e aprovado em 9/1/2018.



CALCÁRIO E SUA INFLUÊNCIA NO CULTIVO DE MANDIOCA NA AMAZÔNIA TOCANTINA

Jefferson dos Santos Martins¹, Mariana Casari Parreira², Rafael Coelho Ribeiro³, Evaldo Morais da Silva⁴

RESUMO - O cultivo de raízes de mandioca é muito importante nas regiões do Brasil, principalmente por pessoas de baixa renda. Apesar do aumento da área plantada, a produtividade desta cultura é baixa, devido principalmente à baixa fertilidade e manejo dos solos utilizados para o plantio. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do calcário na cultura da mandioca no Nordeste Paraense (Amazônia Tocantina). O experimento foi realizado sob condições de campo, no período de novembro de 2015 a setembro de 2016, em uma propriedade rural de caráter familiar no município de Cametá, estado do Pará. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados – DBC, com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram dosagens crescentes de calcário: 500 kg ha⁻¹; 750 kg ha⁻¹; 1.000 kg ha⁻¹; 1.500 kg ha⁻¹, mais uma testemunha sem aplicação. A cultura foi conduzida de acordo com os produtores familiares da Amazônia Tocantina, sem irrigação e adubação complementares. Foram avaliados: comprimento, diâmetro, número e peso de raízes por planta, produção total de raízes e também a quantificação de ácido cianídrico. Verificou-se que o maior peso de raízes por planta e a máxima produção foram obtidos utilizando a menor dosagem. A quantidade de ácido cianídrico nas raízes não foi diminuída com o aumento das doses de calcário, sendo a cultivar utilizada, classificada como mandioca mansa ou de mesa.

Palavras chave: calagem, cianogênico, *Manihot esculenta* Crantz, produtividade.

LIMESTONE INFLUENCE ON CASSAVA CROP IN TOCANTINA AMAZON

ABSTRACT - The cassava roots crop is very important in the regions of Brazil, especially by low income people. Despite the increase in planted area, the productivity of this crop is low, mainly due to the low fertility and soil management used for planting. The objective of this work was to evaluate the influence of limestone on the cassava crop in the Northeast of Pará (Amazon Tocantina). The experiment was conducted under field conditions, from November 2015 to September 2016, in a rural property of a family character in Cametá-Pa. The experiment was conducted in a randomized complete block design (DBC), with four replications. The treatments used were increasing dosages of limestone: 500 kg ha⁻¹; 750 kg ha⁻¹; 1,000 kg ha⁻¹; 1,500 kg ha⁻¹, plus one control test. The length, diameter, number and weight of roots per plant, total root production and the quantification of hydrocyanic acid were evaluated. It was verified that the highest root weight per plant and maximum yield were obtained using the lowest limestone dosage. The amount of hydrocyanic acid in the roots was not decreased with the increase of limestone doses, being the cultivar used, classified as calm cassava.

Keywords: Keywords: cyanogenic, liming, *Manihot esculenta* Crantz, productivity.

¹ Faculdade de Agronomia (FAGRO). Campus Universitário do Tocantins (CUNTINS). Universidade Federal do Pará. UFPA. Email: 1santos-jeff@hotmail.com. 2mcparrreira@ufpa.br. 3rribeiro@ufpa.br. 4evaldo.morais@ufpa.br



INTRODUÇÃO

A raiz tuberosa da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), em diversas regiões do Brasil, é a principal fonte nutricional das populações de baixa renda, sendo muito cultivada por pequenos agricultores, com baixa tecnologia (Roset et al., 2011), principalmente por ser um alimento básico prontamente disponível, ter facilidade de cultivo e capacidade de transformação podendo ser armazenado como alimento por vários anos (Nassar et al., 2009).

A Amazônia Tocantina, localizada no Nordeste Paraense juntamente com o Baixo Amazonas concentram as maiores áreas cultiváveis e produção de mandioca do Estado do Pará, assim como também registraram as mais altas expansões desta atividade (Gusmão et al., 2016). Apesar do aumento na área plantada, a produtividade, segundo Alves & Modesto Junior (2012) está diminuindo, devido à dificuldade de modernização da produção, oferta reduzida de tecnologia e assistência técnica aos produtores, falta de mão de obra e redução ao acesso de financiamentos de suas atividades agrícolas.

Outro fator relevante dessa baixa produtividade está relacionado à fertilidade e manejo dos solos utilizados para o plantio, visto que, grande parte das classes de solo presentes na região são de fertilidade natural baixa, com altas concentrações de alumínio, que os classificam como solos ácidos (Alves et al., 2008).

Ainda que a mandioca apresente resistência à saturação de alumínio em até 80% (Nassar et al., 2009), a calagem faz-se necessária, principalmente pela aplicação de calcário, adequando a faixa de pH e que consequentemente subsidia a absorção dos nutrientes disponibilizados no solo para a planta (Serrat et al., 2002).

Apesar do papel social que desempenha a cultura da mandioca no Estado do Pará, pelo número representativo de famílias do meio rural que vivem da produção e também do processamento da farinha (Mattos & Cardoso, 2017), este cultivo realizado a partir de uma planta cianogênica (Haque & Bradbury, 2002), no qual há restrição no consumo das suas raízes em decorrência da quantidade de ácido cianídrico (HCN) naturalmente armazenado em suas cultivares. Todavia, o processo fitoquímico da liberação de cianeto (CN-) através da hidrólise de compostos cianogênicos, é

um defensivo natural da planta contra o ataque de moléstias peculiares à cultura (El-Sharkawy, 2012). Assim sendo, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do calcário na cultura da mandioca no Nordeste Paraense (Amazônia Tocantina).

MATERIALE MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado sob condições de campo, no período de novembro de 2015 a setembro de 2016, em uma propriedade rural de caráter familiar na Comunidade Livramento (2° 17' 49"S – 49° 37' 06"W) localizada no município de Cametá (2° 14' 32"S – 49° 29' 52"W) na Amazonia Tocantina. Os dados climatológicos relativos às temperaturas e a precipitação pluviométrica durante a preparação do solo e a manutenção do plantio, encontram-se na Figura 1.

No preparo da área experimental, levou-se em consideração o modo de cultivo empregado, tradicionalmente, pela comunidade rural no plantio da mandioca da região da Amazônia Tocantina, ou seja, a área foi inicialmente submetida ao processo de corte-queima para a limpeza do espaço e posteriormente, parcialmente destocada. Decorridos três dias após o preparo do campo experimental, coletou-se uma amostragem de solo para a determinação das características químicas e físicas, exibidas nas Tabelas 1 e 2.

Após a preparação do terreno descrita anteriormente, foram depositadas uniformemente, de forma manual as quantidades de calcário de acordo com o tratamento. Foi utilizado calcário dolomítico (32% CaO e 17% MgO). Após a deposição do produto, a área permaneceu em pousio por três meses, a fim de que ocorresse o cumprimento do prazo necessário para que o corretivo realizasse com eficiência a diminuição da acidez do solo (Serrat et al., 2002).

Utilizou-se a cultivar de mandioca Vermelhinha, possuindo ciclo precoce (em torno de seis a oito meses), sendo uma das cultivares mais empregadas pelos agricultores da comunidade da região. O plantio foi realizado de forma manual, no qual foram empregadas manivas sadias com o comprimento em torno de 20 cm, integrando de 5 a 7 gemas. Elas foram depositadas no sentido horizontal em covas com profundidade aproximada de 10 cm (Alves et al., 2008).

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados – DBC, com 5 tratamentos, nas

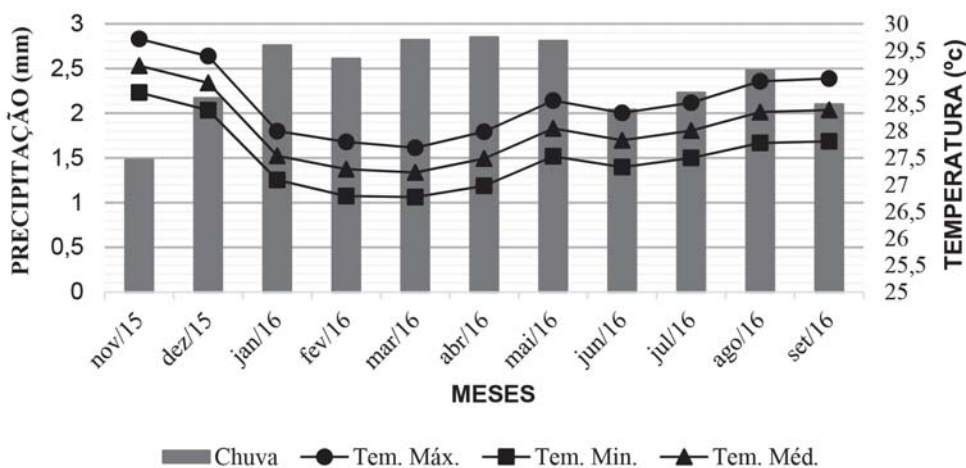


Figura 1 - Temperaturas máximas, mínimas, médias e precipitações pluviométricas médias apuradas de novembro de 2015 a setembro de 2016 em Cametá, PA.

Tabela 1 - Composição química do solo na área experimental, Cametá-PA

MO	pH	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	H+Al	CTC	Saturação		
(g/kg)	(Água)		(mg/dm ³)			(cmol _c /dm ³)			Total	Efetiva	Base(V%)	Alumínio(m%)
									(cmol _c /dm ³)			
18,14	3,8	5	30	19	0,5	0,7	1,2	8,75	9,6	2,06	8,93	58,34

Fonte: EMBRAPA, 2016.

Tabela 2 - Composição física do solo na área experimental, Cametá-PA

Granulometria			
Areia grossa(g/kg)	Areia fina(g/kg)	Silte(g/kg)	Argila total(g/kg)
462	344	74	120

Fonte: EMBRAPA, 2016.

dosagens: 500 kg ha⁻¹, 750 kg ha⁻¹, 1.000 kg ha⁻¹, 1.500 kg ha⁻¹, mais uma testemunha sem aplicação de calcário, com quatro repetições. Cada unidade experimental era composta por parcelas de 2,0 m de largura por 4,0 m de comprimento, sendo constituída por três linhas com plantas em espaçamento de 1,0 m x 1,0 m. Lançando mão do efeito bordadura, foram descartadas as plantas de cada extremidade, sendo avaliadas somente as plantas centrais.

A cultura foi conduzida de acordo com os produtores familiares da Amazônia Tocantina, em que não ocorreu aplicação de defensivos agrícolas e adubação, como também ausência de irrigação suplementar. Os tratamentos culturais foram realizados após três meses (90 DAP)

da instalação do plantio, sendo capinas manuais (Alves *et al.*, 2008).

Transcorridos os seis meses ao plantio (180 DAP), ocorreu a colheita da cultura, também de forma manual, onde as raízes foram colhidas por meio do arranquio. Nesse momento, foram avaliados os componentes de produção e também as amostras para a quantificação do ácido cianídrico, descritos a seguir:

Parâmetros de produção avaliados:

Para determinar os componentes de produção, foram avaliados: comprimento de raízes, diâmetro de raízes, número de raízes por planta, pesos de raízes por planta e produção total de raízes.



O número médio de raízes por planta foi determinado pela divisão do número total de raízes extraídas por parcela pelo número de plantas colhidas em cada uma delas. Para o comprimento e o diâmetro foram selecionadas, de cada planta colhida na sua respectiva parcela, três raízes com características morfológicas semelhantes. Em seguida, com a utilização de uma régua graduada, determinou-se o comprimento através da medição de uma extremidade a outra da raiz. Já o diâmetro foi apurado na região mediana da raiz (terço médio) com a assistência de um paquímetro analógico (Gonzales et al., 2014).

O peso médio de raízes por planta foi determinado por meio de uma balança eletrônica, com a qual se realizou a pesagem do total de raízes em cada planta por parcela. Posteriormente, calculou-se a média dos pesos aferidos e dividiu-se o valor pelo número de plantas colhidas em cada uma das parcelas (Aguiar et al., 2011). Os resultados obtidos dos componentes de produção foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 0,05 de significância.

Determinação do teor de ácido cianídrico (HCN):

Depois de avaliados os componentes de produção, amostras compostas de cada tratamento foram enviadas para o laboratório Centro de Qualidade Analítica LTDA, de acordo com a metodologia descrita por Aguiar (2003), para a quantificação dos compostos cianogênicos nas raízes, com o propósito de avaliar o efeito das doses de calcário sobre o teor de HCN e classificar a cultivar utilizada. Para tanto, utilizou-se o parâmetro classificatório relatado por Borges et al. (2002), descrito na Tabela 3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Componentes de produção

O comprimento e diâmetro das raízes não foram influenciados pela quantidade de calcário aplicada no período experimental, possuindo as raízes comprimento médio de 28 cm e 4,4 centímetros de diâmetro (Tabela 4). Silva et al. (2013) ao utilizar a calagem em áreas

Tabela 3 - Classificação de raízes de mandioca quanto ao teor de compostos cianogênicos

Classificação	HCN(mgkg ⁻¹ de polpa fresca)
Mansa ou de mesa	< 100
Brava ou tóxica	> 100

cultivadas com mandioca, também não constatou influência do calcário nas raízes de mandioca.

Entretanto Carvalho et al. (2007) descreve haver efeito positivo no comprimento e diâmetro de raízes de mandioca nas concentrações de 1500 e 3000 (kg ha⁻¹) de calcário dolomítico. Do mesmo modo, Oliveira et al. (2012), ao testar níveis diferentes do macronutriente nitrogênio (N), percebeu comportamento linear entre as dosagens utilizadas e parâmetros analisados como produção e comprimento de raízes. Silva et al. (2017), ao submeter a cultura da mandioca a diferentes dosagens de macronutrientes, incluindo o potássio, também presenciou o acréscimo em diâmetro das raízes.

A quantidade de raízes por planta de mandioca também não foi influenciada pelos tratamentos variando de 3 a 5 raízes por planta (Tabela 4). Tais resultados contrariam aqueles obtidos por Alves et al. (2012) em pesquisa similar, onde a elevação na dose de calcário implicou em aumento proporcional do número médio de raízes por planta.

A calagem afetou a massa fresca das raízes (Tabela 5), diferente do que correu com os outros parâmetros. Ao se comparar com as plantas que não tiveram acesso ao calcário (testemunha), o tratamento com a menor dose (500 kg ha⁻¹) proporcionou raízes mais pesadas, com até 36,6% de incremento, entretanto as raízes submetidas a 1500 kg ha⁻¹ (maior dosagem) o peso das raízes reduziu 8,3%.

Silva et al. (2004), avaliando a influência do calcário dolomítico (0 e 2000 kg ha⁻¹) e mais o elemento fósforo, em diversas cultivares de mandioca, também verificaram aumento no peso das raízes, ao adicionar estes macronutrientes ao solo. A calagem também proporcionou maior crescimento inicial e desenvolvimento da parte aérea das plantas, em resposta ao aumento das doses de calcário conforme observado em pesquisa semelhante, realizada em Assis, no interior de São Paulo (Brancalhão et al., 2015).

Analisando a produção total das plantas de mandioca (Tabela 5), ao utilizar a menor dose de calcário (500 kg ha⁻¹), a produção das raízes foi máxima, ultrapassando quatro quilos. O tratamento com a maior dosagem utilizada (1500 kg ha⁻¹) não promoveu diferença, em relação à testemunha (ausência de calcário), que foi em torno de 2,4 kg.

Tabela 4 - Comprimento, diâmetro das raízes e número de raízes por planta de mandioca em função de diferentes doses de calcário, Cametá-PA

Dose de calcário (kg ha ⁻¹)	Comprimento (cm)	Diâmetro	Raízes/Planta (N°)
0	27,97	4,25	4
500	27,15	4,6	5,02
750	28,87	5,17	4,25
1000	26,65	4,37	3,92
1500	29,45	3,85	4,75
F	0,22 ns	2,01 ns	1,45 ns
Coeficiente de variação	17,73	15,47	18,17

Médias seguidas de letras iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Massa seca das raízes e Produção total do cultivo de mandioca em função de diferentes dosagens de calcário, Cametá- PA

Dose de calcário (kg ha ⁻¹)	Raiz/planta	Produção total (kg)
0	0,60 ab	2,40 b
500	0,80- a	4,29 a
750	0,67 ab	2,78 b
1000	0,75 ab	2,83 ab
1500	0,55 b	2,58 b
F	3,35 *	5,31 *
Desvio padrão	0,13	0,65
Coeficiente de variação	19,03	22,02

Médias seguidas de letras iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Este dado evidencia que, na região onde foi instalado o experimento, não é necessária a aplicação de altas doses de calcário para elevar a produtividade, evitando assim custos desnecessários para os produtores, no entanto, a operação de calagem deve ser feita, caso se constate que o solo necessite como ocorreu neste trabalho que está exemplificado na Tabela 1.

Nesse mesmo contexto Alves Filho et al. (2015), descrevem que a combinação de doses baixas de calcário e zinco apresentaram aumento relevante na produção da mandioca. Entretanto, Brancalhão et al. (2015), em Latossolo Vermelho Distrofíco, verificaram aumento no crescimento e no desenvolvimento da parte aérea e raízes das plantas somente com doses muito altas, superior a 4000 kg ha⁻¹ de calcário.

Ácido cianídrico (HCN)

Ao quantificar o conteúdo de ácido cianídrico nas raízes de mandioca (Tabela 6), constatou-se que o aumento

das dosagens de calcário aplicadas durante a calagem, não reduziu a quantidade de ácido cianídrico nas raízes, sendo obtido dos tratamentos o valor médio de 0,3 mg de HCN por kg. De acordo com a Tabela 2, a cultivar utilizada nesse experimento (Vermelhinha), se enquadra na classe de raízes mansa ou de mesa. Em discordância com Azevedo (1992), que qualifica a cultivar como brava ou tóxica.

Todavia, os dados obtidos através da análise laboratorial foram discrepantes. Isto pode estar relacionado ao procedimento metodológico no momento da coleta e preparação das amostras ou no deslocamento e acondicionamento. Uma vez que, em consonância a Borges et al. (2002), a carência de metodologias mais específicas e pouco onerosas para a quantificação do ácido cianídrico em plantas de mandioca ainda é uma das principais limitações para obtenção de informações precisas acerca desta importante característica vegetal.



Tabela 6 - Quantificação de ácido cianídrico em raízes de mandioca sob efeito da calagem, Cametá, PA

Dose de calcário	HCN
(kg ha ⁻¹)	(mgkg ⁻¹)
0	*LQ
500	0,63
750	*LQ
1000	0,57
1500	0,12

*LQ: menor que o limite de quantificação de 0,05 mg/kg.
Fonte: Centro de Qualidade Analítica LTDA, 2016.

CONCLUSÃO

O maior peso de raízes por planta e a produção total máxima das plantas de mandioca foram obtidas utilizando a menor dosagem de calcário (500 kg ha⁻¹) durante a calagem, sendo a cultivar utilizada classificada como mansa ou de mesa.

LITERATURA CITADA

- AGUIAR, E.B. **Produção e qualidade de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP, 2003. 90p.
- AGUIAR, E.B. et al. Efeito da densidade populacional e época de colheita na produção de raízes de mandioca de mesa. **Bragantia**, v.70, n.3, p.561-569, 2011.
- ALVES FILHO, P.P.C. et al. Resposta da cultivar de mandioca roxinha à adubação NPK. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.11, n.1, p.1-7, 2015.
- ALVES, R.N.B. et al. O Trio da Produtividade na Cultura da Mandioca: Estudo de caso de adoção de tecnologias na região no Baixo Tocantins, estado do Pará. In: CONGRESSO DA ABIPTI, 2008. **Anais...**Campina Grande PB, ABIPTI, junho, 2008. 1.CD-ROM.
- ALVES, R.N.B.; MODESTO JÚNIOR, M.S. Custo e rentabilidade do processamento de farinha de tapioca no distrito de americano, município de Santa Isabel do Pará, Pará. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, PA, v.8, n.15, p.7-18, 2012.
- ALVES, R.N.B. et al. Doses de NPK na adubação de Mandioca (*Manihotesculenta*, L) variedade Paulozinho em Moju-Pará. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.8, p.65-70, 2012.
- AZEVEDO, J.N. **Cultivares de mandioca bravas e mansas recomendadas para o Piauí. Comunicado Técnico**. Teresina, PI:EMBRAPA/unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Teresina – UEPAE de Teresina, 1992. 4p.
- BORGES, M.F.; FUKUDA, W.M.; ROSSETTI, A.G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.11, p.1559-1565, 2002.
- BRANCALIAO et al. S.R. Crescimento e desenvolvimento de plantas de mandioca em função da calagem e adubação com zinco. **Nucleus**, v.12, n.2, 2015.
- CARVALHO, F.M. et al. Manejo do solo em cultivo com mandioca em treze municípios da região sudeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.378-384, 2007.
- EL-SHARKAWY, M.A. Stress-tolerant cassava: the role of integrative ecophysiology-breeding research in crop improvement. **Open Journal of Soil Science**, v.2, n.2, p.162-186, 2012.
- GONZALES, P.F. et al. Componentes de produção e morfologia de raízes de mandioca sob diferentes preparos do solo. **Bragantia**, v.73, n.4, p.357-364, 2014.
- GUSMAO et al. Análise cartográfica da concentração do cultivo de mandioca no estado do Pará, Amazônia brasileira. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v.20, n.3, p.51-62, 2016.
- HAQUE, M.R.; BRADBURY, J.H. Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods. **Food Chemistry**, v.77, p.101-114, 2002.



MATTOS, P.L.P.; CARDOSO, E.M.R. **Cultivo da mandioca para o Estado do Pará.**

Disponível em: m:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para_mercado.htm>. Acesso em 15/03/2017.

NASSAR, N.M. et al. Improving carotenoid sandamino-acids in cassava. **Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture**, v.1, n.1, p.32-38, 2009.

OLIVEIRA, N.T. et al. Ácido cianídrico em tecidos de mandioca em função da idade da planta e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.10, p.1436-1442, 2012.

RÓS, A.B.; HIRATA, A.C.S.; DE ARAÚJO, H.U.; NARITA, N. Crescimento, fenologia e produtividade de cultivares de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.4, p.552-558, 2011.

SERRAT, B.M. et al. **Conhecendo o solo.**

Universidade Federal do Paraná. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Projeto de Extensão Universitária Solo Planta. Curitiba: UFPR, 2002. 17p.

SILVA, A.S. et al. Atributos químicos do solo e produtividade de mandioca em função da calagem, adubação orgânica e potássica. **2º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul**, v.1, n.1, p.86-92, 2013.

SILVA, D.C.O. et al. Curvas de crescimento de plantas de mandioca submetidas a doses de potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 2, p. 158-165. 2017.

SILVA, G.G.C. et al. Toxicidade cianogênica em partes da planta de cultivares de mandioca cultivados em Mossoró-RN. **Revista Ceres**, v.51, p.56-66, 2004.

Recebido para publicação em 9/1/2018 e aprovado em 2/3/2018.



CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE TRÊS ESPÉCIES DE MARACUJAZEIRO NO SUDOESTE GOIANO

Lásara Kamila Ferreira de Souza¹, Laísse Danielle Pereira², Karminne Dias do Valle³, Elionai Feitosa Paiva³, Cecília de Castro Bolina⁴, Hildeu Ferreira da Assunção⁴, Edésio Fialho dos Reis⁴, Alejandro Hurtado Salazar⁵, Danielle Fabíola Pereira da Silva⁴

RESUMO - A implantação da cultura do maracujazeiro no sudoeste goiano representa uma importante opção de diversificação de cultivo, tendo em vista que o clima da região é altamente favorável. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento da cultivar FB200, *Passiflora alata* e *Passiflora edulis* no Sudoeste Goiano. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí. Foram plantadas 24 plantas de cada espécie no espaçamento 3x 4m, em sistema de condução de espaldeira com dois fios de arame com irrigação por gotejamento. As amostragens foram realizadas durante o período de crescimento, desenvolvimento e início do florescimento das três espécies em estudo. Foram avaliadas semanalmente até os 70 dias após o transplantio (DAT) as seguintes variáveis: diâmetro do caule (mm), altura da planta (cm), número de gavinhas e botões florais. Os dados obtidos em função dos DAT foram submetidos à análise de variância e de regressão, com F ($p < 0,5$). As plantas de maracujazeiro da cultivar FB 200 apresentam maior diâmetro de caule e número de botões florais, o que pode indicar que seja a espécie mais produtiva.

Palavras-chave: *Passiflora alata*, *Passiflora edulis flavicarpa*, taxa de crescimento.

GROWTH AND DEVELOPMENT OF THREE SPECIES OF PASSION FRUIT IN SUDOESTE OF GOIÁS

ABSTRACT - The implantation the passionfruit in the southwestern Goias represents an important option for diversification of cropping, bearing in mind that the weather of the region is highly favorable. In this way, the objective of this work was to evaluate the growth and development of the cultivar FB200, *Passiflora alata* and *Passiflora edulis* in Southwestern Goias. The experiment was conducted at Federal University of Goias - Regional Jatai. They were planted 24 plants of each species in the spacing 3 x 4m, in the conduction system of trellis with two strands of wire with drip irrigation. The samplings were carried out during the period of growth, development and the beginning of the flowering of the three species under study. They were evaluated weekly until 70 days after transplanting (DAT) the following variables: stem diameter (mm), plant height (cm), number of tendrils and buds. The data obtained in function of the DAT were submitted to analysis of variance and regression, with F ($p < 0.5$). The passion fruit plants of the cultivar FB200 feature increased stem diameter and number of flower buds, which may indicate that the species more productive.

Keywords: growth rate, *Passiflora alata*, *Passiflora edulis flavicarpa*.

¹ Engenheira Florestal - Mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Bolsista da CAPES) - engekah.lk@gmail.com

² Engenheira Agrônoma - Mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Bolsista da CAPES) - laissedaniellep@gmail.com

³ Discente do curso de Agronomia/ Bolsista de Iniciação Científica do CNPq - Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, elionai.fpaiva1@gmail.com, karminnevalle@gmail.com

⁴ Engenheiros Agrônomos - Professores - Universidade Federal de Goiás- UFG/Jataí, Goiás -Brasil. ceciliabolina@bol.com.br, hildeu@ufg.br, edesiofr7@gmail.com, daniellefpsilva@gmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo - Professor - Universidad de Caldas, Manizales, Colombia, alhuza@gmail.com



INTRODUÇÃO

A cultura do maracujazeiro apresenta expressão econômica, sendo uma opção de diversificação de cultivo (Costa et al., 2017), em especial para agricultores familiares, é também uma alternativa agrícola que pode propiciar retorno econômico de forma rápida (Meletti et al., 2011). O potencial de produção do maracujá no Brasil e a demanda de mercado, tanto nacional quanto internacional, indicam a importância do cultivo desta frutífera para a economia brasileira (Morgado et al., 2011). O fruto, por possuir muitas características físico-químicas e efeitos farmacoterápicos, tem tido grande aceitabilidade de mercado, tornando o cultivo cada vez mais promissor (Freitas et al., 2011).

O Brasil se destaca mundialmente como eminente produtor de espécie frutíferas. O Maracujá, por sua vez, vem garantindo grande representatividade e contando com uma produção estimada em 694.539 toneladas e uma produtividade média de 13.66 t ha⁻¹ no ano de 2015, com área total colhida de 50.837 ha, sendo que o rendimento médio da produção em Goiás foi de 17.586 kg ha⁻¹ (Agrianual, 2016).

No estado de Goiás, a área destinada à colheita de maracujá em 2015 foi de 488 ha. Embora seja excelência em produtividade, este tem o seu foco voltado para produção de grãos e especificamente no sudoeste goiano não existe dados de cultivo do Maracujá (IBGE, 2017). Neste sentido, a introdução dessa cultura na região se mostra como uma alternativa altamente viável, tendo em vista que as respostas de crescimento e desenvolvimento das espécies comerciais são satisfatórias.

A avaliação de parâmetros é uma ferramenta útil que permite conhecer o estágio de desenvolvimento da planta e assim inferir sobre sua taxa de crescimento. Por meio da análise quantitativa do crescimento, obtém-se o entendimento das relações que envolvam o desenvolvimento nos diferentes processos fisiológico da planta (Peixoto et al., 2011).

A análise quantitativa do crescimento e desenvolvimento é o primeiro passo na avaliação da produção vegetal e requer informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento de três espécies de maracujazeiro (Cultivar FB 200, *Passiflora alata* e *P. edulis. flavicarpa*) no sudoeste de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí. O Pomar Experimental é caracterizado por latitude 17° 53' sul e longitude 51° 43' oeste, a 670 m de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, megatérmico, com a estação seca definida de maio a setembro, e a chuvosa, de outubro a abril. O município é localizado na encosta do planalto central.

O plantio foi realizado em casa de vegetação, de forma manual a sementeira, colocando-se 3 sementes de *Passiflora edulis flavicarpa* (FB 200), *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracujazeiro-azedo) e *Passiflora alata* (Maracujazeiro-Doce) em cada saco de polietileno de 1L a profundidade de 1cm. Realizou-se o desbaste quando a maioria das plântulas apresentavam 3cm de altura, deixando apenas a mais vigorosa. Quando atingiram de 15 a 20 cm, foram transplantadas para sacos de polietileno de 3L, para melhor desenvolvimento do sistema radicular. As mudas já avançadas, após atingirem tamanho entre 0,80 a 1,50 m, foram transplantadas em setembro de 2016 para o campo de acordo recomendações de Damatto-Junior et al. (2014).

O experimento foi conduzido em blocos causalizados com três tratamentos (espécies) e seis repetições, sendo cada unidade experimental composta por seis plantas. Foram plantadas vinte e quatro plantas de cada espécie no espaçamento 3 x 4 m, em sistema de condução de espaldeira com dois fios de arame com irrigação por gotejamento.

As amostragens foram realizadas durante o período de crescimento, desenvolvimento e início do florescimento das três espécies em estudo, o que ocorreu entre 06 de outubro e 15 de dezembro de 2016.

Foram avaliadas semanalmente até os 70 dias após o transplantio (DAT) as seguintes variáveis: o diâmetro do caule, altura da planta, número gavinha e número de botões florais. O diâmetro do caule foi obtido com paquímetro digital de 0,001 mm de precisão e este foi mensurado na região localizada a 3 cm acima do colo da planta e os resultados são expressos em milímetros (mm). A altura da planta foi estimada a partir dos 30 DAT, usando fita métrica de 1 mm de precisão ponderada do colo até o ápice da planta. O número de gavinhas e botões florais foram avaliados por contagem direta.



Os dados obtidos em função dos dias após o transplântio (DAT) foram submetidos à análise de variância e de regressão, com $F(p < 0,05)$. Para explicar fisiologicamente o comportamento das plantas utilizaram-se modelos de regressões, sendo a escolha dos modelos baseada no coeficiente de determinação e no potencial, para explicar o fenômeno biológico. Os dados foram analisados no software estatístico SAS (Statistical Analysis System, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No 51° DAT o diâmetro do caule foi de 13,81mm; 13,15 mm e 7,15 mm para FB200, Maracujá-azedo e Maracujá-doce, respectivamente (Figura 1).

Em estudo com enxertia em *Passiflora* sp., Cavicholi et al. (2011) constataram que um indicativo de vigor da planta é o diâmetro. Devido a isso, obtém-se maiores rendimentos em produção quando há maior vigor vegetativo inicial, o que contribui para o entendimento de que quanto maior o diâmetro do caule, maiores serão as possibilidades das plantas apresentarem alta produtividade (Santos et al., 2016).

Aos 60° DAT o diâmetro do caule foi de 15,31mm; 14,38mm e 7,11 mm, para FB200, Maracujá-azedo e Maracujá-doce. Aos 72 dias, obtiveram-se os valores de 17,00; 16,14 e 7,04 mm para FB 200, Maracujá-azedo e Maracujá-doce, respectivamente. O maracujazeiro-

doce apresentou menor vigor e menor evolução dentre as espécies avaliadas. Enquanto que a cultivar comercial FB 200 alcançou os maiores valores de diâmetro do caule durante todo o período de crescimento da planta.

No 51° DAT observou-se altura do caule principal de 2,45 m; 2,39 m e 2,59 m para FB200, Maracujá-azedo e Maracujá-doce, respectivamente (Figura 2). Já aos 60° (DAT) verificou-se a altura de caule principal de 3,00; 2,93 e 2,85 m para Maracujá-doce, FB 200 e Maracujá-azedo, respectivamente.

Aos 72° DAT os resultados foram de 3,68; 3,53 e 3,47m para FB 200, Maracujá-azedo e Maracujá-doce. Esses resultados demonstram que durante todo o período de avaliação de crescimento das plantas, a cultivar FB 200 se destacou para a característica altura da planta.

Analisando o desenvolvimento, florescimento e a morfoanatomia do maracujazeiro-amarelo enxertado em espécies silvestres do gênero *passiflora*, Salazar et al. (2016) constataram que aos 58° (DAT), as plantas provenientes de sementes apresentaram superioridade na altura em relação as enxertadas. Entretanto, o maracujazeiro *P. edulis/P. edulis*, em torno dos 120 (DAT) superou a altura de *P. edulis* provenientes de sementes, o que indica que apenas no período imediato após a enxertia (30 DAT).

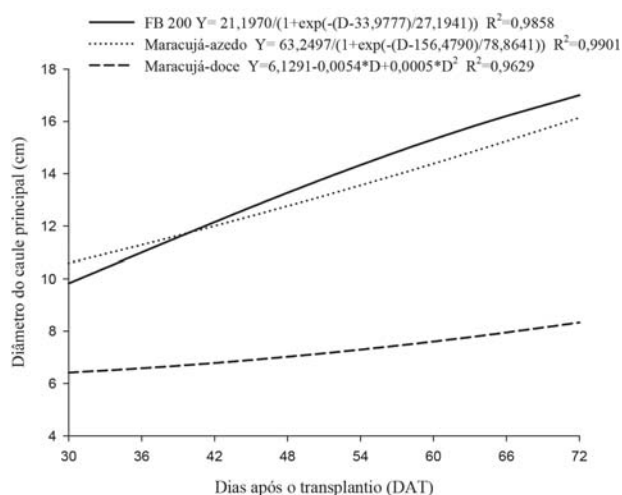


Figura 1 - Dados ajustados para diâmetro do caule principal de três espécies de maracujazeiro cultivados no Sudoeste Goiano, Jataí, 2017.

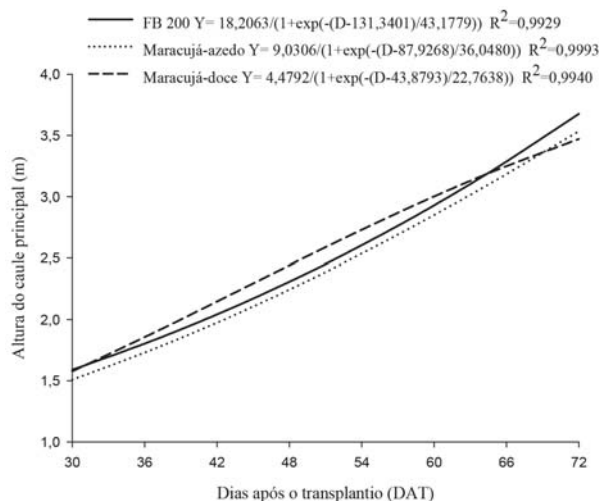


Figura 2 - Dados ajustados para altura do caule principal de três espécies de maracujazeiro, cultivados no Sudoeste Goiano, Jataí, 2017.

Aos 51° DAT observou-se número de gavinhas 16,36; 16,20 e 22,33 gavinhas para FB200, Maracujá-azedo e Maracujá-doce, respectivamente (Figura 3). César et al. (2015) ressaltam que quando é emitida a primeira gavinha e a primeira folha trilobada, ocorre o marco da transição entre a fase juvenil e a adulta, em seu estudo com *Passiflora edulis sims f. flavicarpa degene*. Assim, para as três espécies em estudo, o marco entre a transição entre a fase juvenil e a adulta no presente trabalho foi marcado aos 30 DAT, o que demonstra a precocidade destas espécies quando conduzidas no Sudoeste Goiano.

As gavinhas possuem importante função na planta, pois são responsáveis pela fixação e sustentação. Entretanto, em excesso estas podem ser prejudiciais ao bom desenvolvimento da planta, ocorrendo entrelaçamento dos ramos produtivos e também de hastes. Todavia, estas podem ser indicativo do momento de plantio em campo. É importante salientar que na fase reprodutiva é seguindo o padrão que a cada um nó, a planta apresenta uma gavinha e um botão floral.

Aos 91° DAT observou-se número de botões florais de 37,57; 18,77 e 0,63 botões florais para FB200, Maracujá-azedo e Maracujá-doce, respectivamente (Figura 4).

Aos 98° DAT as espécies FB 200, Maracujá-azedo e Maracujá-doce apresentaram respectivamente 71,91;

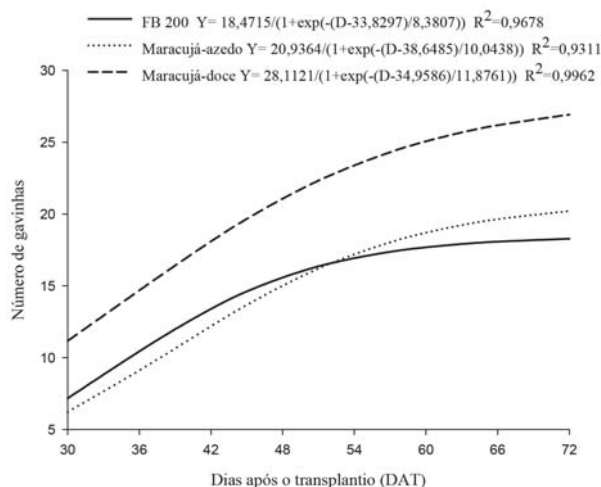


Figura 3 - Dados ajustados para número de gavinhas de três espécies de maracujazeiro, cultivados no Sudoeste Goiano, Jataí, 2017.

39,67 e 5,35. Aos 105° DAT para quantidade de botões florais verificou-se o total FB 200, Maracujá-azedo e Maracujá-doce, respectivamente os valores de 155,24; 78,23 e 10,39.

Para a cultura do maracujá é desejável que se tenha fotoperíodo superior a 11 horas. Durante a condução do experimento, tal condição foi observada, e com isso houve a diferenciação dos botões florais. Em trabalho realizado por Salazar et al. (2016) observaram o comportamento da planta ao acúmulo de unidades térmicas até o florescimento. Com temperaturas médias diárias oscilando além da faixa de variação considerada ideal para a planta, que se situa entre 24 e 28°C, correspondendo a uma época de fotoperíodo decrescente, entre os meses de abril a agosto. Com isso, foi constatado que a menor exigência em unidades térmicas confirmou a precocidade das plantas.

César et al. (2015) avaliando o efeito da aplicação foliar de Ga_3 no crescimento e desenvolvimento de *Passiflora edulis sims f. flavicarpa degener*, observaram 21 botões florais na presença de Ga_3 e na ausência 13 botões florais, constando que o uso das giberelinas induz o processo de florescimento do maracujazeiro.

O desenvolvimento da parte aérea das plantas ou com maior crescimento desse segmento são desejáveis, porém isto, não deve refletir em custos elevados na produção, devendo apenas contribuir para

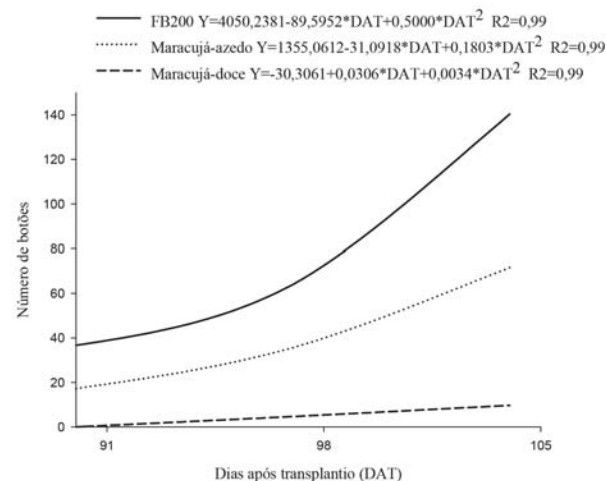


Figura 4 - Dados ajustados para número de botões de três espécies de maracujazeiro, cultivados no Sudoeste Goiano, Jataí, 2017.

maior produtividade sem promover o aumento do período de juvenildade (Morgado et al., 2015).

Compreender o crescimento e o desenvolvimento do maracujazeiro possibilita a implantação de estratégias de manejo para o alto rendimento. Para todas as características avaliadas observou-se maior destaque para a cultivar FB 200 para a região do sudoeste goiano.

CONCLUSÕES

A transição entre a fase juvenil e a adulta marcada aos 30 DAT para as três espécies em estudo, o que demonstra a precocidade destas espécies quando conduzidas no Sudoeste Goiano.

As plantas do maracujazeiro FB200 apresentam maior diâmetro do caule e maior número de botões florais.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e FAPEG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás), pelo apoio financeiro.

LITERATURA CITADA

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Fnp Consultoria & Agroinformativo, 2016. 456p.

CAVICHOLI, J.C.; CORRÊA, L.D.S.; GARCIA, M.J.D.M. et al. Desenvolvimento, produtividade e sobrevivência de maracujazeiro-amarelo enxertado e cultivado em área com histórico de morte prematura de plantas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p.567-574, 2011.

CEZAR, A.M.A.; SORGATO, J.C.; ROSA, D.B.C.J. et al. GA3 LEAF Application on Growth and Development of *Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Degener*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.4, p.902-912, 2015.

COSTA, R.C.; ISHIDA, A.K.N.; MIRANDA, V.S. et al. Extratos vegetais, formulações a base de extrato vegetal e produtos químicos no controle da mancha bacteriana do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.7, p.26-33, 2017.

DAMATTO-JUNIOR, E.R.; FUZITANI, E.J.; NOMURA, E.S. Produção de maracujá com uso de mudas avançadas no Vale do Ribeira. **Pesquisa & Tecnologia**, v.11, n.1, 2014.

FREITAS, J.P.X.; OLIVEIRA, E.J.; CRUZ NETO, A.J. et al. Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.9, p.1013-1020, 2011.

IBGE. 2017. **Banco de dados agregados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção Maracujá 2015. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 de agosto de 2017.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.83-91, 2011.

MORGADO, M.A.D.O.; BRUCKNER, C.H.; ROSADO, L.D.S. et al. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo enxertadas em espécies silvestres de *Passiflora*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, p.471-479, 2015.

MORGADO, M.A.D.; BRUCKNER, C.H.; FIALHO, G.S. et al. Non-destructive estimation of chlorophyll content in yellow passion fruit leaves. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.1, p.71-75, 2011.

PEIXOTO, C.P.; CRUZ, T.V.; PINTO, M.F.S. Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e Prática. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.13, 2011.

SALAZAR, A.H.; SILVA, D.F.P.; PICOLI, E.T. et al. Desenvolvimento, florescimento e análise morfoanatômica do maracujazeiro-amarelo enxertado em espécies silvestres do gênero *passiflora*. **Agrária**, Recife, v.11, n.4, p.323-329, 2016.



SANTOS, C.H.B., CRUZ NETO, A.J.D., SOARES, T.L. et al. Rootstocks and tying materials for hypocotyledonar grafting of yellow passion fruit. **Ciência Rural**, v.46, n.1, p.30-35, 2016.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS Institute**. Cary, N.C, EEUU. Version 9.0. 2002.

VENDRUSCOLO, E.P.; MARTINS, A.P.B.; SELEGUINI, A. Doses e parcelamento de niacina no desenvolvimento inicial de meloeiro Cantaloupe. **Revista agro@ambiente** on-line, v.11, n.3, p.209-214, 2017.

Recebido para publicação em 14/10/2017 e aprovado em 28/03/2018.



DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE COUVE-FLOR NAS CONDIÇÕES DA BAIXADA FLUMINENSE - RJ

Felipe Alves de Oliveira¹, Carlos Antônio dos Santos², Evandro Silva Pereira Costa³, Rafael Guthier Tavares Goulart¹, Nairim Fidêncio de Andrade¹, Caio Soares Diniz¹, Margarida Goréte Ferreira do Carmo⁴

RESUMO - Objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho produtivo de cinco híbridos de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), em condições de campo em Seropédica, Baixada Fluminense do Rio de Janeiro. Realizou-se ensaio no período de junho a setembro de 2017. Avaliaram-se os híbridos Sharon (Sakata), Bonus (Tecnoseed), Barcelona (Seminis), caracterizados como de meia estação; e Desert (Tecnoseed) e Verona (Seminis), recomendados para cultivo de verão. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com cinco tratamentos, quatro repetições e quatro plantas úteis por parcela. As colheitas foram realizadas aos 64, 69 e 73 dias após o transplante. Avaliaram-se a produtividade comercial estimada (PE); precocidade média (PM); número (NF), massa fresca (MFF) e seca (MSF) de folhas; diâmetro horizontal (DI), massa fresca (MFI), seca (MSI) de inflorescências. Todas as plantas avaliadas apresentaram inflorescências, porém com variações de características em função do cultivar. Não houve diferença entre as cultivares quanto à precocidade. A cultivar Sharon apresentou maiores valores de MFI, MSI, DI e maior produtividade (17,90 Mg ha⁻¹), seguida por Bonus (13,68 Mg ha⁻¹). As demais cultivares apresentaram produtividade de 7,88 a 9,56 Mg ha⁻¹, não diferindo entre si. Conclui-se que a produção de couve-flor de meia-estação e verão nas condições de inverno da Baixada Fluminense é possível e satisfatória e que as cultivares Sharon e Bonus se destacam por maior produtividade e crescimento de folhas e inflorescências.

Palavras chave: avaliação, *Brassica oleracea* var. *botrytis*, cultivares, produtividade.

PERFORMANCE OF CAULIFLOWER HYBRIDS UNDER CONDITIONS OF THE BAIXADA FLUMINENSE - RJ

ABSTRACT - The objective of the present work was to evaluate the performance of five hybrids of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), in field conditions in Seropédica, Baixada Fluminense of Rio de Janeiro. The experiment was carried out from June to September 2017. The hybrids Sharon (Sakata), Bonus (Tecnoseed) and Barcelona (Seminis), characterized as half-season; and Desert (Tecnoseed) and Verona (Seminis), recommended for summer cultivation, were evaluated. The experimental design was randomized blocks with five treatments, four replicates and four useful plants per plot. The plants were harvested at 64, 69 and 73 days after transplanting. The estimated commercial productivity (EP); precocity (P); number (NL), fresh mass (FML) and dry matter (DML) of leaves; diameter (DI), fresh mass (FMI), dry matter (DMI) of inflorescences, were evaluated. All the evaluated plants had inflorescences, however with variations of characteristics as a function of the cultivar. There was no difference between cultivars regarding precocity. The Sharon cultivar showed higher values of FMI, DMI, DI and higher productivity (17.90 Mg ha⁻¹), followed by Bonus (13.68 Mg ha⁻¹). The other cultivars showed productivity of 7.88 to 9.56 Mg ha⁻¹, not differing between them. It was concluded that the production of mid-season cauliflower and summer in the winter conditions of the Baixada Fluminense was possible and satisfactory. Sharon and Bonus cultivars stood out due to the higher productivity and growth of leaves and inflorescences.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *botrytis*, cultivars, evaluation, productivity.

¹ Discentes do curso de graduação em agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

² Discente do curso de pós-graduação em Fitotecnia da UFRRJ.

³ Engenheiro-agrônomo do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ.

⁴ Professora do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ. Autora para correspondência: gorete@ufrj.br



INTRODUÇÃO

A couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) pertence à família Brassicaceae (crucíferas), que abrange grande número de culturas e constituem a maior família botânica entre as hortaliças. Nesta se destacam, ainda, a: couve-brócolos, couve-de-folha, couve-tronchuda, repolho, couve-de-bruxelas, couve-chinesa, mostarda-de-folha, couve-rábano, rúcula, agrião, nabo e rabanete. As brássicas ocupam um importante lugar na olericultura do centro-sul do país (Filgueira, 2008).

Devido a sua grande importância econômica e social, o cultivo de couve-flor tem se expandido no Brasil e vem sendo realizado, principalmente, em São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná (May et al., 2007; Filgueira, 2008; Santos et al., 2017). É uma cultura comum entre os agricultores familiares, por se tratar de uma opção bastante lucrativa. Além de sua importância econômica, caracteriza-se também por possibilitar uma grande demanda de mão de obra, principalmente durante a fase de colheita (May et al., 2007), o que evidencia sua importância social.

A couve-flor é uma espécie de clima temperado, o que torna o cultivo limitado em algumas condições edafoclimáticas. Contudo, o melhoramento genético vegetal tem propiciado a criação de cultivares adaptadas a temperaturas mais elevadas o que aumenta a abrangência nas áreas e épocas de cultivo. A faixa ótima de temperatura para couve-flor é de 14 a 20 °C, e o cultivo em temperaturas acima de 25 °C pode provocar a não-formação da inflorescência ou a perda de compactidade (May et al., 2007).

No plantio de couve-flor é importante recomendar cultivares que sejam adaptadas a cada época e local de plantio e diferentes condições de cultivo. As cultivares devem apresentar elevada qualidade e alta produção com baixo custo de produção, e para isso, deve-se considerar o ciclo produtivo de cada uma. O cultivo em temperaturas acima das condições ideais pode ocasionar o não florescimento da planta, ou ainda cabeças semivegetativas, de coloração esverdeada e intercalada por folíolos, inadequadas para comercialização (May et al., 2007; Filgueira, 2008; Monteiro et al., 2010).

Nesse contexto, estudos devem ser feitos para avaliação da resposta de cultivares de couve-flor a diferentes regiões e épocas de cultivo, pois, o seu comportamento pode variar bastante, ou até mesmo

não produzir inflorescências. Tais estudos são de suma importância para facilitar as decisões e escolhas dos agricultores, a fim de se evitar fracassos ou colheita de produtos que não estejam adequados às demandas do mercado.

Dentre as regiões com potencial para o cultivo da cultura, devido à proximidade a grande mercado consumidor, destaca a Baixada Fluminense, no Rio de Janeiro. A região é caracterizada por temperaturas médias anuais de 24°C, com clima tropical semiúmido. Nessas condições, não são raros registros de temperaturas máximas absolutas superiores a 42°C no verão. A região da Baixada Fluminense, se encontra em uma cota altimétrica inferior a 100 metros e o inverno na região é caracterizado por um clima mais ameno, seco e com temperatura média em torno dos 20°C (Silva, 2017). Não existem, ainda, relatos do cultivo de couve-flor nessa região, o que impulsiona a realização de estudos que validem essa prática.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho produtivo de cinco híbridos de couve-flor em Seropédica, na Baixada Fluminense.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se o experimento de campo no período de 29 de junho a 13 de setembro de 2017 em Seropédica, na Baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro. A área utilizada pertence ao Setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), situada a 22°45'50"S e 43°41'50"W. O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948), enquadra-se no tipo Aw - Clima tropical, caracterizado por estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro, sendo julho o mês mais seco. Os dados meteorológicos do período de realização do experimento foram coletados junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (Figura 1) (INMET, 2017).

O experimento foi instalado em área com histórico de cultivo de hortaliças como berinjela, tomate, jiló, repolho, alface, couve-manteiga, pimentão, cebola e outras. Não há histórico de produção de couve-flor neste local. Utilizou-se delineamento de blocos casualizados com quatro repetições e cinco tratamentos (híbridos), sendo eles: Sharon (Sakata), Bonus (Tecnoseed) e Barcelona (Seminis), classificadas como de meia estação, e Desert (Tecnoseed) e Verona (Seminis),



classificadas como cultivares de verão. As parcelas experimentais continham 16 plantas dispostas em espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, totalizando uma área de 12,5 m² por parcela. As quatro plantas centrais foram avaliadas e consideradas como parcela útil, num total de 80 plantas úteis.

Antes da instalação do experimento, foram retiradas amostras de solo da área experimental, nas profundidades de 0-20 cm e 20 a 40 cm (Tabela 1) para avaliação dos atributos químicos iniciais e textura do solo.

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor de 128 células contendo substrato Multiplant Hortaliças, semeadas em 20/05/2017. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação e foram irrigadas por microaspersão.

O transplantio para o campo foi realizado 40 dias após a semeadura, quando as mudas já se encontravam com quatro a cinco folhas definitivas. As mudas foram transplantadas para covas feitas de forma manual com auxílio de enxada, observando o espaçamento estabelecido de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, cada cova apresentava em média de 5 a 8 cm de profundidade.

Na adubação de plantio foi aplicado e incorporado 0,250 kg de esterco bovino curtido por cova, o equivalente a dose de 3,20 Mg.ha⁻¹. Após o transplantio, e ao longo de todo ciclo da cultura, a irrigação foi feita por aspersão, irrigando-se duas vezes ao dia, sendo a primeira irrigação pela manhã e a segunda ao final da tarde. Efetuou-se uma adubação de cobertura, aos 35 dias após o transplantio (DAT), com aplicação de 76,9 kg.ha⁻¹ de cloreto de potássio e 230 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio.

O controle de plantas invasoras foi realizado aos 15, 35 e 60 DAT através de capinas manuais, entre as plantas, ou nas linhas, com auxílio de um microtrator e enxada rotativa.

Realizaram-se colheitas em três ocasiões, aos 64, 69 e 73 DAT, a medida em que as inflorescências das

plantas correspondentes a parcela útil se apresentavam em ponto de colheita comercial, caracterizado por inflorescências totalmente desenvolvidas e com botões florais ainda unidos “cabeças compactas e firmes” (May et al., 2007).

As plantas foram colhidas mediante o corte na base do caule, sendo o material acondicionado em sacos plásticos transparentes e devidamente identificados. Em seguida, os sacos foram acondicionados em caixas plásticas e transportados até laboratório localizado a 50 m da área experimental, onde as plantas foram processadas.

Foram quantificados a precocidade média (PM) ou dias da semeadura até a colheita; número de folhas (NF); massa fresca de folhas (MFF) e de inflorescência por planta (MFI) obtidas a partir da pesagem em balança de bancada; diâmetro longitudinal das inflorescências (DI) usando-se uma régua acoplada a uma base de madeira; e a massa seca das folhas (MSF) e inflorescências (MSI), mediante secagem em estufa com temperatura ajustada para 60°C até peso constante e posterior pesagem em balança de precisão. Adicionalmente, a partir do somatório obtido ao longo das colheitas por parcela, foram estimados os valores de produtividade comercial média (PE) (Mg.ha⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram agrupadas por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do experimento foram registradas temperaturas médias em torno de 20°C, considerada ideal para a cultura da couve-flor (May et al., 2007), no entanto, com máximas que chegaram a alcançar 35°C. A temperatura máxima média ficou em torno dos 30°C e com precipitações baixas, exceto no

Tabela 1 - Atributos químicos iniciais e textura do solo, em duas profundidades, da área utilizada para realização do ensaio de campo. Seropédica, UFRRJ, 2017

Profundidade (cm)	Textura Expedita	pH (água)	Al	H+Al	Ca	Mg	Na	SB	t	T	V	M	P	K
						cmolc/dm ³					%		Mg/dm ³	
0-20	Arenosa	4,6	0,2	3,5	1,2	0,5	0,08	1,9	2,1	5,4	35	9	36	51
20-40	Arenosa	4,5	0,3	3,5	0,9	0,4	0,08	1,5	1,8	5	30	17	40	53

período equivalente ao 48° e 56° DAT, onde houve maior ocorrência de chuvas. A umidade relativa do ar média se situou próximo aos 70% (Figura 1).

Devido às condições climáticas da Baixada Fluminense, esperava-se que não houvesse formação de inflorescências, pois o inverno nessa região costuma ser seco e quente com temperaturas acima dos 25°C. No entanto, as condições climáticas (Figura 1) foram suficientes para a diferenciação floral da couve-flor, fazendo com que todas as plantas avaliadas florescessem. Evidentemente, que variações em função do tamanho

e precocidade foram registradas em função das cultivares utilizadas (Tabela 2).

Outro fator que deve ser considerado é a condição do solo da área experimental. Com base nos resultados da análise de solo (Tabela 1) observaram-se que alguns itens como pH, teores de nutrientes como cálcio e magnésio, e saturação de bases (V%) estiveram abaixo do preconizado para a cultura. Sabe-se que a couve-flor requer pH variando de 6,0 a 6,8 devendo-se aplicar calcário visando a correção da acidez e elevação dos níveis de cálcio e magnésio do solo, além de atingir

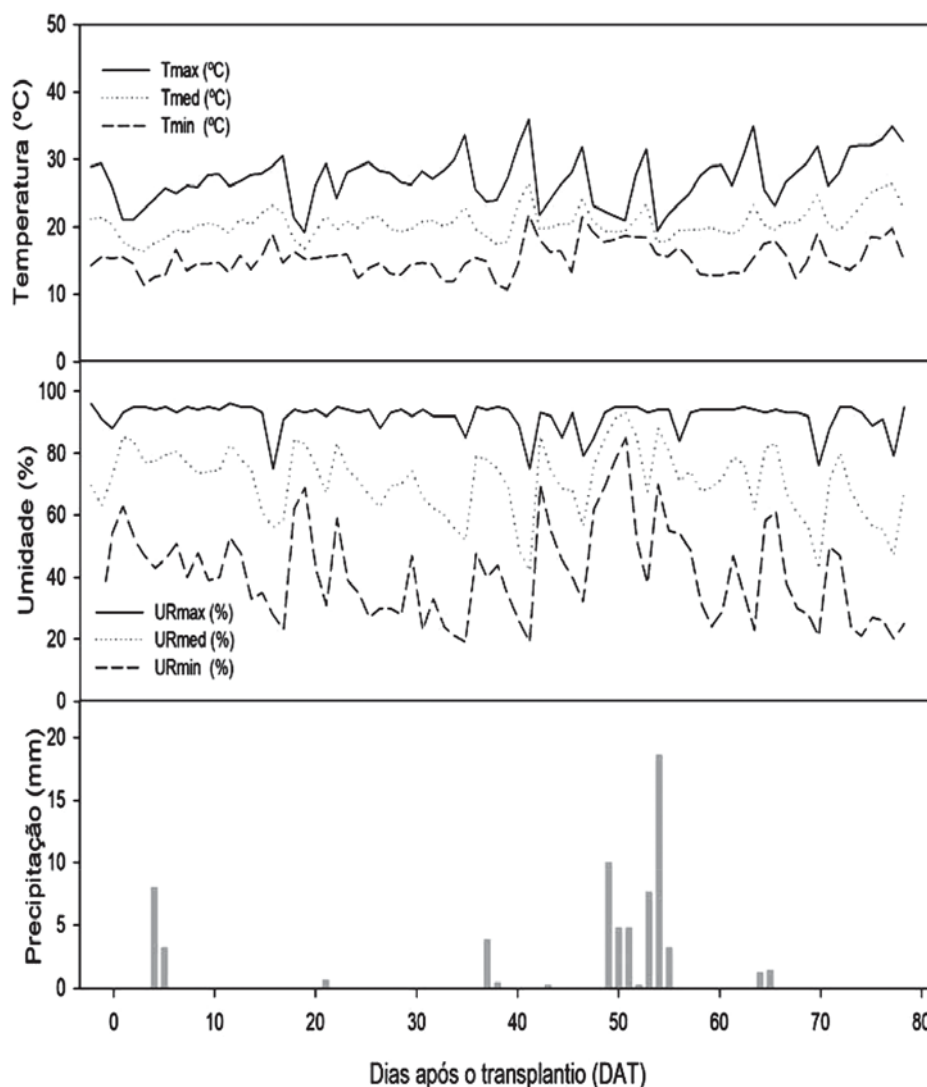


Figura 1 - Registros diários de temperatura (°C) e umidade relativa (%) (máxima, média e mínima) e precipitação (mm), durante o período de realização do experimento



Tabela 2 - Valores de precocidade média (PM), massa fresca (MFF), seca (MSF) e número de folhas (NF), produtividade estimada média (PE), massa fresca (MFI), seca (MSI) e diâmetro longitudinal das inflorescências (DI) obtidas em ensaio realizado em condições de campo de junho a setembro de 2017, com cinco cultivares de couve-flor nas condições da Baixada Fluminense. Seropédica, UFRRJ, 2017

Cultivar	PM	MFF	MSF	NF	PE	MFI	MSI	DI
	dias	gramas		unidades	Mg ha ⁻¹	gramas		cm
Barcelona	98,89 a	1128,33 a	99,49 b	15,18 a	9,56 c	478,12 c	27,54 b	15,07 b
Bonus	101,89 a	1472,97 a	133,98 a	17,56 a	13,68 b	684,06 b	52,35 a	15,67 b
Desert	97,98 a	572,60 b	31,90 d	12,14 b	7,88 c	381,45 c	21,10 b	13,56 b
Sharon	95,00 a	1182,95 a	77,80 c	16,14 a	17,90 a	895,31 a	56,99 a	21,60 a
Verona	97,18 a	652,68 b	49,54 d	15,41 a	9,34 c	466,89 c	25,41 b	16,70 b
CV(%)	2,28	23,02	23,04	8,72	9,92	20,67	24,19	14,33

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Scott-Knott (P<0,05).

80% de saturação de bases (May et al., 2007; Freire et al., 2013).

Observaram-se efeitos significativas das cultivares quanto às seguintes características: massa fresca (MFF) e seca (MSF) de folhas, número de folhas (NF), produtividade estimada média (PE), massa fresca (MFI) e seca (MSI) das inflorescências, e diâmetro de inflorescência (DI) (Tabela 2). Não foram observadas diferenças significativas quanto à precocidade média (PM), que variou de 95,0 a 101,8 dias (Tabela 2).

Com relação à massa fresca de folhas (MFF), as cultivares Barcelona, Bonus e Sharon foram as que apresentaram as maiores médias, superiores às de Desert e Verona, que não diferem entre si. Em se tratando de massa seca de folha (MSF), houve a formação de quatro grupos com maior valor em Bonus, que diferiu das demais, seguido por Barcelona, Sharon e, por fim, Verona e Desert (Tabela 2).

Quanto ao número médio de folhas (NF) por planta (Tabela 2), todas as cultivares avaliadas foram superiores estatisticamente à cultivar Desert que apresentou média de 12,14 unidades por planta. Sabe-se que o melhoramento genético vem desenvolvendo cultivares adaptadas a diferentes condições climáticas e com maior potencial produtivo, que por sua vez depende do número de folhas por planta e de sua área foliar e capacidade fotossintética (May et al., 2007).

A cultivar Sharon mostrou ter inflorescências maiores e de maior peso, o que foi expresso pelas variáveis diâmetro (DI) e massa fresca (MFI) e seca (MSI) das inflorescências (Tabela 2). Para a MFI, formaram-se três grupos, sendo o primeiro caracterizado

pelo cultivar Sharon, que apresentou a maior média (895,3 g). Um segundo grupo foi formado pelo cultivar Bônus (684,06 g), e um terceiro, composto pelas demais cultivares (381,4 a 478,12 g) que não se diferiram entre si estatisticamente.

Em se tratando de massa seca de inflorescência (MSI), notou-se que as cultivares Sharon e Bônus apresentaram as maiores médias, respectivamente, sendo superiores às demais que não diferiram significativas entre si (Tabela 2). Com relação ao DI, destacou-se a cultivar Sharon com maior tamanho (21,6 cm) enquanto as demais apresentaram diâmetros de 13,5 a 16,7 cm.

Os maiores valores médios de massa fresca e diâmetro de inflorescência obtido pelo cultivar Sharon refletiu, evidentemente, em aumento da produtividade estimada. Esta cultivar foi mais produtiva, com 17,90 Mg ha⁻¹, e superior às demais. Um segundo grupo foi formado por Bonus com média de 13,68 Mg ha⁻¹. Os demais híbridos não se diferiram entre si e apresentaram produtividade na faixa de 7,88 a 9,56 Mg ha⁻¹.

Os valores de produtividade obtidos, de forma geral, foram inferiores aos citados por May et al. (2007) que afirmam que a produtividade média da couve-flor gira em torno de 15-25 Mg ha⁻¹. Enquanto que Freire et al. (2013) reportam de 20-30 Mg ha⁻¹ como a produtividade esperada para a cultura. No entanto, deve se considerar que, nas condições do presente trabalho, as condições de solo estiveram abaixo do preconizado para a cultura o que pode ter influenciado a produtividade.

Em estudo realizado por Kikuti (2007) na região de Piracicaba – SP, foi encontrado valores de diâmetro de inflorescência para a cultivar Sharon na faixa de 18,6 a 22,0 cm, o que foi compatível aos valores encontrados no presente trabalho. Para a mesma cultivar e variável, Monteiro et al. (2010) obtiveram resultados de 26,37 cm, em Jaboticabal – SP, enquanto Morais Júnior et al. (2012) encontraram 21,91 cm. As diferenças entre os resultados podem estar diretamente relacionadas ao ambiente de produção em que as cultivares foram submetidas a estudo, visto que as regiões apresentam, altitude e temperaturas médias diferentes (Tabela 1, Figura 1), além das condições de cultivo.

Monteiro et al. (2010) ao avaliarem os híbridos Sharon e Verona, obtiveram resultados de produtividade média de 21,25 Mg ha⁻¹ para a cultivar Sharon e 22,43 Mg ha⁻¹ para a cultivar Verona, resultados superiores ao obtido nesse estudo. Os espaçamentos utilizados foram os mesmos, 1,0 m entrelinhas e 0,5 entre plantas, o que mostra que essa expressiva diferença na produtividade pode estar relacionada ao manejo do solo, estado nutricional da planta e principalmente, à temperatura.

Os resultados obtidos permitem inferir que a produção de couve-flor de meia-estação e de verão no período de inverno nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense-RJ é possível e viável. Entretanto, sugere-se que sejam estudadas e adotadas práticas que possam incrementar a produtividade como a correção da acidez do solo e fornecimento de nutrientes com cálcio e magnésio pela calagem. Outro ponto a ser considerado é a necessidade de ajustar o espaçamento para as condições locais. Ensaio futuros para o aperfeiçoamento dos sistemas produtivos de couve-flor na região devem ser realizados.

CONCLUSÕES

A produção de couve-flor com cultivares de meia-estação e de verão nas condições de inverno da Baixada Fluminense é possível e satisfatória.

As cultivares Sharon e Bonus se destacam como as mais produtivas e com maior crescimento de folhas e inflorescências.

Novos estudos devem ser realizados visando aperfeiçoar a produção da cultura na região.

AGRADECIMENTOS

Coordenadoria de Produção Vegetal Integrada ao Ensino, Pesquisa, Extensão da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); Departamento de Fitotecnia da UFRRJ e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

LITERATURA CITADA

- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FREIRE, L.R.; CAMPOS, D.V.B.; ZONTA, E. et al. Análise químicas de terra. In: FREIRE, L.R. (Ed.) **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 2013. p.303-304.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações automáticas**. 2017. In: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas> (acessado em 14 de novembro de 2017).
- KIKUTI, A.L.P.; FILHO, J.M. Potencial fisiológico de sementes de couve-flor e Desempenho das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.107-113, 2007.
- MAY, A.; TIVELLI, S.W.; VARGAS, P.F. et al. **A cultura da couve-flor**. Campinas: IAC, 2007. 37p. (Boletim Técnico, 200).
- MONTEIRO, B.C.A.; CHARLO, H.C.O.; BRAZ, L.T. Desempenho de híbridos de couve-flor de verão em Jaboticabal. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.1, p.115-119, 2010.
- MORAIS JUNIOR, P.O.; CARDOSO, A.F.; LEÃO, E.F. et al. Desempenho de cultivares de couve-flor de verão em Ipameri. **Ciência Rural**, v.42, n.11, p.1923-1928, 2012.



SANTOS, C.A.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; COSTA, E.S.P. et al. Liming and biofungicide for the control of clubroot in cauliflower. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.47, n.3, p.303-311,2017.

SILVA, N.T.C. Diagnóstico do clima estação Guanabara e região. **Plano de Manejo da Estação Ecológica da Guanabara**. 2017. In: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/diagnostico_clima_ga.pdf (acessado em 5 de dezembro de 2017.)

Recebido para publicação em 19/12/2017 e aprovado em 28/3/2018.

DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DE FLORES DE *Tropaeolum majus* L.

Eliane Nunes da Silva¹, Renata Ranielly Pedroza Cruz², Lylian Souto Ribeiro², Amadeu Pimentel Travassos¹, Christian Raphael Delfino Mouzinho Soares², Jean Flaviel de Sousa Melo¹, Juciely Gomes da Silva¹, Wellington Souto Ribeiro³

RESUMO - *Tropaeolum majus* L. é utilizada como flor comestível e medicinal. A conservação e a qualidade das flores são determinadas, principalmente, pelo estágio de maturação em que são colhidas. O objetivo deste trabalho foi determinar o ponto de colheita de flores de *T. majus*. Os estádios fenológicos das flores foram determinados visualmente. A antocianina, comprimento das flores, carotenoides, flavonoides, massa fresca e teor de sólidos solúveis aumentaram durante o desenvolvimento das flores seguido de uma redução nos estádios correspondentes a senescência. O teor de ácido ascórbico decresceu durante o desenvolvimento. O estágio XII corresponde ao ponto ideal de colheita para as flores de *T. majus*.

Palavras chave: fisiologia do desenvolvimento, potencial antioxidante, *Tropaeolum majus* L.

DETERMINATION OF THE POINT OF HARVEST OF FLOWERS OF *Tropaeolum majus* L.

ABSTRACT - *Tropaeolum majus* L. is used as an edible and medicinal flower. The conservation and quality of the flowers are mainly determined by the maturity stage at which they are harvested. The objective of this work was to determine the harvest point of *T. majus* flowers. The phenological stages of the flowers were determined visually. Anthocyanin, flower length, carotenoids, flavonoids, fresh mass and soluble solids content increased during flower development followed by a reduction in the stages corresponding to senescence. The ascorbic acid content decreased during development. Stage XII corresponds to the ideal harvest point for *T. majus* flowers.

Keywords: developmental physiology, potential antioxidant, *Tropaeolum majus* L.

INTRODUÇÃO

O ciclo vital dos órgãos vegetais é composto por três fases fisiológicas, que correspondem ao crescimento, maturação e à senescência, embora não haja a possibilidade de uma distinção precisa entre elas. O desenvolvimento (formação, crescimento e maturação) das plantas e seus órgãos ocorrem seguindo uma série de processos fisiológicos e bioquímicos geneticamente programados, bem como, são influenciados por fatores ambientais (Chitarra & Chitarra, 2005; Bloem et al., 2014).

O crescimento em plantas é definido como um aumento irreversível do tamanho ou volume celular acompanhado pela biossíntese de novos constituintes do protoplasma. O maior componente do crescimento vegetal é a expansão celular que é governada pela pressão de turgor (Taiz & Zeiger, 2006). Durante este processo, as células aumentam várias vezes em volume e tornam-se altamente vacuoladas. Todavia, o tamanho é apenas um critério que pode ser usado para medir o crescimento. Assim, o crescimento pode ser medido, também, em termos de mudança do peso fresco, isto

¹ Sítio Imbaúba, s.n. Zona Rural Lagoa Seca-PB, 58117-000. Universidade Estadual da Paraíba, Campus II. lianbela2010@gmail.com; amadeutravassos@gmail.com; jeanifsm@gmail.com; jucielygomes07@hotmail.com; wellingtisouto@yahoo.com.br. 2Rodovia PB-079, Areia-PB, 58397-000. Universidade Federal da Paraíba, Campus II. renataranielly426@gmail.com; agroph@gmail.com; lylian_sr97@hotmail.com.br. 3PH Rolfs s.n. Viçosa-MG, 36.570-900. Universidade Federal de Viçosa. wellingtisouto@yahoo.com.br.



é, o peso do tecido vivo, durante um determinado período.

A diferenciação celular diz respeito às mudanças qualitativas nas células (Chitarra & Chitarra, 2005). As variações nos fatores ambientais, como a luz, temperatura, precipitação pluviométrica, solo, entre outros, têm influência marcante na fase de desenvolvimento. Nos frutos, que são órgãos originados do crescimento das estruturas que formam as flores ou inflorescências, o início do crescimento é caracterizado por uma intensa divisão e pequena expansão celular, seguido de uma fase em que o processo de expansão é mais intenso, com grande acúmulo de água e solutos na polpa (Balbino & Costa, 2003; Silva et al., 2013).

O amadurecimento, por sua vez, parece ser um processo coordenado de eventos bioquímicos e reorganizações metabólicas, sendo considerado um processo irreversível.

O amadurecimento é a fase mais estudada na pós-colheita, principalmente por ser nessa fase que as mudanças de composição ocorrem com mais intensidade. De acordo com Bron (2006) e Burdon et al. (2016), o amadurecimento é a fase que ocorre no final do desenvolvimento e início da senescência, composta por processos que determinam as características de qualidade, evidenciadas por mudanças na composição, coloração, textura e outros atributos sensoriais. Nesse contexto, as mudanças físicas e físico-químicas durante o desenvolvimento e maturação dos órgãos vegetais são utilizadas como critérios importantes para determinar padrões de maturidade, ponto de colheita e qualidade.

O objetivo deste trabalho foi determinar o ponto de colheita de flores de *T. majus* a partir das transformações fisiológicas que ocorrem durante o seu desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

As flores de Capuchinha foram obtidos de canteiro instalado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (6°58'554" de latitude sul e 35°43'047" de longitude oeste) com área total de 54 m² dividido em 3 parcelas iguais de 18 m². As mudas foram obtidas a partir de propagação vegetativa por estaquia de plantas matrizes oriundas do horto da UFPB. A temperatura média do período foi de 23,19 ± 2 °C, umidade relativa

média de 83,19 ± 5%, precipitação de 375 mm e insolação de 1907,1 horas ano⁻¹.

Determinação do ponto de colheita

A determinação dos pontos de colheita seguiu a um padrão de crescimento e desenvolvimento pré-estabelecidos, onde as flores foram classificadas em quinze (15) estádios de desenvolvimento (Figura 1).

O estabelecimento dos estádios de maturação das flores foi estabelecido por observação diária das plantas, onde as primícias dos órgãos a serem utilizados nas avaliações foram marcadas com fita colorida para o acompanhamento de seu desenvolvimento e posterior colheita.

Colheita

As flores de *T. majus* foram colhidas manualmente sempre no período da manhã e transportados imediatamente a seco para o laboratório, onde foram rapidamente enxaguados em água destilada e secos em condições ambientais. Logo após, as flores foram caracterizadas quanto as suas características físicas e físico-químicas em todos os estádios de desenvolvimento pré-estabelecidos.

Avaliações

A caracterização física foi realizada em amostra de 50 unidades, avaliadas individualmente. Para as avaliações físico-químicas foram utilizados 100 órgãos homogeneizados em cadinho de porcelana, de onde foram retiradas 50 alíquotas para análise.

Massa fresca - Foi determinada individualmente em balança semianalítica MARK 31000 com precisão de ± 0,01 g. Os resultados foram expressos em g.

Diâmetro - Foram realizadas duas medições no sentido transversal (ST) e longitudinal (SL), com auxílio de um paquímetro universal com graduação de 0,02mm/.001" - 150mm/6".

Comprimento - O comprimento lateral das flores foi determinado com auxílio de régua. Os resultados de diâmetro e comprimento foram expressos em mm e cm, respectivamente.

Sólidos solúveis (SS) - O conteúdo de sólidos solúveis foi determinado no suco homogeneizado utilizando-se refratômetro digital (PR – 100, Palette, Atago Co. LTD., Japan) com compensação automática



Figura 1 - Aspecto geral das flores de *Tropaeolum majus* L. durante os estádios de desenvolvimento.

Fonte: Wellington Souto Ribeiro.

de temperatura. Os teores foram registrados com precisão de 0,1% a 25 °C (KRAMER, 1973). Os resultados foram expressos em %.

Acidez titulável (AT) - Foi determinada utilizando-se 1g de material diluído em 50 ml de água destilada submetida à titulação com NaOH 0,1N, com resultados expressos em % de ácido cítrico (AOAC, 1994).

Ácido ascórbico - Foi determinado por titulometria utilizando-se solução de 2,6 diclofenol-indofenol (DFI) a 0,02% até a obtenção de coloração róseo claro permanente, a partir de 1g de material diluído em 30 ml de ácido oxálico 0,5% (Strohecker & Henning, 1965).

Antocianinas - Analisadas exclusivamente nas flores por espectrofotometria em um comprimento de onda de 535nm, utilizando 1g de material em solução extratora de etanol-HCL (1,5N) (Francis, 1982).

Flavonóides - Analisados exclusivamente nas flores por espectrofotometria em um comprimento de onda de 374nm, utilizando 1g de material em solução extratora de etanol-HCL (1,5N) (Francis, 1982).

Carotenóides - Analisados exclusivamente nas flores por espectrofotometria em um comprimento de onda de 452nm, utilizando 1g de material em solução extratora de acetona-hexano (Francis, 1982).

Análise dos dados

O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 50 repetições. Os dados obtidos foram avaliados através de estatística descritiva e os gráficos gerados pelo software SIGMA (Scientific data analysis and graphing software package).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa fresca das flores aumentou durante o desenvolvimento. No estágio I os valores médios de massa fresca foram de 0,07 g, atingindo o seu máximo entre os estádios VIII e XII, com valores médios de 0,59 a 0,72 g, respectivamente. Um acréscimo de 10 vezes na massa fresca em relação ao peso inicial. No entanto, somente entre os estádios X e XII, as flores passaram por transformações que as tornaram mais comercialmente atrativas, caracterizada pela antese parcial a total. A partir desse ponto a massa fresca das flores apresentou diminuiu, resultante dos processos ordinários de senescência (Figura 2). O aumento da massa fresca durante o crescimento e desenvolvimento das flores está associado à expansão e divisão celular (Kawabata et al., 2011). A expansão celular é regulada pela acumulação osmótica, influxo de água e força das paredes celulares (Boyer et al., 1985; Cosgrove, 2001). Muitas proteínas e enzimas são necessárias para a expansão celular, incluindo a expansina, que está envolvido no afrouxamento da parede celular e cujos genes são expressos durante a abertura da flor de cravo (Cosgrove, 2000; Harada et al., 2011). Plantas de petúnia antisenso para o gene da expansina PhEXPA1 produzem flores menores pois as células são menores, enquanto a superexpressão do mesmo gene resulta em flores maiores como resultado de células maiores (Zenoni et al., 2004, 2011).

O comprimento médio das flores aumentou durante o desenvolvimento, variando de 0,91 a 5,76 cm, nos estádios I e XII, respectivamente (Figura 3). Este aumento se deve ao cálice pentâmero das flores de *T. majus*. As três sépalas inferiores apresentam-se concrecidas formando uma estrutura denominada

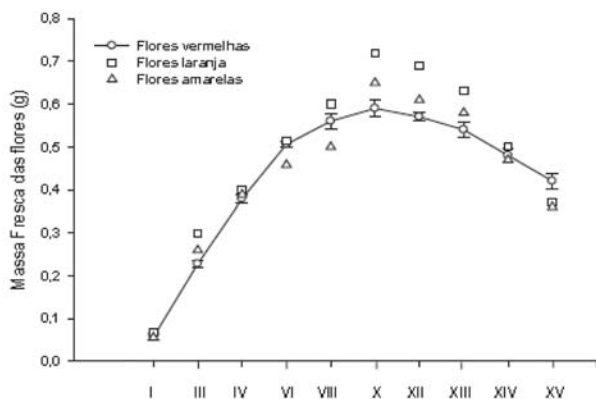


Figura 2 - Massa fresca de flores de *T. majus* durante o seu desenvolvimento.

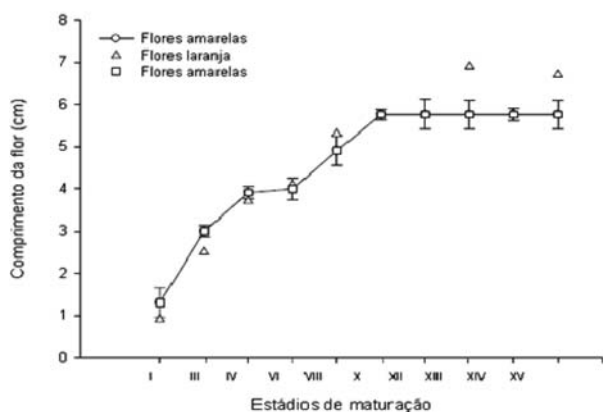


Figura 3 - Comprimento das flores de *T. majus* durante o seu desenvolvimento.

espora, com tecido nectarífero em seu interior (Castellani, 1997). O aumento ou crescimento da espora explica o aumento no comprimento das flores e pode ser utilizada como um parâmetro indicador das fases de crescimento até o ponto ideal de colheita das flores.

Os valores de sólidos solúveis variaram de 7,5 a 5,9%, estádio I e VI, respectivamente. A partir do estádio VII, foi observada estabilização seguida de aumento no teor de sólidos solúveis, atingindo valores médios de 7,8% no estádio de desenvolvimento considerado ótimo para comercialização (XII) (Figura 4). A redução do teor de sólidos solúveis se deve, provavelmente, a degradação dos polissacarídeos de reserva, como o amido, em compostos orgânicos mais simples (Kramer, 1973).

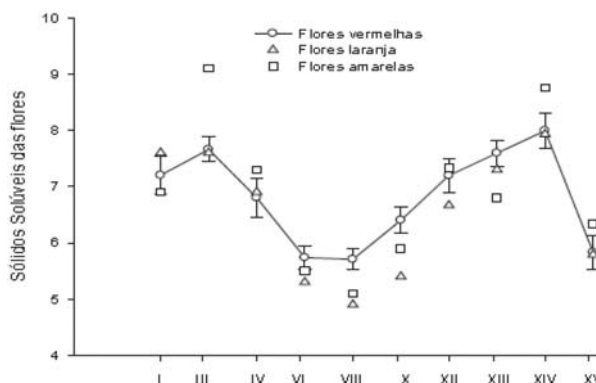


Figura 4 - Teor de sólidos solúveis em flores de *T. majus* durante o seu desenvolvimento.

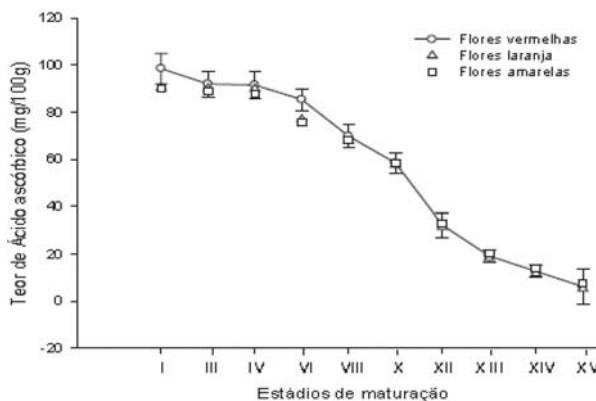


Figura 5 - Teor de ácido ascórbico em flores de *T. majus* durante o seu desenvolvimento.

Os teores médios de ácido ascórbico nas flores decresceram durante o desenvolvimento. O teor médio de ácido ascórbico encontrado no estádio I foi de 104,56 mg 100g⁻¹, atingindo teor médio de 18,42 mg 100g⁻¹ no estádio XIV (Figura 5). Esta redução deve-se, presumivelmente, ao uso de ácidos orgânicos como substrato respiratório na via do ácido tricarbóxico (Weichmann, 1987) ou de sua conversão em açúcares (Chitarra & Chitarra, 2005) ou ainda sua utilização como inibidor das espécies reativas de oxigênio (Conklin & Barth, 2004) que são formados naturalmente durante a respiração. A molécula de ácido ascórbico desempenha funções metabólicas essenciais (Arrigoni & de Tullio, 2002) no desenvolvimento vegetal, inclusive como co-fator enzimático (Arrigoni & de Tullio, 2000; de Tullio et al., 1999).

O teor de carotenoides diferiu entre as cores das flores de *T. majus*. O teor máximo foi de 43,67, 26,45 e 25,10 mg 100g⁻¹ em flores vermelhas, laranjas e amarelas respectivamente (Figura 6A). O teor de flavonoides totais em flores de *T. majus* foi crescente durante o desenvolvimento, atingindo valores médios no estágio de maturação XII de 156,17 mg 100g⁻¹ (Figura 6B). O teor de antocianinas aumentou durante o desenvolvimento das flores de *T. majus* (Figura 6C). A diferença entre o teor de carotenoides entre as flores de *T. majus* se deve a estrutura do tecido interno ou superficial de uma pétala e o tipo e quantidade de pigmentos nas células da pétala (Li & Yuan, 2013). Dentre os principais pigmentos presentes nas flores, os carotenoides e flavonoides têm importante papel na aceitação do produto pelo consumidor, pois a cor é uma característica importante da qualidade de frutas e vegetais e uma característica agrônômica crítica para flores (Yuan et al., 2015). Portanto é um importante parâmetro para a escolha do ponto de colheita. Cores vivas são atribuídas a altos níveis de acumulação de carotenoides nos cromoplastos (Egea et al., 2010; Li & Yuan, 2013). Os carotenoides são precursores de importantes fito hormônios, como o ácido abscísico e estrigolactonas, que são reguladores chave para o desenvolvimento de plantas (Walter & Strack, 2011) o que pode estar relacionado com o aumento na sua concentração durante o desenvolvimento das flores de *T. majus*. As antocianinas são glicosídeos naturalmente formados por antocianidinas e vários açúcares (Zhao & Tao, 2015). Eles estão estavelmente localizados nos órgãos da planta, como pétalas, e são vermelhos, roxos, azuis e pretos (Li et al., 2003). As antocianinas são pigmentos vegetais responsáveis pela maioria das cores azul, roxa e todas as tonalidades de vermelho encontradas em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas (Dias et al., 2017). As antocianinas fazem parte do grupo dos flavonóides, compostos fenólicos caracterizados pelo núcleo básico flavílio. Além de contribuir para a cor de flores e frutas, as antocianinas atuam como filtro das radiações ultravioletas nas folhas. Em certas espécies de plantas estão associadas com a resistência aos patógenos e atuam melhorando e regulando a fotossíntese (Mazza & Miniati, 1993).

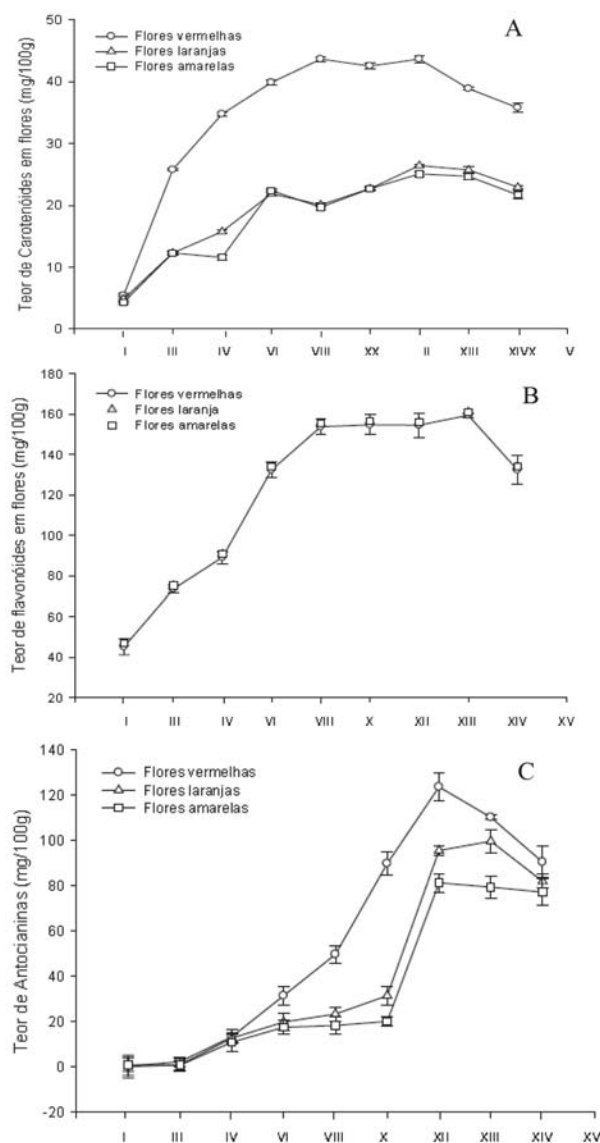


Figura 6 - Teor de carotenoides (A), flavonoides (B) e antocianinas (C) em flores de *T. majus* durante o seu desenvolvimento.

CONCLUSÃO

O ponto ideal de colheita para as flores de *T. majus* corresponde ao estágio de desenvolvimento XII.

LITERATURA CITADA

ARRIGONI, O.; DE TULLIO, M.C. Ascorbic acid: much more than just an antioxidant. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1569, p.1-9, 2002.



ARRIGONI, O.; DE TULLIO, M.C. The role of ascorbic acid in cell metabolism: between gene-directed functions and unpredictable chemical reactions. **Journal of Plant Physiology**, v.157, p.481-488, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington: AOAC, 1994. 1094p.

BALBINO, J.M.S.; COSTA, A.F.S. Crescimento e desenvolvimento dos frutos do mamoeiro do 'Grupo Solo' e padrão de qualidade. In: MARTINS, D.S.; BLOEM, E.; HANEKLAUS, S. et al. Stress-induced changes of bioactive compounds in *Tropaeolum majus* L. **Industrial Crops and Products**, v.60, p.349-359, 2014.

BOYER, J.S.; CAVALIERI, A.J.; SCHULZE, E.D. Control of the rate of cell enlargement: Excision, wall relaxation, and growth-induced water potentials. **Planta**, v.163, p.527-543, 1985.

BURDON, J.; PIDAKALA, P.; MARTIN, P. Fruit maturation and the soluble solids harvest index for 'Hayward' kiwi fruit. **Scientia Horticulturae**, v.213, p.193-198, 2016.

CASTELLANI, D.C. **Crescimento, anatomia e produção de ácido erúico em *Tropaeolum majus* L.** 108 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CONKLIN, P.L.; BARTH, C. Ascorbic acid, a familiar small molecule intertwined in the response of plants to ozone, pathogens, and the onset of senescence. **Plant, Cell and Environment**, v.27, p.959-971, 2004.

COSGROVE, D.J. Loosening of plant cell walls by expansins. **Nature**, v.407, p.321-326, 2000.

COSGROVE, D.J. Wall structure and wall loosening. A look backwards and forwards. **Plant Physiology**, v.125, p.131-134, 2001.

COSTA, A.F.S. (Eds). **A cultura do mamoeiro: Tecnologias de Produção**. Vitória: Incaper, 2003.

DE TULLIO, M.C.; PACIOLLA, C.; DALLA VECCHIA, F. et al. Changes in onion root development induced by the inhibition of peptidyl-prolyl hydroxylase and influence of the ascorbate system on cell division and elongation. **Planta**, v.209, p.424-434, 1999.

DIAS, N.C.S.; MARQUES, K.F.; ALVES, M.C. et al. Caracterização química das antocianinas do fruto de juçara (*Euterpe edulis* Martius). **Revista Univap**, v.22, p.703, 2017.

EGEA, I.; BARSAN, C.; BIAN, W.; PURGATTO, E. et al. Chromoplast differentiation: current status and perspectives. **Plant Cell Physiology**, v.51, p.1601-1611. 2010.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. London: Academic Press, 1982. p.181-206.

HARADA, T.; TORII, Y.; MORITA, S. et al. Cloning, characterization, and expression of xyloglucan endotransglycosylase/hydrolase and expansin genes associated with petal growth and development during carnation flower opening. **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.815-823, 2011.

KAWABATA, S.; NII, K.; YOKOO, M. Three-dimensional formation of corolla shapes in relation to the developmental distortion of petals in *Eustoma grandiflorum*. **Scientia Horticulturae**, v.132, p.66-70, 2011.

LI, L.; YUAN, H. Chromoplast biogenesis and carotenoid accumulation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.539, p.102-109, 2013.

LI, M.R.; CHEN, J.T.; SUN, Z.J. et al. Advances in molecular breeding of ornamental plants. **Journal of Tropical and Subtropical Botany**, v.11, p.87-92, 2003.

MAZZA, G.; MINIATI, E. **Anthocyanins in fruits, vegetables and grains**. Boca Raton-Florida (USA): CRC Press, 1993.



SILVA, T.P.; LIMA, J.S.; CAVATTE, R.P.Q. et al. Physiology of flower development in *Tropaeolum majus* L. **Acta Horticulturae**, v.1002, p.193-198, 2013.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Vitamin assay tested methods**. Weinheim: Verlag Chemie, 1965. 360p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Energy and Enzymes. Plant physiology**. 4.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2006. cap.2, p.1-22.

WALTER, M.H., STRACK, D. Carotenoids and their cleavage products: biosynthesis and functions. **Natural Product Reports**, v.28, p.663-692, 2011.

WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. 597p.

ZENONI, S.; FASOLI, M.; TORNIELLI, G.B. et al. Overexpression of PhEXPA1 increases cell size, modifies cell wall polymer composition and affects the timing of axillary meristem development in *Petunia hybrida*. **New Phytologist**, v.191, p.662-677, 2011.

ZENONI, S.; REALE, L.; TORNIELLI, G.B. et al. Down regulation of the *Petunia hybrida* α -expansin gene PhEXP1 reduces the amount of crystalline cellulose in cell walls and leads to phenotypic changes in petal limbs. **The Plant Cell**, v.16, p.295-308, 2004.

ZHAO, D.; TAO, J. Recent advances on the development and regulation of flower color in ornamental plants. **Frontiers of Plant Science**, v.6, p.261, 2015.

Recebido para publicação em 4/8/2017 e aprovado em 23/3/2018.



DESEMPENHO E EFICIÊNCIA TÉCNICA DE IMPLEMENTOS E SEMEADORAS PARA O PLANTIO DIRETO NA AGRICULTURA ORGÂNICA

Luiz Fernando Favarato¹, Jacimar Luis de Souza², Victor Almeida Pereira³, Rogério Carvalho Guarçoni⁴

RESUMO - Um dos principais limitadores para a aplicação do sistema de plantio direto na agricultura orgânica é o manejo das plantas de cobertura, pela impossibilidade de uso de herbicidas para dessecação da palhada. Objetivou-se avaliar diversas formas de manejo de palhas e semeadoras, sobre diferentes plantas de cobertura, para sistema orgânico de produção, como alternativas operacionais e econômicas para o pequeno e grande produtor agrícola. Foram avaliados seis tipos de máquinas e implementos para roçada e rolagem das plantas e três tipos de semeadoras. Verificou-se que os rolos-faca a trator e a microtrator foram as melhores opções, destacando-se com maiores eficiências operacionais e menores gastos de mão de obra, além de proporcionarem boas taxas de cobertura de solo. A semeadora de 2 linhas foi mais eficaz que as demais, além do potencial de ser utilizada no plantio direto em áreas maiores. Em pequenas áreas de agricultores familiares, o uso da matraca é uma boa opção, enquanto que a semeadora de 1 linha não apresenta rendimento de trabalho que justifique seu emprego no plantio direto na palha.

Palavras chave: agroecologia, conservação de solo, cultivo orgânico, semeadoras.

PERFORMANCE OF MACHINES AND IMPLEMENTS FOR MANAGEMENT OF PLANT MATERIAL AND DIRECT PLANTING IN ORGANIC AGRICULTURE

ABSTRACT - One of the principal limitations for the application of a system of direct planting in organic agriculture is the management of cover crops, because of the inability to use herbicides for desiccation of vegetation. The objective of this work was to evaluate diverse forms of management of plant material and planters, on different cover crops, for an organic system of production. Six types of machines and implements for mowing and crushing of plants and three types of planters were evaluated. It was verified that the tractor knife roller and the microtractor were the best options, standing out with greater operational efficiency and lower costs for labor, as well as providing good levels of soil cover. A planter of 2 rows was more efficient than the others, as well as being of potential use in direct planting in bigger areas. In small areas of family farmers, the use of a jab planter is a good option, whereas the 1 row planter did not present a return of work that justified its use in direct planting in plant litter.

Keywords: agroecology, soil conservation, organic crop, planters.

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Centro Regional Centro-Serrano, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Br 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brasil. iffavarato@gmail.com (Autor para correspondência).

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Centro Regional Centro-Serrano, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Br 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brasil. jacimarsouza@yahoo.com.br

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre, Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n - Guararema, 29500-000 Alegre Espírito Santo, Brasil. victorap1@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrícola, Doutor, Centro Regional Centro-Serrano, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Br 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brasil. rogerio.guarconi@incaper.es.gov.br



INTRODUÇÃO

A prática do sistema plantio direto na palha (SPD) consiste na semeadura em solo não mobilizado e com presença de cobertura morta, que apresenta como principais benefícios o controle da erosão, a menor variação da temperatura e da umidade do solo, a maior eficiência agrônômica, a melhoria na dinâmica da matéria orgânica e da estrutura do solo. (Boer et al., 2007; Gama-Rodrigues et al., 2007).

A concepção do sistema plantio direto na palha baseia-se em três pilares de elevada sustentação ecológica: ausência de revolvimento ou revolvimento mínimo no solo; aumento da biodiversidade, proporcionada pela diversidade de espécies vegetais e pela rotação de culturas; e a cobertura permanente do solo, pela presença de palhada na superfície do terreno (Souza & Resende, 2014).

No sistema orgânico de produção, esta prática torna-se ainda mais promissora, pelo seu papel positivo sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo, influenciando no aumento do rendimento das culturas, no manejo e na conservação do solo, na recuperação e ou manutenção da fertilidade e no potencial produtivo (Matzenbacher, 1999).

Entretanto, existem dificuldades na implantação deste sistema, referente ao controle das plantas daninhas e das plantas de cobertura do solo, pois não há herbicidas dessecantes e de pós-emergência recomendados para a agricultura orgânica. Assim, para o controle das plantas daninhas, é essencial que haja cultivos de plantas formadoras de palhada na entressafra (Corrêa et al., 2011).

Na agricultura orgânica o manejo da palhada é realizado por meios culturais, utilizando-se plantas como as gramíneas (aveia-preta, milho e outras) e as leguminosas (crotalária, mucuna e outras), que possuem a capacidade de formação de cobertura morta e abafamento das plantas daninhas presentes no solo, no período de pré-plantio (Souza & Resende, 2014).

As plantas de cobertura podem ser manejadas por diferentes equipamentos, no entanto cada um deles pode influenciar de forma direta na velocidade de decomposição da palha, em virtude da menor ou da maior fragmentação do material (Santos et al., 2011). Como exemplos de implementos para este fim, são utilizados roçadoras, rolo-faca, que utilizados

incorretamente podem acarretar desvantagens, como o alto custo e baixo rendimento operacional (Cortez et al., 2009).

Aratani et al. (2006) afirmam que o manejo mecânico da palhada facilita o processo de semeadura e pode ser efetuado por diferentes implementos, dentre os quais destaca-se a roçadora, a grade niveladora, o rolo faca e o triturador de palhas.

No sistema plantio direto, os equipamentos mais recomendados para o manejo das plantas de cobertura ou adubos verdes são o rolo-faca, as roçadoras e os trituradores de palha tratorizados (Prado et al., 2002). O triturador de palhas tem grande eficiência na trituração da parte aérea de plantas com diferentes hábitos de crescimento e idade; os restos vegetais triturados permanecem sobre a superfície do solo para posterior decomposição ou podem ser incorporados (Vieira & Reis, 2001). Outro equipamento, o rolo-faca, promove o acamamento ou até mesmo o corte das restes e de plantas, pela criação de uma situação estressante às mesmas, facilitando a incorporação de massa verde, além de viabilizar o cultivo mínimo e o plantio direto.

O emprego adequado de máquinas, equipamentos e implementos amplia a possibilidade de implantação do sistema de plantio direto orgânico em áreas maiores, de forma mais econômica, e a possibilidade de inserção de novos agricultores na produção orgânica de alimentos (Souza & Resende, 2014).

Por este motivo, objetivou-se avaliar diferentes sistemas de manejo de palhada e de semeadura, sobre diferentes plantas de cobertura, como alternativas operacionais e econômicas para o pequeno e grande produtor agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado na Unidade de Referência em Agroecologia do INCAPER, município de Domingos Martins, localizada na região centro-serrana do estado do Espírito Santo, a 950 m de altitude. A semeadura das coberturas vegetais ocorreu no mês de novembro de 2010 e as avaliações das máquinas e implementos foram realizadas 90 dias após a semeadura.

Foram realizados dois experimentos, sendo um com diferentes sistemas de manejo de palhadas e um com diferentes máquinas de plantio.



No experimento com diferentes sistemas de manejo de palhada foram estudados seis tipos de máquinas e implementos para manejo da palhada sendo eles: Foice; Roçadora costal manual; Roçadora frontal de microtrator; Roçadora de trator; Rolo-faca de 1,0m de largura para microtrator e Rolo faca de 2,4 m de largura para trator, conforme ilustrados na Figura 1.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, seguindo um esquema de parcelas subdivididas, com quatro tipos de plantas de cobertura nas parcelas

e os seis sistemas de manejos de palhada nas subparcelas. A área de cada subparcela foi de 2,5 m de largura e 7,0 m de comprimento.

Foram utilizados como cobertura vegetal a crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), o milho (*Zea mays* L.), o consórcio milho + crotalária e vegetação espontânea, os quais apresentaram valores médios de biomassa verde, respectivamente, após o manejo, de 32,4 t ha⁻¹ para a crotalária juncea, 44,6 t ha⁻¹ para o milho, 38,0 t ha⁻¹ para o consórcio milho + crotalária e 23,6 t ha⁻¹ para a vegetação espontânea.



Figura 1 - Máquinas e implementos para manejo de palhada: A - Foice, B - Roçadora costal, C - Roçadora frontal de microtrator, D - Roçadora de trator, E - Rolo faca de 1,0 m, F - Rolo faca de 2,4 m.

Para avaliação do desempenho dos diferentes manejos de palhada foram determinadas a capacidade de trabalho operacional (ha h^{-1}), taxa de cobertura do solo (%) após a aplicação dos tratamentos e demanda de mão de obra (dias/homens).

No experimento com diferentes máquinas de plantio avaliaram-se três tipos de semeadoras (1-Matraca manual; 2-Semeadora de 1 linha e 3-Semeadora de 2 linhas), ilustradas na Figura 2. Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, seguindo um esquema de parcelas subdivididas, com quatro tipos de cobertura vegetal nas parcelas e os três tipos de semeadoras aleatorizados nas subparcelas, trabalhando transversalmente sobre as áreas manejadas com as diferentes máquinas e implementos para manejo da palhada. A área de cada subparcela para avaliação das semeadoras foi de 2,0 m de largura e 15,0 m de comprimento.

Para avaliação do desempenho das diferentes máquinas de plantio foram determinados a capacidade de trabalho operacional (ha h^{-1}), demanda de mão de obra (dias/homens), percentual de cobertura das sementes após a semeadura e percentual de emergência das plântulas de milho no oitavo dia após a semeadura.

A capacidade de trabalho operacional foi obtida mensurando-se o tempo gasto, em minutos, para se manejar ou semear toda a área da subparcela, posteriormente extrapolou-se para área de um hectare. A demanda de mão de obra foi determinada mensurando-se o tempo gasto, em minutos, para cada sistema de manejo ou semeadura para se realizar os serviços na área da subparcela, posteriormente extrapolou-se o tempo gasto para manejar a área de um hectare e converteu-se o tempo em dias, considerando uma jornada de trabalho de 8 h diárias.

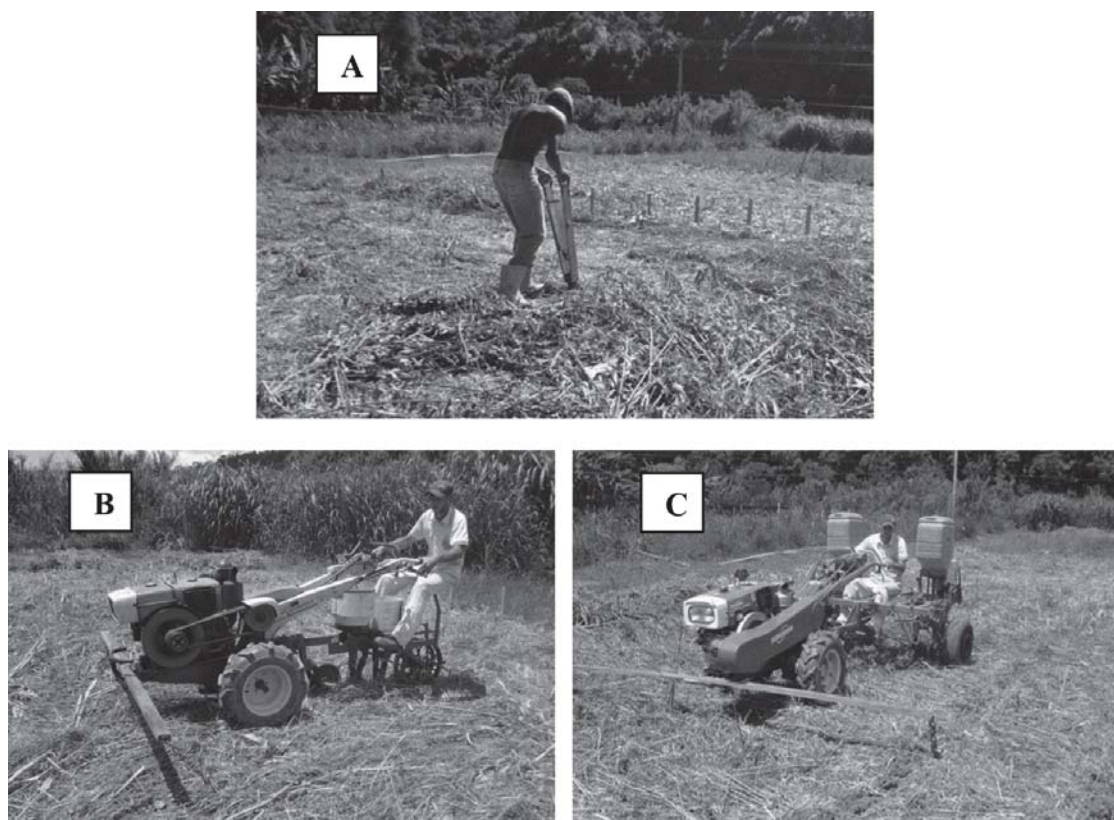


Figura 2 - Três tipos de semeadoras para plantio direto: A - Matraca, B - Semeadora de 1 linha, C - Semeadora de 2 linhas.

Os dados de taxa de cobertura do solo, de percentual de cobertura das sementes e de percentual de emergência das plântulas foram transformados pela função:

$$y = \arcsen[\sqrt{(x/100)}]$$

Os dados foram submetidos junto às demais características avaliadas, à análise de variância e teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se maior capacidade de trabalho operacional para o rolo-faca de 2,4 m (Tabela 1), sendo 92,9% mais eficiente (em média das quatro espécies), se comparado à roçadora de trator, utilizando o mesmo trator para seu acionamento. O fato da menor demanda de potência para o rolo-faca, permite que se tenha a possibilidade de trabalhar com equipamentos de maior largura de trabalho, o que permite manejar maiores áreas em menor tempo.

Cortez et al. (2009) avaliando o desempenho do trator agrícola no manejo das plantas de cobertura também obtiveram maior capacidade de trabalho operacional utilizando um rolo-faca observando uma diferença de 25,2% entre esse e o triturador de palhas, atribuindo o resultado à menor potência demandada pelo rolo-faca.

Analisando a capacidade de trabalho dos diferentes sistemas de manejo de palha (Tabela 1) observa-se que apenas a roçadora de trator e o rolo faca de 2,4 m apresentaram diferença significativa nas diferentes palhadas. No caso da roçadora de trator, a capacidade de trabalho para manejar as palhadas de crotalária é maior do que para manejar as de mato e de milho + crotalária, mas não diferenciou da palhada de milho, chegando 0,71 ha h⁻¹ na palha de crotalária. Tal fato pode ser explicado pelas características das plantas

de cobertura, visto que, os caules das plantas de crotalária e os colmos das plantas de milho apresentavam-se eretos e uniformemente distribuídos na área, o que pode ter proporcionado melhor corte pelas facas da roçadora.

Já para o rolo faca de 2,4 m observa-se maior capacidade de trabalho quando este implemento é utilizado para manejar a palhada de milho + crotalária em consórcio, chegando a 1,75 ha h⁻¹. Este resultado pode estar atrelado ao fato de que, devido às características do cultivo consorciado, existe a tendência das plantas de milho e crotalária apresentarem, respectivamente, colmos e caules com menor diâmetro, quando comparadas às mesmas em cultivo solteiro (Kappes & Zancanaro, 2015). Desta forma, a rolagem da palhada pode ter sido mais facilitada.

Observaram-se diferenças significativas para mão de obra demandada (Tabela 2), onde destaca-se a eficiência da roçadora de trator e do rolo-faca de 2,4 m, apresentando menores gastos com mão de obra comparado aos demais sistemas de manejo. Analisando os diferentes sistemas de manejo de palhada em cada planta de cobertura, nota-se maior gasto com mão de obra para manejar a crotalária quando foi utilizada a foice e a roçadora costal, o que pode estar relacionado ao acamamento das plantas observado antes do manejo, que dificultou o corte das mesmas.

Para roçadora de microtrator, observa-se menor gasto com mão de obra quando utilizados para manejar a vegetação espontânea. Este resultado pode ser explicado pelo menor porte das plantas que compunham a vegetação espontânea em relação às demais plantas de cobertura, que facilitou a movimentação do microtrator e conseqüentemente, o acamamento das plantas.

No caso dos implementos acionados pelo trator (roçadora e rolo faca de 2,4 m), não ocorreram diferenças

Tabela 1 - Médias de Capacidade de trabalho operacional (ha h⁻¹) avaliadas em quatro espécies de plantas de cobertura submetidas a seis manejos

Espécie	Foice	Roçadora costal	Roçadora de microtrator	Roçadora de trator	Rolo faca 1m	Rolo faca 2,4 m
Crotalária	0,04 a D	0,05 a D	0,12 a CD	0,71 a B	0,23 a C	1,22b A
Milho	0,06 a C	0,13 a C	0,13 a C	0,62 ab B	0,17 a C	1,31 b A
Mato	0,07 a C	0,10 a C	0,19 a BC	0,53 b A	0,27 a B	0,46 c A
Milho + crotalária	0,06 a D	0,08 a D	0,11 a CD	0,58 b B	0,21 a C	1,75 a A

¹Médias seguidas de pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

significativas no gasto com mão de obra entre as diferentes espécies de plantas de cobertura manejadas.

Para a taxa de cobertura do solo (Tabela 3) nota-se menor eficiência quando são utilizadas as roçadoras de microtrator e de trator, que pode estar relacionado às características de funcionamento destes implementos, pois o corte das plantas ocorre com o movimento de rotação das facas, proporcionando o acúmulo de palha em determinadas áreas em detrimento de outras.

Bortoluzzi & Eltz (2000), avaliando o efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto, observaram redução da taxa de cobertura do solo quando utilizado a roçadora de trator como implemento de manejo da palhada, atrelando este efeito à característica de acúmulo de palha em determinadas áreas.

No Tabela 4 estão apresentadas as avaliações da capacidade de trabalho operacional de diferentes tipos de semeadoras de milho no plantio direto na palha. Em geral, o tipo de palhada não interferiu na capacidade de trabalho operacional de cada máquina, e conseqüentemente, no gasto com mão de obra (Tabela 5), exceto para o plantio manual com matraca sobre

a palhada de milho, que apresentou maior capacidade de trabalho operacional em relação às demais plantas de cobertura, possivelmente devido à maior uniformidade de distribuição da palhada sobre o solo.

O plantio direto manual feito com matraca mostrou-se muito eficaz, comparado à semeadora de microtrator com 1 linha, exceto para o milho, apresentando valores médios de capacidade de trabalho operacional semelhantes a semeadora de 1 linha. Este fato pode ser atribuído à necessidade de uma velocidade de trabalho menor para permitir o corte da palha pelo disco da semeadora. Neste aspecto, o melhor desempenho foi obtido com a semeadora de 2 linhas, que apresentou maior capacidade de trabalho operacional, e por conseqüência menor consumo de mão de obra, em relação ao sistema manual com matraca e com semeadora de 1 linha (Tabelas 4 e 5).

As coberturas das sementes com o uso da matraca e da semeadora de 2 linhas foram superiores à da semeadora com 1 linha. Porém, a semeadora de 1 linha apresentou cobertura das sementes acima de 70% sobre todas as palhadas, mostrando-se também adequada ao plantio direto neste aspecto (Tabela 6).

Quanto à emergência de plântulas de milho, todas as semeadoras foram eficientes sobre a palhada de

Tabela 2 - Médias de Mão de obra (D/H) avaliadas em quatro espécies de plantas de cobertura submetidas a seis manejos

Espécie	Foice	Roçadora costal	Roçadora de microtrator	Roçadora de trator	Rolo faca 1m	Rolo faca 2,4 m
Crotalária	3,1 a A	2,5 a B	1,0 a C	0,2 a E	0,6 ab D	0,1 a E
Milho	2,0 b A	1,0 d B	0,9 a B	0,2 a C	0,7 a B	0,1 a C
Mato	1,7 c A	1,2 c B	0,6 b C	0,2 a D	0,5 b C	0,2 a D
Milho + crotalária	2,2 b A	1,6 b B	1,1 a C	0,2 a E	0,6 ab D	0,1 a E

¹Médias seguidas de pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Médias de Taxa de cobertura do solo (%) avaliadas em quatro espécies de plantas de cobertura submetidas a seis manejos

Espécie	Foice	Roçadora costal	Roçadora de microtrator	Roçadora de trator	Rolo faca 1m	Rolo faca 2,4 m
Crotalária	93 b A	93 b A	67 a B	65 b B	95 b A	95 b A
Milho	93 b A	92 b A	70 a B	50 c C	95 b A	95 A
Mato	96 b A	96 b A	73 a B	73 a B	74 c B	98 a A
Milho + crotalária	100 a A	100 a A	75 a B	57 c C	100 a A	100 a A

¹Médias seguidas de pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



crotalária, pois possibilitaram taxas iguais ou superiores a 80%. Sobre a palhada de milho e mato, a matraca e a semeadora de 1 linha revelaram os piores desempenhos quando comparadas a semeadora de 2 linhas. Sobre o consórcio apenas a semeadora de 1 linha revelou baixo desempenho (Tabela 7). A manutenção de estande

adequado de plantas é importante na cultura do milho, uma vez que, a mesma apresenta grande dependência da população ideal para maximizar o rendimento (Tokatlidis & Koutroubas, 2004) devido principalmente à sua baixa plasticidade morfológica e fenológica (Silva et al., 2006).

Tabela 4 - Médias de capacidade de trabalho (ha h⁻¹) avaliadas em três sistemas de plantio avaliadas em quatro espécies de plantas de cobertura

Espécie	Semeadora		
	Manual	1 linha	2 linhas
Crotalária	0,18 b B	0,16 a B	0,36 a A
Milho	0,21 a B	0,17 a C	0,33 a A
Mato	0,18 b B	0,17 a B	0,33 a A
Milho + crotalária	0,17 b B	0,16 a B	0,32 a A

¹Médias seguidas de pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Médias do gasto com mão de obra (D/H) avaliada em três sistemas de plantio avaliadas em quatro espécies de plantas de cobertura

Espécie	Semeadora		
	Manual	1 linha	2 linhas
Crotalária	0,67 a B	0,76 a A	0,34 a C
Milho	0,58 b B	0,75 a A	0,37 a C
Mato	0,68 a B	0,75 a A	0,37 a C
Milho + crotalária	0,71 a A	0,77 a A	0,38 a B

¹Médias seguidas de pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Médias de cobertura das sementes (%) avaliadas em três sistemas de plantio avaliadas em quatro espécies de plantas de cobertura

Espécie	Semeadora		
	Manual	1 linha	2 linhas
Crotalária	100,0 a A	95,4 a B	99,4 a A
Milho	94,9 b A	79,9 c B	94,9 b A
Mato	100,0 a A	84,9 b C	94,9 b B
Milho + crotalária	94,9 b A	69,9 c B	90,0 b

¹Médias seguidas de pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Médias do percentual de emergência de plântulas de milho avaliadas em quatro coberturas de solo e em três semeadoras

Espécie	Semeadora		
	Manual	1 linha	2 linhas
Crotalária	83,3 a A	80,7 a A	91,8 a A
Milho	51,8 b B	66,8 ab B	86,7 a A
Mato	53,3 b B	50,1 ab B	85,2 a A
Milho + crotalária	73,5 a A	37,2 b B	79,9 a A

¹Médias seguidas de pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Em geral, o rolo-faca 2,4 m é a melhor opção, pois destacou-se em eficiência operacional de trabalho e em gastos de mão-de-obra, além de proporcionarem boas taxas de cobertura de solo.

A semeadora de 2 linhas é mais eficaz, além do potencial de ser utilizada no plantio direto em áreas maiores. Em pequenas áreas de agricultores familiares, o uso da matraca é uma boa opção, enquanto que a semeadora de 1 linha não apresenta rendimento de trabalho que justifique seu emprego no plantio direto na palha.

AGRADECIMENTOS

Ao INCAPER, por viabilizar apoio financeiro e logístico a este inédito estudo científico. Ao CNPq e FAPES pelos apoios financeiros.

LITERATURA CITADA

ARATANI, R.G.; MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. et al. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.517-522, 2006.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.

BORTOLUZZI, E.C.; ELTZ, F.L.F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.2, n.2, p.449-457, 2000.

CORRÊA, M.L.P.; GALVÃO, J.C.C.; FONTANETTI, A. et al. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Revista Ciências Agrônomicas**, v.42 n.2, p.354-363, 2011.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; VIGNA, G.P. et al. Desempenho do trator agrícola no manejo da cultura de cobertura e pressão de inflação do pneu da semeadora. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.1, p.72-80, 2009.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região noroeste fluminense-RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.6, p.1421-1428, 2007.

GAMERO, C.A.; SIQUEIRA, R.; LEVIEN, R. et al. Decomposição da aveia preta (*Avena strigosa* Schre.) manejada com rolo-faca e triturador de palhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. 1 CD-ROM.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.2, p.219-234, 2015.

MATZENBACHER, R.G. **A cultura da aveia no sistema plantio direto**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1999. 200p.

SOUZA, J.L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 3.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014. 841p.

PRADO, R.M.; NATALE, W.; FURLANI, C.E.A. **Manejo mecanizado de atividades para a implantação de culturas**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. 99p.

SANTOS, J.A.B.; ROSA, J.A.; BENASSI, D.A. et al. Manejo da aveia preta na decomposição da biomassa e na cobertura do solo em semeadura direta de milho. **Scientia Agraria**, v.12, n.4, p.211-217, Jul./Dez 2011.

SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G. et al. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 64p.

TOKATLIDIS, I.S.; KOUTROUBAS, S.D. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. **Field Crops Research**, v.88, n.2, p.103-114, 2004.

VIEIRA, L.B.; REIS, E.F. Máquinas para o plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, n.208, p.44, 2001.

Recebido para publicação em 20/11/2017 e aprovado em 11/1/2018.



DISSIMILARIDADE GENÉTICA ENTRE FAMÍLIAS DE MELANCIA

Luniara Bastos Santos¹, Aline Torquato Tavares^{2*}, Tiago Alves Ferreira³, Gil Rodrigues Santos⁴, Renato Almeida Sarmiento⁴, Danilo Alves Porto da Silva Lopes³, Ildon Rodrigues Nascimento⁴

RESUMO - O melhoramento genético de uma espécie é dependente da amplitude da base genética disponível. Objetivou-se avaliar a dissimilaridade genética de famílias de melancia tipo Crimson Sweet obtidas do retrocruzamento do acesso resistente PI 595201 com Crimson Sweet. Foram utilizados 25 tratamentos sendo eles: 23 famílias obtidas de quatro retrocruzamentos do acesso PI 595201 (Genitor não-recorrente) com a cultivar Crimson Sweet (Genitor recorrente), selecionadas para resistência a PRSV-W e WMV e duas cultivares comerciais do tipo Crimson Sweet. Foram avaliadas 13 características para o estudo da similaridade genética e os componentes principais. Há variação genética entre os genótipos avaliado com formação de dez grupos distintos. As características que mais contribuíram para a dissimilaridade genética foram coloração da polpa (18,87%), sólidos solúveis (17,04%), pH (11,55%) e acidez titulável (9,98%). Os genótipos mais dissimilares foram a cultivar Crimson Sweet® - Sakata e as famílias WMX-001G-14-02-55-01pl#10, WMX-001G-14-02-55-01pl#05 e WMX-001G-09-04-58-07pl#08.

Palavras chave: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai, melhoramento genético, multivariada, potyvirus.

GENETIC DISSIMILARITY AMONG WATERMELON FAMILIES

ABSTRACT - The genetic improvement of a species is dependent on the amplitude of the available genetic basis. The objective of this study was to evaluate the genetic dissimilarity of Crimson Sweet type watermelon families obtained from backcrossing of resistant access PI 595201 with Crimson Sweet. Twenty-five treatments were used: 23 families obtained from four backcrosses of the non-recurrent PI 595201 (Genitor non-recurrent) cultivar Crimson Sweet (Recurrent Genitor), selected for resistance to PRSV-W and WMV and two commercial cultivars of the Crimson Sweet type. We evaluated 13 characteristics for the study of genetic similarity and the main components. There is genetic variation among genotypes evaluated with formation of ten distinct groups. The characteristics that contributed most to genetic dissimilarity were pulp (18.87%), soluble solids (17.04%), pH (11.55%) and titratable acidity (9.98%). The most dissimilar genotypes were Crimson Sweet® - Sakata and the families WMX-001G-14-02-55-01pl # 10, WMX-001G-14-02-55-01pl # 05 and WMX -001G-09-04-58- 07pl # 08.

Keywords: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai, genetic breeding, multivariate, potyvirus.

¹ Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins - UFT.

^{2*} Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal na Universidade Federal do Tocantins - UFT. alinet4t@hotmail.com
* Autor para correspondência.

³ Discente do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal na Universidade Federal do Tocantins - UFT.

⁴ Docente do curso de Agronomia, Universidade Federal do Tocantins - UFT, Campus de Gurupi-TO, Rua Badejós, lote. 7, s/n, chácaras 69-72, Zona Rural. Cx. Postal 66. CEP 77402-970.



INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) é uma das mais importantes hortaliças cultivadas no Brasil. O cultivo é realizado em todas as regiões, destacando-se nos últimos anos as regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste do país onde se encontram expressivas áreas de produção no período do outono/inverno (Furlaneto & Bertani, 2015).

A ocorrência de doenças é um dos fatores que mais onera o custo de produção, destacando-se a ocorrência de viroses que reduzem substancialmente a produtividade e qualidade dos frutos colhidos (Vieira et al., 2005; Tavares et al., 2014).

Entre as espécies de vírus que acometem a cultura, está o *Papaya ringspot virus strain watermelon* (PRSV-W), do gênero Potyvirus que causam sintomas muito severos como deformações foliares, bolhosidade e necrose (Aguiar et al., 2015; Tavares et al., 2014).

No Brasil, reação do tipo resistência genética a isolados brasileiros de PRSV-W foi identificado em *C. lanatus* var. *lanatus* em acessos da Nigéria (PI 595203 e PI 595201) (Azevedo et al., 2012).

A partir do cruzamento do acesso PI 595201 com cultivares de frutos do tipo Crimson Sweet, foram obtidas famílias avançadas de melancia com características semelhantes ao padrão comercial Crimson Sweet, que podem ser utilizadas na obtenção de novos híbridos, com maior adaptação às condições de cultivo, em comparação com as cultivares em uso que foram desenvolvidas em locais diferentes de onde serão recomendadas (Tavares et al., 2017).

Em um programa de melhoramento um dos pontos principais é a escolha dos pais para obter populações onde será realizada a seleção. Nesse contexto, recomenda-se a que seleção dos pais esteja aliada com a variabilidade genética ampla para características de interesse. Para facilitar o processo de seleção dos genótipos superiores e divergentes, uma das alternativas utilizadas é a estimativa da dissimilaridade genética entre as populações (Ferreira et al., 2003).

A dissimilaridade genética tem sido avaliada com o objetivo de identificar genótipos divergentes, que associados a média elevada poderão ser utilizados com objetivo de selecionar os genitores superiores que serão utilizados na formação da nova população (Cruz

et al., 1994). Existem várias metodologias que podem ser utilizadas para avaliação da dissimilaridade genética entre os progenitores, entre as quais a análise por componentes principais tem se destacado (Cruz & Regazzi, 2001).

Diversas medidas de similaridade têm sido propostas para a quantificação das distâncias entre genótipos, sendo, contudo, a distância generalizada de Mahalanobis a mais amplamente utilizada quando se dispõe de experimentos com repetições. Esta se diferencia das demais técnicas por levar em consideração as correlações residuais entre os caracteres avaliados (Cruz et al., 2004).

Entre os métodos de agrupamento, o método de otimização de Tocher tem sido um dos mais utilizados, pois, os grupos originalmente avaliados são subdivididos de forma que a maior distância média intragrupo seja menor que a distância intergrupo (Cruz et al., 1994), diminuindo o efeito grupos originalmente formados por características discrepantes.

O trabalho teve como objetivo mensurar a dissimilaridade genética entre famílias de melancia tipo Crimson Sweet obtidas do retrocruzamentos do acesso africano PI 595201 com Crimson Sweet.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus Universitário de Gurupi, localizado na região sul do Estado do Tocantins no ano agrícola de 2009. A temperatura média anual é de 29,5 °C, com precipitação anual média de 1.804 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o látice simples (5x5) com três repetições. Cada parcela foi composta por seis plantas (espaçadas 1,5 m entre plantas nas linhas e 2,0 m entre linhas de plantio) sendo considerada a parcela útil as quatro plantas centrais.

As mudas foram obtidas pela sementeira em copos descartáveis de 80 ml contendo substrato comercial. O transplante para o local definitivo foi feito 10 dias após sementeira, sendo o experimento implantado sob sistema de cultivo convencional. A calagem e as adubações foram realizadas de acordo com a análise de solo e a exigência da cultura.

Foram utilizados 25 tratamentos sendo eles: 23 famílias segregantes obtidas de retrocruzamentos do



acesso PI 595201 (Genitor não-recorrente resistente) com a cultivar Crimson Sweet (Genitor recorrente suscetível), selecionadas para resistência a PRSV-W e WMV e duas cultivares comerciais do tipo Crimson Sweet. As famílias avaliadas foram: 1 - WMX-001G-09-04-58-07pl#07, 2 - WMX-001G-09-04-58-07pl#08, 3 - WMX-001G-09-04-58-07pl#14, 4 - WMX-001G-09-04-03-03pl#05, 5 - WMX-001G-09-04-03-03pl#06, 6 - WMX-001G-09-04-03-03pl#11, 7 - WMX-001G-09-04-03-03pl#12, 8 - WMX-001G-09-04-03-03pl#13, 9 - WMX-001G-09-04-03-03pl#18, 10 - WMX-001G-09-04-03-03pl#21, 11 - WMX-001G-09-04-03-03pl#22, 12 - WMX-001G-14-02-55-01pl#01, 13 - WMX-001G-14-02-55-01pl#03, 14 - WMX-001G-14-02-55-01pl#04, 15 - WMX-001G-14-02-55-01pl#05, 16 - WMX-001G-14-02-55-01pl#07, 17 - WMX-001G-14-02-55-01pl#08, 18 - WMX-001G-14-02-55-01pl#09, 19 - WMX-001G-14-02-55-01pl#10, 20 - WMX-001G-14-02-55-01pl#11, 21 - WMX-001G-14-02-55-01pl#12, 22 - WMX-001G-14-02-55-01pl#13, 23 - WMX-001G-14-02-55-01pl#15, 24 - Crimson Sweet e 25 - Crimson Sweet – (Crimson Sweet® - Sakata).

Dois colheitas foram realizadas, a primeira 65 dias após o transplantio e segunda 5 dias após a primeira. As características avaliadas por parcela foram: Produtividade média total em t ha⁻¹ (PT); Massa média de frutos em kg (MMF); Formato do fruto (FF) obtido conforme índice proveniente da divisão do diâmetro transversal pelo diâmetro longitudinal, em que valores menores que 0,5 considerados frutos longos, entre 0,5 a 0,79 ovais e 0,80 a 1,00 frutos esféricos; Padrão de listras (PL), obtido por escala de notas, em que: 1 - frutos sem listras 2 – frutos com listra larga; 3 - frutos com listra estreita; e 4 - frutos com mosqueado; Espessura da casca na região do pedúnculo em mm (ECP); Espessura da casca na região da inflorescência em cm (ECI); Espessura da casca na região distal em mm (ECD); Diâmetro do pedúnculo em mm (DP); Coloração externa (CE) conforme escala de nota em que: 1 - representa frutos verde escuro; 2 - frutos verde médio; 3 – frutos verde claro; e 4 - frutos amarelo, acidez titulável (AT); pH; sólidos solúveis (SS); coloração de polpa (CP), obtido por escala de notas, sendo: 1 - polpa vermelha; 2 - polpa rosa intenso; 3 - polpa rosa médio; 4 - polpa rosa claro; e 5 - polpa branca, conforme SILVA et al., (2006).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974) a 5% de probabilidade. As medidas de

dissimilaridade entre as famílias foram obtidas com as estimativas de médias para todas as características (Tabela 1) por meio da distância generalizada de Mahalanobis, com padronização dos dados. O agrupamento das famílias foi realizado utilizando-se o método de Tocher. A contribuição relativa das variáveis para a dissimilaridade genética foi feita utilizando o critério proposto por Singh (Cruz & Regazzi, 2001). As análises foram realizadas por meio do aplicativo Genes (Cruz, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características produtividade, massa média de frutos, espessura da casca na região do pedúnculo, espessura da casca na região da inflorescência, espessura da casca da região distal, diâmetro do pedúnculo, coloração externa, acidez titulável, pH, sólidos solúveis e coloração da polpa houve a formação de grupos de distintos pelo teste de Skott-Knott o que denota existência de variabilidade genética (Tabelas 1 e 2). Já para as características formato de fruto, padrão de listras e pH não houve variação genética significativa (Tabelas 1 e 2).

A variabilidade é importante, pois ela diminui a vulnerabilidade genética, permite que indivíduos diferentes sejam formados dentro de uma mesma espécie, evitando sua extinção por algum fator adverso que possa ocorrer no meio em que elas estão expostas (Garcia et al., 2013).

A contribuição relativa das características para o agrupamento está apresentada na Tabela 3. Os quatro primeiros componentes principais explicaram 57,44% da variação total (Tabela 3). As características que mais contribuíram para a dissimilaridade entre as famílias foram coloração da polpa (18,87%), sólidos solúveis (17,04%), pH (11,55%) e acidez titulável (9,98%), enquanto a que menos contribuiu foi a produção total (0,04%). Esses resultados corroboram com os encontrados por Souza et al., (2005) onde os componentes que mais contribuíram para a dissimilaridade e famílias de melancia foram o teor de sólidos solúveis e o diâmetro longitudinal.

Pode-se observar que as características qualitativas foram as mais responsivas nos processos seletivos entre as famílias de melancia sendo no caso, os mais indicados para seleção das famílias mais divergentes.

Com relação aos componentes principais a coloração, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, coloração

Tabela 1 - Médias para produtividade (PT em ton ha⁻¹), massa média de frutos (g fruto⁻¹), formato de fruto (FF), padrão de listras (PL), espessura da casca na região do pedúnculo (ECP em mm) e espessura da casca na região da inflorescência (ECI em mm) em 25 famílias de melancia. UFT, Gurupi-TO, 2009

Famílias	PT (t.ha ⁻¹)	MMF (Kg)	FF	PL	ECP (mm)	ECI (mm)
1	17,92b	3,97b	0,91a	2,71a	12,53f	10,05c
2	14,39b	3,89b	0,90a	2,76a	13,21f	7,89d
3	11,38b	4,15b	0,94a	2,54a	14,23e	8,41d
4	17,2b	3,93b	0,96a	2,72a	12,87f	8,22d
5	14,26b	3,60b	0,92a	2,52a	12,01g	9,41c
6	17,36b	4,33b	0,93a	2,79a	11,83g	10,29b
7	14,91b	4,01b	0,92a	2,78a	14,89e	11,01b
8	19,48b	4,03b	0,93a	2,62a	14,36e	8,73d
9	30,40a	5,04b	0,94a	2,64a	14,51e	10,42b
10	12,21b	3,94b	0,95a	2,89a	14,41e	11,70a
11	14,10b	4,03b	0,94a	2,74a	12,70f	10,01c
12	29,48a	6,86a	0,94a	2,99a	17,14d	11,97a
13	22,14b	6,47a	0,95a	3,03a	16,01d	9,77c
14	13,28b	6,87a	0,91a	2,00b	14,02e	8,96d
15	30,59a	7,11a	0,92a	2,90a	15,82d	9,79c
16	21,17b	6,22a	0,92a	2,75a	15,46e	10,96b
17	34,17a	6,55a	0,94a	2,80a	16,48d	11,37a
18	45,27a	7,47a	0,93a	2,91a	19,18b	12,04a
19	25,45a	5,65a	0,94a	2,80a	17,79c	8,75d
20	29,27a	6,15a	0,96a	2,87a	16,22d	10,74b
21	27,16a	6,64a	0,93a	2,96a	18,19c	12,00a
22	34,13a	7,05b	0,96a	2,66a	17,87c	10,47b
23	15,16b	4,17b	0,92a	2,88a	11,46g	9,88c
24	35,28a	7,52a	0,92a	2,84a	20,91a	9,61c
25	31,01a	6,80a	0,92a	2,63a	19,11b	10,31b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Produtividade média total (PT), Massa média de frutos (MMF), formato do fruto (FF), Padrão de listras (PL), espessura de casca região do pedúnculo em mm (ECP); espessura de casca da região de inflorescência em mm (ECI).

externa e diâmetro do pedúnculo são caracteres de importância para o melhoramento e responderam por 72,76% da variação entre as famílias. Estes resultados não estão de acordo com Cruz & Regazzi (2001), que recomendam 70% ou mais da variância total para os dois primeiros componentes principais.

A identificação dos grupos realizada pelo método de agrupamento proposto por Tocher possibilitou a divisão das 25 famílias em dez grupos (Tabela 4). É esperado que as famílias pertencentes ao mesmo grupo apresentem maior similaridade entre si e dissimilaridade genética entre grupos.

As duas cultivares Crimson Sweet comerciais utilizadas como testemunhas ficaram em grupos amplamente distintos (Tabela 4, Figura 1) e as famílias em grupos intermediários a elas. Isso mostra que as famílias são pouco divergentes e se assemelharam

com as cultivares comerciais, pois, apesar de estarem em grupos distintos a distância entre os grupos é pequena como pode ser observado na (Figura 1). Os acessos foram originados de retrocruzamentos com a cultivar Crimson Sweet comercial para incorporação das características de interesse, o que pode ter favorecido para a formação de muitos grupos, porém próximos.

A escolha dos genitores depende de vários fatores, tais como: dos caracteres a serem melhorados, do tipo de herança e da fonte de germoplasma disponível (Fehr, 1987), de forma que os cruzamentos são realizados entre genitores fenotipicamente complementares e portadores dos caracteres necessários para atender os objetivos do programa de melhoramento em questão (Borém & Miranda, 2009). Nesse sentido, o cruzamento de famílias de grupos distintos com características de alta produtividade com famílias de características físico-



Tabela 2 - Médias para espessura da casca da região distal (ECD em mm), diâmetro do pedúnculo (DP em mm), coloração externa, acidez titulável (AT), pH (PH), sólidos solúveis (SS) e coloração da polpa (CP) em 25 famílias de melancia. UFT, Gurupi-TO, 2009

Famílias	ECD (mm)	DP (mm)	CE	AT	PH	SS	CP
1	13,63d	18,51e	2,20a	0,08b	4,32a	6,61b	3,39a
2	13,61d	18,96e	1,63b	0,09b	5,02a	7,21a	2,26b
3	13,92d	20,66c	2,28a	0,09b	5,05a	5,43b	1,84b
4	13,37d	18,43e	2,09a	0,09b	4,99a	6,24b	2,15b
5	11,66e	18,85e	2,01a	0,09b	4,97a	6,52b	2,23b
6	14,91c	19,70d	1,64b	0,08b	5,03a	7,35a	1,71b
7	14,14c	21,36c	2,13a	0,10b	4,97a	7,20a	1,89b
8	14,67c	18,65e	2,27a	0,08b	4,08a	6,42b	2,01b
9	12,26e	18,88e	2,37a	0,07b	5,65a	7,31a	2,16b
10	14,19c	19,21e	1,92a	0,08b	4,95a	6,79b	1,79b
11	14,29c	18,89e	1,92a	0,07b	5,62a	6,68b	1,68b
12	17,43a	18,58e	2,03a	0,09b	4,91a	7,76a	1,87b
13	15,10b	17,47f	2,77a	0,11b	3,85a	6,70b	2,54a
14	10,43f	21,10c	1,38b	0,17a	4,92a	6,74b	3,60a
15	15,18b	18,26e	1,99a	0,09b	4,73a	7,39a	2,34b
16	14,52c	17,76f	1,54b	0,11b	4,87a	6,16b	2,61a
17	16,65a	18,69e	1,80b	0,11b	5,57a	7,45a	1,91b
18	16,87a	20,04d	1,99a	0,09b	5,49a	6,86b	2,87a
19	17,35a	18,87e	2,22a	0,08b	4,16a	7,41a	2,51a
20	16,77a	18,46e	1,34b	0,09b	4,91a	7,19a	1,80b
21	16,28a	20,04d	1,95a	0,08b	8,54a	7,69a	2,64a
22	16,79a	19,54d	1,61b	0,09b	5,52a	7,12a	2,56a
23	14,79c	16,36g	2,19a	0,07b	5,10a	6,98a	1,82b
24	15,62b	24,14a	2,07a	0,08b	5,62a	7,71a	2,00b
25	15,86b	22,47b	1,72b	0,10b	4,97a	6,59b	1,67b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Espessura de casca da região distal em mm (ECD); diâmetro do pedúnculo em mm (DP); coloração externa (CE); acidez titulável (AT); pH (PH); sólidos solúveis (SS); coloração de polpa (CP).

Tabela 3 - Contribuição relativa de 13 características avaliadas em 25 famílias de melancia UFT, Gurupi-TO, 2009

Características	Contribuição relativa (%)
CP	18,87
SS	17,04
PH	11,55
AT	9,98
CE	8,92
DP	7,10
ECD	6,63
ECl	5,81
ECP	5,32
PL	4,33
FF	4,21
MMF	0,11
PT	0,04

¹Produtividade média total (PT), massa média do fruto (MMF) formato do fruto (FF); Padrão de listras (PL); espessura da casca na região do pedúnculo (ECP); espessura da casca na região da inflorescência (ECl); espessura da casca na região distal (ECD); diâmetro do pedúnculo (DP); coloração externa (CE); acidez titulável (AT); pH (PH); sólidos solúveis (SS); coloração de polpa (CP).

Tabela 4 - Agrupamento das 25 famílias de melancia pelo método de Tocher. UFT, Gurupi-TO, 2009

Agrupamento	Número de famílias	Famílias
I	3	10, 24, 11
II	3	9, 23, 16
III	6	6, 20, 13, 7, 5, 12
IV	4	4, 18, 3, 17
V	3	1, 22, 8
VI	2	14, 21
VII	1	2
VIII	1	15
IX	1	19
X	1	25

químicas superiores, possuem potencial genético para estratégias futuras de seleção.

A classificação de genótipos utilizando os recursos multivariados é escassa na literatura para melancia. Entretanto

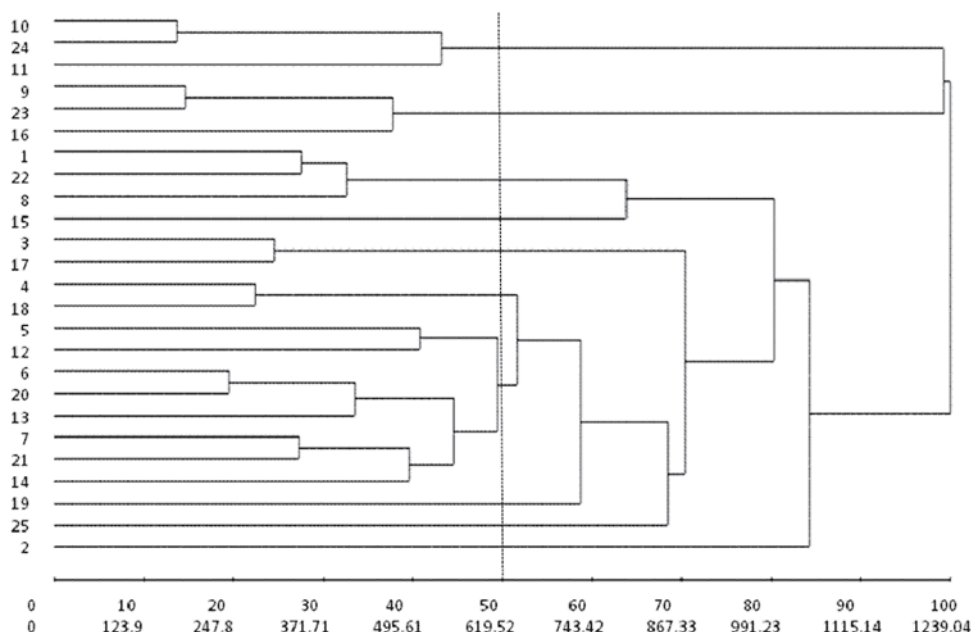


Figura 1 - Padrão de similaridade de 25 famílias de melancia para 13 características fenotípicas com base na distância de Mahalanobis (método do vizinho mais próximo). UFT, Gurupi-TO, 2009

essa metodologia têm oferecido contribuições efetivas na discriminação de genótipos potencialmente utilizáveis no melhoramento genético de várias culturas, inclusive com indicação das características que potencialmente auxiliam na obtenção de populações geneticamente divergentes (Santos et al., 2000; Kvitschal, 2008).

Espera-se na metodologia multivariada que o grau de parentesco e a dissimilaridade genética forneçam informações sobre o grau de complementaridade entre os genitores envolvidos nos cruzamentos, assim como o grau de variação genética nas populações segregantes (Kvitschal, 2008). Quando comparado ao método de Tocher, o hierárquico do “vizinho mais próximo” (Figura 1) revelou resultado semelhante, sendo formado o mesmo número de grupos e, em cada grupo, os mesmos cultivares. Concordância na discriminação de grupos entre esses dois métodos também foi verificada por Vidigal et al., (1997), com cultivares de mandioca e por Amaral Júnior (1994), com acessos de moranga (*Cucurbita maxima*).

CONCLUSÕES

A identificação dos grupos realizada pelo método de agrupamento proposto por Tocher possibilitou a divisão das 25 famílias em dez grupos.

As duas cultivares Crimson Sweet avaliadas ficaram em grupos amplamente distintos e as famílias em grupos intermediários a elas.

Em geral as famílias são pouco divergentes e se assemelham com as cultivares comerciais, pois, apesar de estarem em grupos distintos a distância entre os grupos é pequena.

Os genótipos mais divergentes foram a cultivar Crimson Sweet® - Sakata e as famílias WMX-001G14-02-55-01pl#10, WMX-001G-14-02-55-01pl#05 e WMX-001G-09-04-58-07pl#08.

LITERATURA CITADA

AGUIAR, R.W.S.; RODRIGUES, A.; PORTELLA, A.C.F. et al. Serological Identification of Virus in Watermelon Production Fields in the Tocantins State. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.1, n.2, p.1-6, 2015.

AMARAL JÚNIOR, A.T. **Análise multivariada e isoenzimática da divergência genética entre acessos de moranga (*Cucurbita maxima* Duchesne)**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Viçosa-MG: UGV, 1994. 95p.



- AZEVEDO, S.M.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V. et al. Inheritance of resistance to the *Papaya ringspot virus-watermelon strain* (PRSV-W) from watermelon accession 'PI 595201'. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.12, n.1, p.67-75, 2012.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 5.ed. Viçosa: UFV, 2009. 529p.
- CRUZ, C.D. **Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV, 3. (eds.), Viçosa, 2001. 390p.
- CRUZ, C.D.; VENCOSKY, R.; CARVALHO, S.P. Estudo sobre divergência genética III. Comparação de técnicas multivariadas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, n.234, p.191-201, 1994.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 2001. 390 p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, v.1, 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.
- FEHR, W.R. **Principles of cultivar development: theory and technique**. New York: MacMillan. 1987. 536p.
- FERREIRA, M.A.J.F.; QUEIRÓZ, M.A.; BRAZ, L.T. et al. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p.438-442. 2003.
- FURLANETO, F.P.B.; BERTANI, R.M.A. **Melancia – Do Brasil para o mundo**. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) – Polo Centro-oeste. Revista Campo & Negócios Hortifrúti, 2015. In: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/melancia-do-brasil-para-o-mundo/>. (acessado em 28 de Junho de 2017).
- GARCIA, L.A.C.; PINTO, L.R.; LANDELL, M.G.A. Importância da manutenção de variabilidade genética para os produtores rurais. **Pesquisa & Tecnologia**, v.10, n.2, jul-dez de 2013.
- KVITSCHAL, M.V. **Caracterização e divergência genética de germoplasma de mandioca-de-mesa da região urbana de Maringá, Paraná**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, 2008. 140p.
- SANTOS, R.C.; MOREIRA, J.N.A.; FARIAS, R.H.; DUARTE, J.M. Classificação de genótipos de amendoim baseados nos descritores agromorfológicos e isoenzimáticos. **Ciência Rural**, v.30, n.1, p.55-59, 2000.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.
- SILVA, M.L.; QUEIRÓZ, M.A.; FERREIRA, M.A.J.F. et al. Caracterização morfológica e molecular de acessos de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.4, p.405-409, 2006.
- SOUZA, F.F.; QUEIRÓZ, M.A.; DIAS, R.S.C. Divergência genética em famílias de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.179-183, 2005.
- TAVARES, A.T.; CHAVES, P.P.N.; AGUIAR, R.W. et al. **Reação fenotípica de plantas de abóbora e melão à infecção por isolados simples de ZYMV e misto de ZYMV+SQMV**. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.5, n.1, p.79-87, 2014.
- TAVARES, A.T.; FERREIRA, T.A.; ZANATTA, E.E. et al. Estabilidade e adaptabilidade de genótipos de melancia em várzea tropical. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.26, n.3, p.362-374, 2017.
- VIEIRA, J.V.; ÁVILA, A.C.; PINTO, M.N. et al. **Avaliação da coleção de germoplasma de melancia da Embrapa hortaliças para tolerância a viroses**. EMBRAPA, Brasília. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 1ª ed., 2005. 13p.
- VIDIGAL, M.C.G.; VIDIGAL FILHO, P.S.; AMARAL JÚNIOR, A.T. et al. **Divergência genética entre cultivares de mandioca por meio de estatística multivariada**. **Bragantia**, v.56, n.2, p.45-51, 1997.

Recebido para publicação em 16/1/2018 e aprovado em 27/3/2018.



EFICIÊNCIA DE TESTES COLORIMÉTRICOS PARA DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE DO PÓLEN EM ACESSOS DE FEIJÃO-FAVA (*Phaseolus lunatus* L)

Letícia da Guia Alves de Jesus¹, Liliann Ribeiro Tavares¹, Maria Fernanda da Costa Gomes², Sérgio Emílio dos Santos Valente³, Regina Lucia Ferreira Gomes⁴, Angela Celis de Almeida Lopes⁴, Marcones Ferreira Costa^{1*}

RESUMO - O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) é uma importante fonte de alimento para o Brasil principalmente para a região Nordeste. Devido à relevância dessa leguminosa, estudos em melhoramento genético se fazem necessários, sendo que informações sobre a viabilidade polínica constitui um dos fatores responsáveis pelo sucesso dos programas de melhoramento via hibridação. Com o intuito de fornecer informações a respeito dos acessos de feijão-fava provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal do Piauí (BAG-UFPI), objetivou-se estimar a viabilidade polínica de nove acessos, através de quatro métodos colorimétricos: carmim acético 2%, orceína acética 2%, fucsina e lugol. Foram coletados os botões florais na pré-antese e fixados em etanol:ácido acético (3:1) por 24 horas e, posteriormente, permaneceram em etanol 70% sob refrigeração até a preparação das lâminas pela técnica de esmagamento. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial e os dados foram comparados pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os quatro métodos colorimétricos foram eficientes em estimar a viabilidade entre os acessos, os quais apresentaram alta viabilidade polínica com valores acima de 70%, importante para viabilização dos trabalhos de melhoramento genético.

Palavras chave: banco de germoplasma, carmim acético, cruzamentos genéticos, orceína acética.

EFICIENCY OF COLORIMETRIC TESTS FOR DETERMINATION OF VIABILITY OF POLLEN IN ACCESS OF LIMA BEAN (*Phaseolus lunatus* L)

ABSTRACT - One of the principal limitations for the application of a system of direct planting in organic agriculture is the management of cover crops, because of the inability to use herbicides for desiccation of vegetation. The objective of this work was to evaluate diverse forms of management of plant material and planters, on different cover crops, for an organic system of production. Six types of machines and implements for mowing and crushing of plants and three types of planters were evaluated. It was verified that the tractor knife roller and the microtractor were the best options, standing out with greater operational efficiency and lower costs for labor, as well as providing good levels of soil cover. A planter of 2 rows was more efficient than the others, as well as being of potential use in direct planting in bigger areas. In small areas of family farmers, the use of a jab planter is a good option, whereas the 1 row planter did not present a return of work that justified its use in direct planting in plant litter.

Keywords: agroecology, soil conservation, organic crop, planters.

¹ Universidade Federal do Piauí, Campus Amílcar Ferreira Sobral, BR 343, km 3,5 - Bairro Meladão, Floriano, PI, Brasil, 64808-605. *Autor para correspondência: marconescosta@ufpi.edu.br

² Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Campus Socopo, Teresina, PI, Brasil, 64049-550.

³ Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Departamento de Biologia, Campus Ininga, Teresina, PI, Brasil, 64049-550.

⁴ Universidade Federal do Piauí, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Teresina, PI, Brasil, 64049-550.



INTRODUÇÃO

O gênero *Phaseolus* compreende cinco espécies domesticadas (*P. vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus*, *P. accutifolius* e *P. plianthus*), sendo que a espécie *Phaseolus lunatus*, conhecida por feijão-fava ou feijão-lima é a segunda leguminosa de maior importância do gênero, sendo composta por duas variedades botânicas: *P. lunatus* var. *silvester* Baudet e *P. lunatus* var. *lunatus* (Baudet, 1977).

O feijão-fava caracteriza-se por ser uma planta herbácea com ciclo de vida anual curto (Webster et al., 1979) e germinação epígenica, que acontece usualmente entre seis e dez dias após a sementeira, pode apresentar hábito de crescimento determinado ou indeterminado. O hábito de crescimento determinado é caracterizado pelo desenvolvimento total da gema apical em uma inflorescência e o indeterminado é caracterizado pelo desenvolvimento da gema terminal em uma guia (Oliveira et al., 2015; Zimmermann & Teixeira, 1996).

As análises morfológicas, bioquímicas e moleculares indicam que existem três principais *pools genético* para a espécie: o Andino, Mesoamericano I e o Mesoamericano II, sendo que em cada grupo apresenta formas selvagens e domesticadas (Serrano-Serrano et al., 2012; Martínez-Castillo et al., 2014; Camacho-Pérez et al., 2017). Estudos em diversas regiões do Brasil tem revelado um elevado número de variedades morfológicas, sugerindo que a diversidade genética no Brasil pode ser tão alta quanto à relatada para a Península de Yucatán, centro de diversidade genética para essa cultura (Martínez-Castillo et al., 2012; Penha et al., 2016; Silva et al., 2017).

O feijão-fava apresenta elevada diversidade genética, o que permite um alto potencial de produção e adaptação a diferentes condições climáticas, chegando a ser considerada tolerante à seca, ao excesso de umidade e ao calor (Vieira, 1992; Long et al., 2014). É uma cultura importante para a região Nordeste do Brasil, pois se destaca como uma espécie de subsistência, sendo produzida em regime de sequeiro, principalmente por parte do setor da agricultura familiar (Lopes et al., 2015; Silva et al., 2015).

Nota-se a relevância da cultura de feijão-fava, sendo que estudos em melhoramento genético para essa leguminosa são essenciais, uma vez que irão oferecer informações agronomicamente importantes. Desse modo a viabilidade polínica é um dos fatores responsáveis

pela escolha de grãos de pólen viáveis que influenciam no sucesso dos cruzamentos e também a seleção de genótipos que são utilizados em programas de melhoramento genético (Cabral et al., 2013).

A viabilidade polínica pode ser determinada por um grande número de técnicas: métodos diretos, como a indução da germinação do pólen *in vivo* ou *in vitro* ou pelos métodos indiretos, que são baseados em parâmetros citológicos, como os testes colorimétricos (Oliveira et al., 2001). Segundo Hister & Tedesco (2016), é importante testar vários tipos de corantes, com o intuito de encontrar o mais apropriado para cada espécie estudada, pois não há na literatura um teste geral de viabilidade que utiliza apenas um determinado corante.

Diante disto temos por finalidade estimar a viabilidade polínica de nove acessos de feijão-fava, do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal do Piauí (BAG-UFPI) através de distintos métodos colorimétricos, com o intuito de indicar genótipos férteis, com potencial para serem utilizados em programas de melhoramento genético, via hibridação.

MATERIALE MÉTODOS

O material botânico constitui nove acessos do Banco Ativo de Germoplasma de feijão-fava da Universidade Federal do Piauí (BAG-UFPI), a saber, UFPI- 948, UFPI-948, UFPI- 956, UFPI- 961, UFPI-964, UFPI- 965, UFPI- 1000, UFPI-1002, UFPI-1016. Durante o período de floração, botões florais em estágio de pré-antese foram coletados e fixados em solução de etanol: ácido acético (3:1) por 24h. Em seguida, foram transferidos para uma solução de álcool 70% e conservados por refrigeração até serem utilizados.

O estudo compreende uma análise quantitativa, no qual as lâminas contendo os grãos de pólen foram preparadas segundo a técnica de esmagamento das anteras descrita por Guerra & Souza (2002). Foram utilizados quatro métodos colorímetros distintos, a orceína acética 2%, o cammim acético 2%, lugol e fucsina, que possibilitaram, além de estimar a viabilidade polínica, determinar o corante mais eficiente para a técnica na espécie em estudo. Sob as lâminas contendo pólen, foi depositada uma gota do corante e posteriormente visualizada no microscópio, em objetiva com aumento de 40X.

O delineamento utilizado para o teste colorimétrico foi inteiramente casualizado em esquema fatorial nove

x quatro (acessos x corantes), sendo preparadas três lâminas para cada corante e avaliando 500 grãos de pólen por lâmina, totalizando 1500 pólenes por teste e 6000 por acesso. Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e comparados pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa estatístico Assistat®, versão beta 7.7 (Silva, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quatro corantes utilizados foram capazes de distinguir os pólenes viáveis dos inviáveis em feijão-fava, como mostra a Figura 1. Para o carmim acético (Figura 1A) pode-se observar que os grãos de pólen viáveis apresentaram coloração avermelhada e os inviáveis como indicados pelas setas, apresentaram tamanho reduzido e sem coloração. Segundo Pagliarini & Pozzobon (2004), isso acontece devido uma relação de afinidade que existe com o carmim ao entrar em contato com DNA e RNA dos pólenes viáveis.

Os grãos de pólen corados com fucsina (Figura 1B) mostram os pólenes inviáveis com um tamanho reduzido em relação aos viáveis. Quando tratados com orceína acética 2%, os pólenes inviáveis como indicado pelas setas apresentaram tamanho reduzido, com uma coloração mais clara em comparação com os viáveis (Figura B). Enquanto, os grãos de pólen inviáveis tratados com lugol (Figura 1D) apresentaram uma coloração amarela clara, devido a ausência de amido no pólen, enquanto os viáveis mostraram uma coloração marrom escuro, que é o resultado da reação do amido presente no pólen com o iodo da solução.

Foi possível observar a existência de variação significativa entre a porcentagem de pólenes viáveis, que é consequência da existência de variabilidade genética entre os distintos acessos. De acordo com Zanotto et al. (2009), a viabilidade do grão de pólen pode apresentar uma grande variação dentro de uma mesma espécie com variedades distintas. Os resultados obtidos mostraram porcentagens dos grãos de pólen viáveis acima de 70% para os quatro tipos de corantes (Tabela 1). Valores de viabilidade polínica acima de 70% são classificados como altos e também adequados para serem usados em programas de melhoramento de plantas. (Souza et al., 2002).

Quando comparadas as médias dos acessos entre os corantes, foram encontradas diferenças significativas

para todos os acessos analisados, com exceção do acesso UFPI- 948 (Tabela 1). As diferenças significativas encontradas supostamente estão relacionadas com a afinidade do corante com a exina e a intina do grão de pólen, como pode ser observado no acesso UFPI- 961, em que os corantes carmim acético 2%, lugol e fucsina indicaram uma viabilidade superior a 90% e enquanto a orceína acética 2% indicou uma porcentagem inferior a 75%.

Os acessos UFPI- 628 e UFPI- 956 apresentaram diferenças significativas entre a fucsina e os demais métodos de coloração, sendo que a maior média de viabilidade para esses acessos foi estimada por esse corante. Os acessos UFPI- 961, UFPI- 965, UFPI- 1000 apontaram diferenças significativas quando corados com orceína acética a 2%, sendo que os valores médios de viabilidades apresentados por esse corante foram os mais baixos, entretanto os referidos acessos ainda apresentam uma alta taxa de grãos de pólen viáveis. Já para os acessos UFPI- 1002 e UFPI-1016 a diferença significativa ocorreu entre o lugol e os demais corantes, sendo que esses acessos apresentaram as menores médias quando corados com lugol. Quanto maior for a viabilidade polínica, maiores serão as chances de formação de associações entre alelos, que conseqüentemente ocasionará o aumento da variabilidade genética.

Ao serem comparadas as porcentagens médias entre os acessos dentro de cada corante, foram encontradas diferenças significativas de viabilidade polínica nos mesmos, com exceção do corante fucsina que apresentou as maiores médias de grãos de pólen viáveis para todos os acessos (<90%), entretanto pode ter acontecido à superestimação da viabilidade polínica para esse corante, devido à dificuldade de distinção entre os grãos de pólen viáveis e não viáveis (Tabela 1).

Os indivíduos de uma mesma espécie podem apresentar diferenças significativas com relação à viabilidade polínica e isso pode estar relacionado a fatores abióticos. Alteração moderada da temperatura pode reduzir o número de pólenes e sua viabilidade podendo gerar problemas durante a fertilização. Em casos mais graves, pode resultar na completa esterilidade do grão de pólen ou inibição da deiscência das anteras e, conseqüentemente, nenhuma frutificação (Hedhly, 2011).



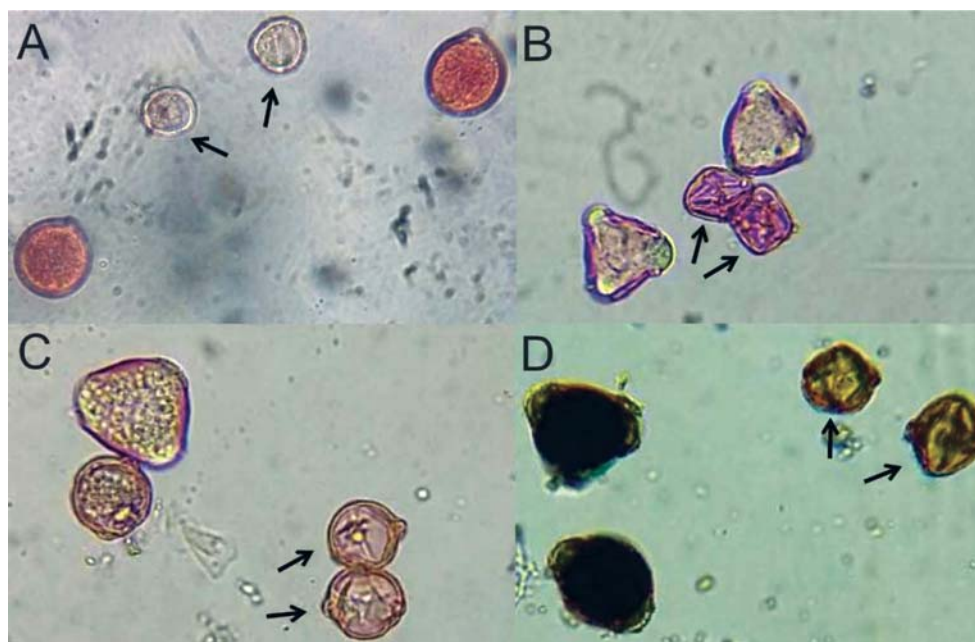


Figura 1- Grãos de pólen submetidos a diferentes métodos de coloração. A: carmim acético 2%; B: orceína acética 2%; C: lugol; D: fucsina básica. Setas indicam grãos de pólen inviáveis.

Tabela 1 - Valores médios referentes à viabilidade polínica de acessos de feijão-fava do BAG-UFPI, para os quatro métodos colorimétricos utilizados, dados em porcentagem (%)

Acessos	Carmim acético 2%	Orceína acética 2%	Lugol	Fucsina
UFPI-628	77,19 bB	82,58 bB	86,19 bB	95,23 aA
UFPI-948	86,97 aA	90,20 aA	93,30 aA	98,03 aA
UFPI-956	79,69 bB	74,31 cB	77,64 bB	94,30 aA
UFPI-961	95,63 aA	74,87 cB	93,67 aA	91,67 aA
UFPI-964	87,67 aB	80,47 bB	94,53 aA	93,60 aA
UFPI-965	95,14 aA	85,48 bB	97,20 aA	93,40 aA
UFPI-1000	89,92 aA	82,53 bB	93,73 aA	91,27 aA
UFPI-1002	95,50 aA	95,07 aA	86,93 bB	96,60 aA
UFPI-1016	90,567 aA	93,73 aA	83,27 bB	95,37 aA

Letras maiúsculas diferentes nas linhas correspondem às diferenças dentro dos acessos, entre os corantes. Letras minúsculas diferentes nas colunas correspondem às diferenças entre os corantes, para cada acesso. *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

De modo geral, os testes colorimétricos apresentam vantagens no estudo da viabilidade do pólen, uma vez que são métodos rápidos, baratos e seguros, auxiliam na análise dos fatores ambientais que afetam o desenvolvimento polínico, na identificação de possível macho- esterilidade e no restabelecimento de linhagens e na determinação do período ótimo da polinização de uma espécie.

CONCLUSÃO

A utilização das soluções histoquímicas avaliadas neste experimento foram capazes de distinguir os pólenes viáveis dos inviáveis. Os quatro testes colorimétricos analisados foram eficientes na estimativa da viabilidade e indicaram altas taxas de viabilidade do grão de pólen. Dos nove acessos de pimentas avaliados do BAG-

UFPI todos apresentaram alta viabilidade polínica (<70%), fator de extrema importância para caracterização desses recursos genéticos e viabilização dos trabalhos de melhoramento genético, sendo que os mesmos possuem potencial para serem utilizados nos cruzamentos genéticos.

LITERATURA CITADA

- BAUDET, J.C. The taxonomic status of the cultivated types of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.). **Trop Grain Legume**, n.7, p.29-30, 1977.
- CABRAL, J.C.; ROSSI, A.A.B.; KLEIN, M.E. et al. Estimativa da viabilidade polínica em acessos de *Theobroma cacao* L. baseada em testes calorimétricos. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p.2780-2788, 2013.
- CAMACHO-PÉREZ, L.; MARTÍNEZ-CASTILLO, J.; MIJANGOS-CORTÉS, J. O. et al. Genetic structure of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) landraces grown in the Mayan area. **Genetic Resources and Crop Evolution**, p.1-13, 2017. DOI 10.1007/s10722-017-0525-1.
- GUERRA, M.; SOUZA, M.J. **Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana**. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC, 2002. 131p.
- HEDHLY, A. Sensitivity of flowering plant gametophytes to temperature fluctuations. **Environmental and Experimental Botany**, England, v.74, p.9-16, 2011.
- HISTER, C.A.L.; TEDESCO, S.B. “Estimativa da viabilidade polínica de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) através de distintos métodos de coloração.” **Revista brasileira de plantas medicinais**, v.18, n.1, p.135-141, 2016.
- LONG, R.; TEMPLES, S.; MEYER, R. et al. **Lima Bean Production in California**. University of California, ANR, n.8505, p.25, 2014.
- LOPES, Â.C.A.; VALENTE, S.E.; GOMES, R.L.F. et al. Morphological Characterization and Study of Genetic Diversity in Lima Bean Accessions. In: FERREIRA, A.S.; LOPES, A.C.A.; GOMES, R.L. **Phaseolus lunatus. Diversity, Growth and Production**. 1.ed. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2015. p.1-26.
- MARTÍNEZ-CASTILLO, J.; CAMACHO-PÉREZ, L.; COELLO-COELLO, J. et al. Wholesale replacement of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) landraces over the last 30 years in northeastern Campeche, Mexico. **Genetic resources and crop evolution**, v.59, n.2, p.191-204, 2012.
- MARTÍNEZ-CASTILLO, J.; CAMACHO-PÉREZ, L.; VILLANUEVA-VIRAMONTES, S. et al. Genetic structure within the Mesoamerican gene pool of wild *Phaseolus lunatus* (Fabaceae) from Mexico as revealed by microsatellite markers: implications for conservation and the domestication of the species. **American Journal of Botany**, v.101, n.5, p.851-864, 2014.
- OLIVEIRA, M.S.P.; MAUÉS, M.M.; KALUME, M.A.A. Viabilidade de pólen in vivo e in vitro em genótipos de araçazeiro. **Acta Botânica Brasileira**, v.15, n.1, p.27-33, 2011.
- OLIVEIRA, M.C.P.; MEIRELLES, A.C.S.; LOPES, A.C.A. et al. Phenology, vegetative development and pollen viability. Accessions. In: FERREIRA, A.S.; LOPES, A.C.A.; GOMES, R.L. (Eds.). **Phaseolus lunatus. Diversity, Growth and Production**. 1.ed. New York: Nova Science publishers, Inc., 2015. p.1-26.
- PAGLIARINI, M.S.; POZZOBON, M.T. **II Curso de citogenética aplicada a recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004.
- PENHA, J.S.; LOPES, A.C.A.; GOMES, R.L.F. et al. Estimation of natural outcrossing rate and genetic diversity in Lima bean (*Phaseolus lunatus* L. var. *lunatus*) from Brazil using SSR markers: implications for conservation and breeding. **Genetic Resources and Crop Evolution**, p.1-10, 2016.
- SOUZA, M.M.; PEREIRA, T.N.S.; MARTINS, E.R. Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.6, p.1209-1217, 2002.
- SERRANO-SERRANO, M.L.; ANDUEZA-NOH, R.H.; MARTÍNEZ-CASTILLO, J. et al. Evolution and domestication of lima bean in Mexico: Evidence from ribosomal DNA. **Crop Science**, v.52, n.4, p.1698-1712, 2012.



SILVA, FAS. ASSISTAT. Versão 7.7 beta. DEAG-CTRN-UFCG. Atualizado em 04 de janeiro de 2016. Disponível em <<http://www.assistat.com/>>. (Acessado em: 24 de fevereiro de 2017)

BRITO DA SILVA, V.; GOMES, R.L.F.; LOPES, A.C.A. et al. Genetic diversity and promising crosses indication in Lima bean (*Phaseolus lunatus*) accessions. Semina: **Ciências Agrárias**, v.36, n.2, 2015.

SILVA, R.N.O.; BURLE, M.L.; PÁDUA, J.G. et al. Phenotypic diversity in lima bean landraces cultivated in Brazil, using the Ward-MLM strategy. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.77, n.1, p.35, 2017.

VIEIRA, R.F. A cultura de feijão-fava. **Informe Agropecuário**, v.16. n.174, p.30-37, 1992.

WEBSTER, B.D.; TUCKER, C.L.; LYNCH, S.P. A morphological study of the development of reproductive structures of *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.102, p.640-643, 1977.

ZIMMERMANN, M.J.O.; TEIXEIRA, M.G. Origem e evolução. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba (BR): POTAFOS, 1996. p.57-70.

ZANOTTO, M.; BRAMMER, S.P.; NASCIMENTO JÚNIOR, A. et al. Viabilidade polínica como seleção assistida no programa de melhoramento genético de triticale. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, Edição Especial, p.2078-2082, 2009.

Recebido para publicação em 29/6/2017 e aprovado em 19/2/2018.

FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DA MANGUEIRA 'UBÁ' EM CONSÓRCIO COM BRAQUIÁRIA E SOB ADUBAÇÃO MINERAL, ORGÂNICA E ORGANOMINERAL¹

Anália Lúcia Vieira Pacheco², Karina Schulz Borges³, Gilberto Bernardo de Freitas⁴, Gerival Vieira⁴

RESUMO - Devido ao clima apropriado ao cultivo da mangueira, a Zona da Mata mineira destaca-se pela produção de manga 'Ubá', contudo, a maior parte dos pomares é conduzida praticamente sem nenhum tipo de trato cultural, inclusive adubações e práticas de conservação do solo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fertilidade do solo e a nutrição da mangueira 'Ubá' após seis anos de cultivo com adubações mineral, orgânica e organomineral. Visando a proteção do solo e a ciclagem de nutrientes foi semeada *Brachiaria brizantha* nas entrelinhas do pomar, por ocasião do plantio das mangueiras. Utilizou-se cama de frango como adubo orgânico. O experimento iniciou em 2007, com quatro tratamentos: controle (apenas adubação de plantio), adubação mineral indicada para a cultura, adubação orgânica equivalente à adubação mineral e adubação organomineral (metade da dose da adubação mineral e metade da orgânica). Antes da implantação do pomar foi feita uma análise de solo da área experimental e ao término do experimento foram realizadas análises de solo e tecidos foliares. Adubações orgânicas proporcionaram maiores efeitos residuais de fósforo, potássio e magnésio no solo que adubações minerais e organominerais. O manejo da braquiária nas entrelinhas do pomar, através de roçadas periódicas, resultou em um aumento expressivo no teor de matéria orgânica do solo, além de propiciar a ciclagem de nutrientes. A adubação organomineral proporcionou uma nutrição mais equilibrada para as plantas.

Palavras chave: *Brachiaria brizantha*, cama de frango, cultivo de sequeiro, *Mangifera indica* L.

SOIL FERTILITY AND MANGO 'UBÁ' NUTRITION IN CONSORTIUM WITH BRACHIARIA UNDER MINERAL, ORGANIC AND ORGANOMINERAL FERTILIZER

ABSTRACT - Due to the appropriate climate for the cultivation of the mango, the Zona da Mata mineira stands out for mango production 'Ubá', however, most of the orchards are conducted practically without any cultural tract, including fertilizer and soil conservation practices. The objective of this work was to evaluate soil fertility and nutrition 'Ubá' mango after six years of cultivation with mineral fertilizer, organic and organo-mineral. Aiming to protect the soil and nutrient cycling was seeded *Brachiaria brizantha* in the orchard lines, at planting mangoes. We were used poultry litter as organic fertilizer. The experiment began in 2007, with four treatments: control (only planting fertilization), mineral fertilizer suitable for cultivation, organic fertilizer equivalent to mineral fertilizer and organic fertilizer (half of the mineral fertilizer dose and half organic). Before the orchard deployment was made a soil analysis of the experimental area and the end of experiment soil samples were collected and leaf tissues. Organic phosphorus fertilization gave higher residual effects, potassium and magnesium in the soil minerals and organo-mineral fertilizer. The management of *Brachiaria* in the orchard lines through periodic mowing resulted in a significant increase in the content of soil organic matter, as well as providing nutrient cycling. The organo-fertilizer provided more balanced plant nutrition.

Keywords: *Brachiaria brizantha*, *Mangifera indica* L., poultry litter, rain-fed cultivation.

¹ Parte da dissertação de Mestrado em Fitotecnia, UFV, do segundo autor.

² Engenheira-Agrônoma, Doutoranda. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. (31) 3899-1326. analia.pacheco@ufv.br (autora para correspondência).

³ Bióloga, Doutoranda. Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. karina.schulz.borges@gmail.com

⁴ Engenheiros-Agrônomos, DS. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36.570-000 - Viçosa, Minas Gerais, Brasil. gerival@ufv.br, bernardo@ufv.br



INTRODUÇÃO

Com o declínio da cultura da cana-de-açúcar na região da Zona da Mata mineira, na década de 90 do século passado, vários municípios da região começaram a desenvolver programas de incentivo à fruticultura, o que resultou na implantação de uma área significativa de pomares de manga, goiaba, maracujá, coco, banana, dentre outras fruteiras. As frutas produzidas são comercializadas em mercados locais e regionais de frutas in natura e também junto às indústrias de polpas, sucos e doces de frutas que se estabeleceram na região. Dentre estas destaca-se o cultivo da manga variedade 'Ubá', cuja polpa possui características de cor, sabor e textura adequadas ao processamento para produção de néctar, sucos e geleias, sendo, portanto, preferida pelas agroindústrias.

Na região da Zona da Mata mineira, na cidade de Guidoal foram produzidas 9 t ha⁻¹; em Guiricema foram 8 t ha⁻¹ e em Visconde do Rio Branco alcançou a produção 6 t ha⁻¹ de manga (IBGE, 2010). Apesar da expressiva produção de manga 'Ubá' na Zona da Mata mineira, a produtividade média dos pomares em nível regional é baixa, ficando inferior à produtividade média nacional de 13 t ha⁻¹ (MAPA, 2012). Essa diferença entre a produtividade média regional e nacional pode ser explicada pela inadequada nutrição das plantas cultivadas na região. A maior parte da produção de manga 'Ubá' da Zona da Mata é proveniente de agricultores familiares, que tem na mangicultura uma importante fonte de renda. Em 2009, parte desses agricultores aderiu voluntariamente ao sistema orgânico de produção de manga proposto por uma agroindústria regional e atualmente, a região é produtora de polpa de manga 'Ubá' convencional e orgânica, comercializada nos mercados nacional e internacional. Estes dois sistemas de produção (convencional e orgânico) necessitam de distintos sistemas de adubação de plantas, uma vez que na agricultura orgânica é proibido o uso de adubos minerais de alta solubilização (Ramos et al., 2009). A qualidade das frutas orgânicas e convencionais ofertadas a uma agroindústria da Zona da Mata mineira varia em função de diversos fatores, inclusive da adubação, entretanto, produtores orgânicos ofertaram frutas de melhor qualidade que os convencionais (Pacheco et al., 2015). Existem poucos dados na literatura sobre a resposta de mangueira a adubações orgânicas, principalmente no sistema de cultivo de sequeiro

praticado nas condições edafoclimáticas da Zona da Mata mineira.

A utilização de cama de frango na adubação orgânica de plantas constitui importante iniciativa, uma vez que na região são produzidas cerca de 300 toneladas por dia de cama de frango pelos avicultores integrados a uma indústria de alimentos instalada no município de Visconde do Rio Branco-MG. Este subproduto da criação de frangos de corte apresenta excelentes características nutricionais, podendo ser utilizado com sucesso na adubação das plantas. O aproveitamento de resíduos agrícolas na adubação de plantas, além de permitir um adequado destino aos resíduos (proteção do meio ambiente), melhora as características físico-químicas e biológicas do solo e em muitos casos permite uma redução no custo de produção da fruta (Borges et al., 2003). No Triângulo Mineiro também se observa uma grande produção de cama de frango e a busca por parâmetros para utilização deste resíduo como adubo orgânico. No capim *Brachiaria decumbens*, a aplicação de cama de frango aumentou a produtividade e os teores de P, K e Zn (Lana et al., 2010).

O sistema orgânico de produção de manga Ubá na Zona da Mata mineira apresenta elevado potencial devido às condições edafoclimáticas regionais serem adequadas ao cultivo da mangueira e também devido à crescente demanda mundial por produtos saudáveis e ecologicamente sustentáveis. Desta forma, estudos visando o estabelecimento de sistemas eficientes de adubação da mangueira 'Ubá' são necessários para aumentar ainda mais a competitividade da mangicultura regional, melhorando a produtividade dos pomares e a qualidade dos frutos produzidos.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fertilidade do solo e a nutrição da mangueira 'Ubá' após seis anos de cultivo com adubações mineral, orgânica e organomineral e manejo de braquiária nas entrelinhas do pomar.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Sementeira, localizada em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais (latitude de 21°00'37"S, longitude de 42°50'26"O, altitude de 352 m). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw (tropical chuvoso de savana) e caracteriza-se pela temperatura

média anual de 21°C, precipitação média de 1270 mm e umidade relativa de 80%.

O pomar foi implantado em 2007, com o plantio de mudas enxertadas de mangueira 'Ubá' sobre 'Ubá', em uma área de baixada, no espaçamento de 10 x 10 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (Santos et al., 2013) apresentava, por ocasião da implantação do pomar, na camada de 0 - 20 cm, as características indicadas na Tabela 1.

Em toda a área do pomar, após o plantio das mudas, foi aplicado, a lanço (superficialmente), calcário dolomítico, na dose de 1200 kg ha⁻¹, e, em seguida, semeada *Brachiaria brizantha* nas entrelinhas do pomar. Nos dois primeiros anos de cultivo (2008 e 2009), todos os frutos emitidos pelas mangueiras foram eliminados a fim de permitir um adequado crescimento vegetativo das plantas. Foram realizadas podas anuais de limpeza e abertura de copa, além do controle das plantas espontâneas (Ramos et al., 2009). A braquiária foi manejada através de roçadas periódicas nas entrelinhas e capinas manuais próximo das mangueiras. O pomar foi conduzido sem irrigação (cultivo de sequeiro) e sem pulverização de produtos fitossanitários, de forma a representar o manejo adotado pelos mangicultores familiares da região. Foram aplicadas quatro adubações: 1) controle (apenas adubação de plantio), 2) adubação mineral indicada para a cultura (MIN), 3) adubação orgânica equivalente à adubação mineral (ORG), e 4) adubação organomineral com metade da dose de adubação mineral e metade da dose orgânica (ORGM).

As plantas do tratamento controle receberam apenas a adubação de plantio com 20 litros de composto orgânico (2,09% N; 0,88% P; 1,20% K; 1,38% Ca; 0,38% Mg; 0,61% S; 134,0 mg/kg Zn; 25781,0 mg/kg Fe; 615,0 mg/kg Mn; 41,0 mg/kg Cu; 14,7 mg/kg B) + 400 g de superfosfato simples na ocasião de enchimento das covas.

As adubações minerais foram realizadas segundo a recomendação do Boletim Técnico 100 do IAC (Quaggio

et al., 1997). Nas adubações orgânica e organomineral, foram utilizados como adubo orgânico a cama de frango (2,92% N; 0,73% P; 2,75% K; 3,06% Ca; 0,99% Mg; 0,57% S; 372,0 mg/kg Zn; 8722,0 mg/kg Fe; 707,0 mg/kg Mn; 64,8 mg/kg Cu; 61,9 mg/kg B) e cinzas provenientes da queima de eucalipto (4,78% K; 1,58% P; 29,44% Ca e 1,82% Mg). Adubações de plantio, formação e produção foram feitas de acordo com a descrição das Tabelas 2, 3 e 4.

Ao término do experimento, foram realizadas análises do solo da área experimental e de tecidos foliares das mangueiras 'Ubá'. As amostragens de solo foram realizadas nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm, na região de projeção da copa das plantas, sendo coletada uma amostra composta para cada tratamento. Em cada planta, foram feitas duas amostragens, totalizando 16 pontos de amostragens por tratamento. Na amostragem foliar, foram coletadas quatro folhas por planta, uma em cada ponto cardeal, na parte mediana da copa e do último fluxo de vegetação, no período de florescimento (Silva et al., 2002). As amostras de solo e folhas foram acondicionadas de forma apropriada, identificadas e encaminhadas para laboratório credenciado para análises.

A análise estatística empregada no presente trabalho foi descritiva, sem o objetivo de comparar qual adubação promoveu melhor fertilidade e nutrição das plantas, apenas descrever os resultados encontrados. Os resultados foram apresentados com a média e o erro padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após cinco anos de cultivo, verificou-se que o pH, os teores de matéria orgânica e de macronutrientes do solo aumentaram em toda a área experimental, inclusive no controle e nas entrelinhas do pomar. O aumento de pH do solo certamente está associado à aplicação de 1200 kg ha⁻¹ de calcário logo após o plantio das mudas (Figura 1). Contudo, era de se esperar uma redução de pH nas parcelas que receberam adubação mineral

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental, antes da implantação do pomar

pH	P	K	Ca	Mg	Al	MO
	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³		dag kg ⁻¹
5,40	4,00	68,00	0,80	0,60	0,00	1,10



Tabela 2 - Adubação de plantio, formação e produção fornecida às plantas do tratamento MIN ao longo dos anos. SA (sulfato de amônio), SS (superfosfato simples), KCl (cloreto de potássio) e CO (composto orgânico)

Ano	SA (g/planta)	SS (g/planta)	KCl (g/planta)	CO (L/planta)
Plantio (2007)	0	400	0	20
1º Ano (2008)	150	0	0	0
2º Ano (2009)	300	800	140	0
3º Ano (2010)	600	1200	280	0
4º Ano (2011)	800	1600	400	0
5º Ano (2012)	1000	2000	500	0
6º Ano (2013)	1000	2000	500	0

Tabela 3 - Adução de plantio, formação e produção fornecida às plantas do tratamento ORG ao longo dos anos. CO (composto orgânico), CDF (cama de frango), TE (termofosfato) e CZ (cinza de eucalipto)

Ano	CO (L/pl.)	CDF (L/pl)	TE (g/pl.)	CZ (g/pl.)
Plantio (2007)	20	0	400	0
1º Ano (2008)	0	12	0	0
2º Ano (2009)	0	24	500	0
3º Ano (2010)	0	48	700	0
4º Ano (2011)	0	60	800	400
5º Ano (2012)	0	80	1000	500
6º Ano (2013)	0	60	1000	500

Tabela 4 - Adubação de plantio, formação e produção fornecida às plantas do tratamento ORM ao longo dos anos. CO (composto orgânico), CDF (cama de frango), TE (termofosfato), CZ (cinza), SA (sulfato de amônio), SS (superfosfato simples), KCl (cloreto de potássio)

Ano	CO (L/pl.)	CDF (L/pl)	TE (g/pl.)	CZ (g/pl.)	SA (g/pl)	SS (g/pl.)	KCl (g/pl.)
Plantio (2007)	20	0	200	0	0	200	0
1º Ano (2008)	0	6	0	0	80	0	0
2º Ano (2009)	0	12	250	0	150	400	70
3º Ano (2010)	0	24	360	0	300	600	140
4º Ano (2011)	0	30	400	200	400	800	200
5º Ano (2012)	0	40	500	250	500	1000	250
6º Ano (2013)	0	30	500	250	500	1000	250

nitrogenada (Pires et al., 2008) ao longo dos seis anos de cultivo, o que não ocorreu, certamente devido ao efeito tampão da matéria orgânica aportada ao solo pelas roçadas periódicas da braquiária presente nas entrelinhas do pomar.

Houve um aumento expressivo do teor de matéria orgânica do solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade, em toda área experimental, inclusive nas parcelas que receberam adubação mineral e nas entrelinhas do pomar, sendo que nesta última área o único manejo adotado foi a roçada periódica da braquiária (Figura 2).

Os menores acréscimos de pH ocorreram nas parcelas que receberam adubação mineral e organomineral, o que pode ter ocorrido em função da aplicação de adubos minerais, especialmente sulfato de amônio. Em bananeiras, após dois ciclos de cultivo, a adubação nitrogenada causou decréscimos significativos nos valores de pH do solo, saturação por bases e teor de Mg trocável (Teixeira et al., 2001). No presente estudo, os efeitos positivos da calagem e do acúmulo de matéria orgânica sobre o solo foi parcialmente neutralizado pela aplicação de adubos

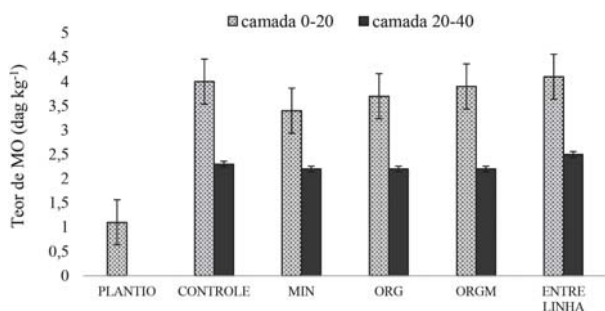


Figura 2 - Teor de matéria orgânica (dag kg⁻¹) do solo da área experimental, no plantio (2007) e ao final do experimento (2013). Adubações: controle, mineral (MIN), orgânica (ORG) e organomineral (ORGM).

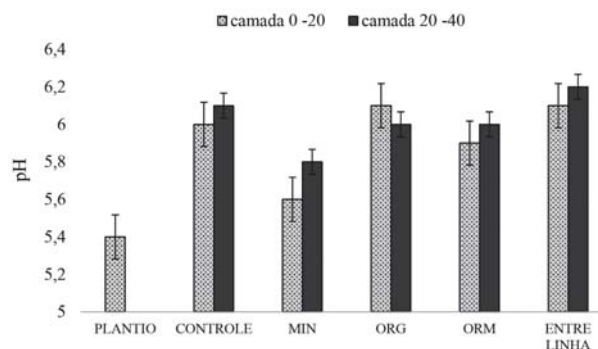


Figura 1 - Teor de pH do solo da área experimental, no plantio (2007) e ao final do experimento (2013). Adubações: controle, mineral (MIN), orgânica (ORG) e organomineral (ORM).

minerais. Pires et al. (2008) avaliando o efeito da adubação alternativa no solo cultivado com maracujazeiro amarelo, observaram que com a aplicação de adubos orgânicos houve um aumento do pH do solo em todas as profundidades, efeito este positivo para a cultura, uma vez que tal aumento promove maior disponibilidade de nutrientes. Por outro lado, o pH do solo adubado com fertilizante mineral foi menor que o adubado com adubos orgânicos. A elevação do pH do solo adubado com compostos orgânicos pode ser atribuída à formação de radical amina, R-NH₂, no processo conhecido como aminação (Tisdale & Nelson, 1967).

Em relação ao fósforo e potássio observa-se um aumento mais expressivo na camada de 0 a 20 cm de profundidade, especialmente nas parcelas que receberam adubação orgânica com cama-de-frango (Figuras 3 e 4). Provavelmente isto foi devido ao fato da adubação orgânica, equivalente a mineral, ter sido calculada baseando-se na necessidade de nitrogênio da cultura e não na necessidade de fósforo e de potássio. Assim, como a cama de frango utilizada apresentava um teor relativamente bom de fósforo e potássio (0,73% P ou 1,67% de P₂O₅; ,75% K ou 3,35% de K₂O), as quantidades aplicadas desses macronutrientes foram maiores que a necessidade da cultura, havendo efeito residual das adubações feitas ao longo dos anos.

Os aumentos de fósforo e potássio, nas parcelas que receberam adubações mineral e organomineral, indicam que as quantidades de adubos minerais e orgânico aplicadas foram superiores às demandas da cultura, havendo também efeitos residuais das adubações

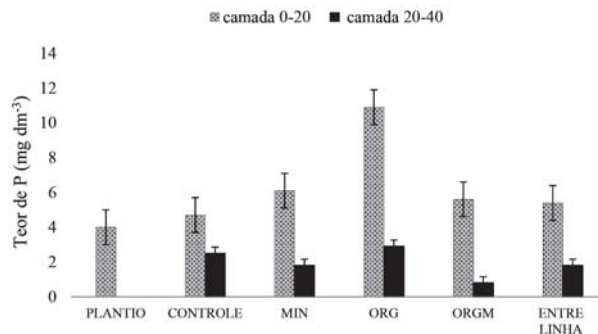


Figura 3 - Teor de P (mg dm⁻³) do solo da área experimental, no plantio (2007) e ao final do experimento (2013). Adubações: controle, mineral (MIN), orgânica (ORG) e organomineral (ORGM).

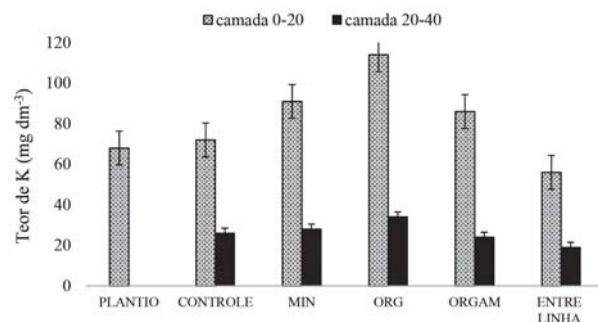


Figura 4 - Teor de K (mg dm⁻³) do solo da área experimental, no plantio (2007) e ao final do experimento (2013). Adubações: controle, mineral (MIN), orgânica (ORG) e organomineral (ORGM).



(Silva & Fontes, 2016; Vasconcelos et al., 2017). Possivelmente estes efeitos residuais ocorreram devido a uma produção de frutos menor que a expectativa de produção considerada por ocasião do cálculo das adubações anuais. Verifica-se um ligeiro aumento de fósforo na parcela controle e nas entrelinhas do pomar, especialmente na camada de 0 a 20 cm de profundidade, o que pode ser atribuído à ciclagem de fósforo pela braquiária presente nas entrelinhas. O mesmo efeito era esperado para potássio, o que não ocorreu, provavelmente devido ao fato deste elemento ser facilmente lixiviado para camadas mais profundas do solo, o que não ocorreu com o fósforo, que é um elemento pouco móvel no perfil do solo.

Os incrementos relativos de Ca, na camada de 0-20 cm, foram de 675%, 562,5%, 625%, 625% e 625% em relação ao plantio para os tratamentos controle, adubação mineral, orgânica, organomineral e na entre linha das plantas, respectivamente. Na camada de 20-40 cm, foram de 562,5%, 500%, 512,5%, 562,5% e 267% em relação ao plantio para os tratamentos controle, adubação mineral, orgânica, organomineral e na entre linha das plantas, respectivamente. Esses resultados são, provavelmente, devidos à calagem superficial realizada em toda área do pomar logo após o plantio das mudas (Figura 5). Em relação ao magnésio, uma vez que foi utilizado calcário dolomítico, os incrementos relativos, na camada de 0-20 cm, foram de 283%, 250%, 283%, 283% e 266% em relação ao plantio para os tratamentos controle, adubação mineral, orgânica, organomineral e na entre linha das plantas, respectivamente. Na camada de 20-40 cm, foram de 250%, 250%, 233%, 266% e 233% em relação ao plantio para os tratamentos controle, adubação mineral, orgânica, organomineral e na entre linha das plantas, respectivamente (Figura 6). O incremento de 283% no teor de magnésio, na camada de 0-20 cm, na parcela que recebeu adubação orgânica se deve ao fato da cama de frango apresentar 0,99% de Mg. Uma das grandes vantagens da utilização de adubos orgânicos nas adubações de plantas é que estes, além de fornecerem NPK, fornecem também vários outros nutrientes essenciais às plantas.

Em cultivo orgânico de mangueiras ‘Tommy Atkins’, conduzidas com irrigação, no semi-árido nordestino, Silva et al. (2013) determinaram que o uso de compostos orgânicos foi eficiente no aumento dos teores de matéria orgânica do solo e pH, mas este em pequena intensidade

e apenas na profundidade de 20 - 40 cm. O suprimento de nutrientes às fruteiras em sistemas orgânicos pode ser feito através de diferentes práticas e adubos. Os adubos utilizados podem ser obtidos na própria unidade de produção (livres de contaminantes) - como compostos orgânicos, vermicomposto ou esterco animais - ou podem ser adquiridos fora da unidade produtiva, desde que autorizados pela certificadora. A composição dos esterco varia de acordo com a espécie animal, a cama utilizada, a alimentação do animal e os cuidados na sua manipulação (Borges et al., 2003).

O teor de Al no solo da área experimental não se alterou, permanecendo em $0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 1).

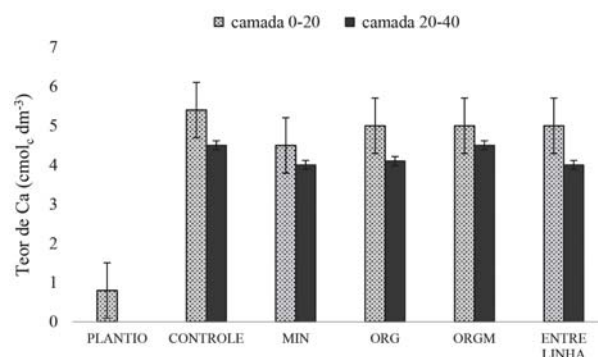


Figura 5 - Teor de Ca ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) do solo da área experimental, no plantio (2007) e ao final do experimento (2013). Adubações: controle, mineral (MIN), orgânica (ORG) e organomineral (ORGM).

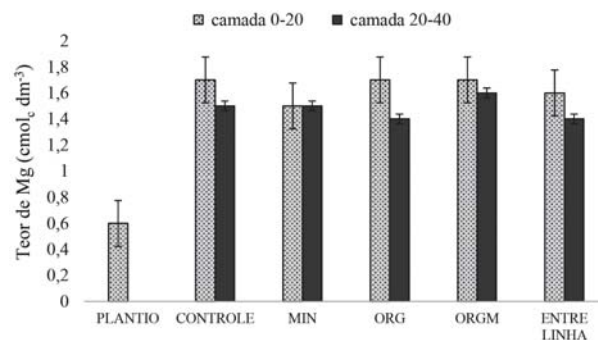


Figura 6 - Teor de Mg ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) do solo da área experimental, no plantio (2007) e ao final do experimento (2013). Adubações: controle, mineral (MIN), orgânica (ORG) e organomineral (ORGM).

Além do benefício da calagem, o aumento nos teores de nutrientes, de pH e de matéria orgânica no tratamento controle e nas entrelinhas do pomar pode estar associado ao processo de ciclagem de nutrientes, uma vez que o pomar era roçado três vezes ao ano e toda biomassa roçada era deixada sobre o solo. Resíduos culturais na superfície do solo constituem importante reserva de nutrientes (Rosolem et al., 2003). Porém, para que a cultura seja beneficiada, deve haver sincronia entre o nutriente liberado pelo resíduo da planta de cobertura e a demanda da cultura de interesse comercial (Braz et al., 2004). A espécie dominante na área experimental era o capim *Brachiaria brizantha*, que apresentou uma elevada capacidade de produção de biomassa. Como a área não estava aberta ao pastejo de animais, toda a biomassa produzida foi adicionada solo.

Em relação aos teores de P e K no solo os maiores aumentos nos níveis destes nutrientes ocorreram nas parcelas adubadas, especialmente nas parcelas que receberam adubação orgânica. Este aumento de P e K ocorreu provavelmente devido aos efeitos residuais das adubações orgânicas realizadas ao longo dos anos. Santos et al. (2010) avaliando o efeito residual da adubação orgânica com esterco bovino sobre o acúmulo de nutrientes no solo e a produtividade do milho, encontraram maior efeito residual nas parcelas adubadas com esterco bovino. Além disso, ao longo de dois anos de estudo, os teores de P, K, Ca e Mg no solo foram mais elevados nas parcelas que receberam esterco como adubo. Como o cálculo das adubações orgânicas foi baseado na necessidade da cultura por N adicionou-se, de modo geral, maiores quantidades dos outros nutrientes que as exigidas pela cultura. O aumento nos teores de K, e, principalmente, de P, em solos que recebem adubações orgânicas frequentes é bastante comum. A aplicação de esterco de caprino contribuiu para melhorar as características do solo, principalmente, a fertilidade, obtendo aumentos dos teores de P, K e Mg, comparativamente ao solo com ausência de adubo orgânico (Melo et al., 2009).

Plantas que receberam adubação organomineral apresentaram teores foliares de nutrientes ligeiramente superiores às demais, indicando uma boa eficiência da adubação organomineral na nutrição das plantas (Figura 7). Para a mangueira, as faixas de macro e micronutrientes consideradas adequadas nos tecidos foliares são: 12 a 14 g kg⁻¹ para N; 0,8 a 1,6 g kg⁻¹ para P; 5 a 10 g kg⁻¹ para K; 20 a 35 g kg⁻¹ para Ca; 2,5 a

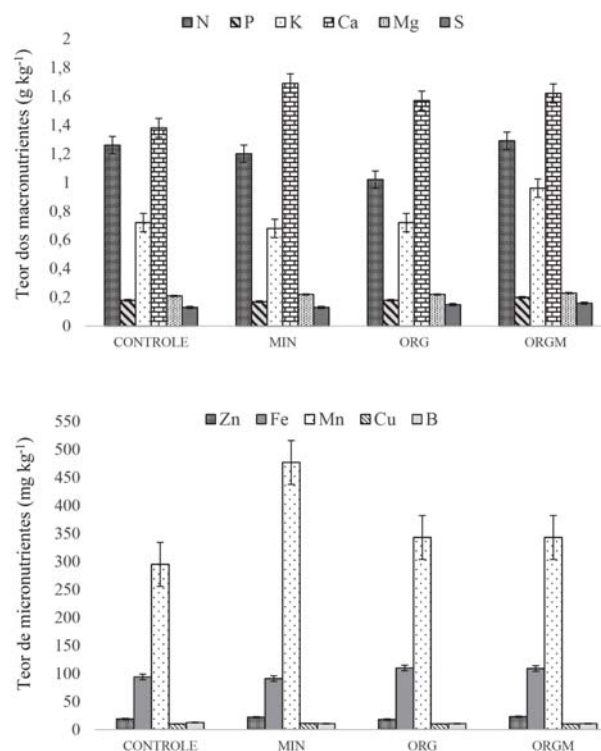


Figura 7 - Teor foliar de macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu, B) em mangueiras 'Ubá', ao final do experimento (2013). Adubações: controle, mineral (MIN), orgânica (ORG) e organomineral (ORGM).

5,0 g kg⁻¹ para Mg; 0,8 a 1,8 g kg⁻¹ para S; 50 a 100 mg kg⁻¹ para B; 10 a 50 mg kg⁻¹ para Cu; 50 a 200 mg kg⁻¹ para Fe; 50 a 100 mg kg⁻¹ para Mn e 20 a 40 mg kg⁻¹ para Zn (Silva et al., 2002).

Plantas que receberam adubação orgânica apresentaram os mais baixos teores de N foliar (10,2 g/kg), ficando um pouco abaixo da faixa indicada para a cultura, o que pode ser atribuído ao fato da adubação orgânica ter sido calculada baseada na necessidade da cultura em nitrogênio, ou seja, foi adicionada apenas a quantidade de N exigida pela cultura, e também à liberação mais lenta dos nutrientes presentes nos adubos orgânicos comparados aos adubos minerais (Silva et al., 2014). Todas as plantas apresentaram teores foliares de P acima da faixa recomendada, teores de K dentro da faixa e teores de Ca, Mg e S abaixo da faixa indicada para a cultura. Plantas do tratamento controle apresentaram, de modo geral, teores foliares de nutrientes

próximos de plantas adubadas certamente devido à baixa exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos.

Os teores foliares de nutrientes avaliados na última safra não variaram muito entre as plantas que receberam os diferentes tipos de adubação, apesar da detecção de diferentes teores de nutrientes no solo. Os teores foliares de N, K e Ca obtidos no presente trabalho são inferiores aos obtidos por Silva et al. (2013), sendo observado efeito contrário em relação ao teor foliar de P. Atribui-se à ausência de irrigação os menores teores nutricionais obtidos nas condições desse experimento, uma vez que no trabalho de Silva et al. (2013) a irrigação era realizada diariamente.

CONCLUSÕES

Adubações orgânicas realizadas com cama de frango, ao longo de seis anos de cultivo, resultam em maiores efeitos residuais de fósforo, potássio e magnésio no solo que adubações minerais e organominerais.

O manejo de *Brachiaria brizantha*, presente nas entrelinhas do pomar, através de roçadas periódicas, resulta em um aumento expressivo no teor de matéria orgânica do solo, além de propiciar a ciclagem de nutrientes.

A adubação organomineral proporciona uma nutrição mais equilibrada das plantas.

LITERATURA CITADA

BORGES, A.L.; TRINDADE, A.V.; SOUZA, L.S. et al. Cultivo orgânico de fruteiras tropicais: manejo do solo e da cultura. **Circular técnica**, 64. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 12p.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J. et al. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, p.83-87, 2004.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Séries Estatísticas. 2010. Disponível em: <http://serieestatisticas.ibge.gov.br/>. Acesso em: 08/02/2013.

LANA, R.M.Q.; ASSIS, D.F.; SILVA, A.A. et al. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. **Bioscience Journal**, v.26, n.2, p.249-256, 2010.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Estatísticas**. 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas>. Acesso em: 08/02/2012.

MELO, R.F.; BRITO, L.T.L.; PEREIRA, L.A. et al. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.1264-1267, 2009.

PACHECO, A.L.V.; BORGES, K.S.; VIEIRA, G. et al. Qualidade da manga ‘Ubá’ orgânica e convencional ofertada a uma agroindústria da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.5, n.1, p.130-136, 2015.

PIRES, A.A.; MONNERAT, P.H.; MARCIANO, C.R. et al. Alternative manuring of the yellow passion fruit plant: effects on chemical and physical characteristics of the soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.5, p.1997-2005, 2008.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B.V.; PIZA JUNIOR, C.T. Frutíferas. In: RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. et al. (Eds) **Boletim Técnico 100 - Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Instituto Agrônomo, Fundação IAC. Campinas, SP. p.121-153.1997.

RAMOS, A.M.; FREITAS, G.B.; NEVES, E.G.F. et al. **Manga “Ubá” orgânica – Boas práticas agrícolas para produção destinada à agroindústria**. Departamento de Tecnologia de Alimentos, UFV, Viçosa, MG. 2009. 75p.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.355-362, 2003.

SANTOS, A.F.; MENEZES, R.S.C.; FRAGA, V.S. et al. Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p.1267-1272, 2010.



SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SILVA, D.J.; QUAGGIO, J.A.; PINTO, P.A.C. et al. Nutrição e adubação. *In*: GENÚ, P.J.C.; PINTO, A.C.Q. (Eds) **A cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.192-221, 2002.

SILVA, D.J.; MOUCO, M.A.C.; GAVA, C.A.T. et al. Composto orgânico em mangueiras (*Mangifera indica* L.) cultivadas com semiárido do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.3, p.875-882, 2013.

SILVA, H.R.F; FONTES, P.C.R. Adubação potássica e seu efeito residual sobre a produção e a qualidade de tubérculos de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.7, p.842-848, 2016.

SILVA, V.B.; SILVA, A.P.; DIAS, B.O. et al. Decomposition and mineralization of N, P and K of cattle manure and poultry litter isolated or mixed. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.5, p.1537-1546. 2014.

TEIXEIRA, L.A.J.; NATALE, W.; RUGGIERO, C. Alterações em alguns atributos químicos do solo decorrentes da irrigação e adubação nitrogenada e potássica em bananeira após dois ciclos de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3, p.684-689, 2001.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. **Soil fertility and fertilizers**. 2.ed. New York, Macmillan, 1967. 694p.

VASCONCELOS, U.A.A.; COSTA, C.C.; OLIVEIRA, M.N. et al. Efeito residual do esterco ovino no cultivo da alface em diferentes espaçamentos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n.3, p.508-511, 2017.

Recebido para publicação em 5/11/2017 e aprovado em 9/3/2018.



ORGANIC MAIZE: CHANGES IN AMINO ACID COMPOSITION

Dayana Cristina de Oliveira Pereira¹, Rodrigo Henriques Longaresi¹, Gustavo do Valle Pereira¹, Diego Fontebasso Pelizari Pinto¹, Sérgio Kenji Homma¹, Luiz Carlos Demattê Filho¹

ABSTRACT - The aim of this study was to assess the bromatological quality and the content of essential amino acids in maize grains produced using two different cropping systems: organic and conventional. The experimental area was four hectares, divided into two hectares per system. In the conventional management, agrochemicals from conventional maize production were used. In the organic management, inputs permitted by the current Brazilian legislation on organic production were used. For each system, 10 plots of 9 m² each were established, from which experimental samples were harvested. A significant difference was found in the bromatological quality of maize grains. The conventional management provided greater crude protein content. Significant changes were also found in the following amino acids: methionine, threonine, arginine, isoleucine, leucine, valine, histidine, and phenylalanine, which showed lower levels in the organic management. The results confirm the need to determine food composition before diet formulation, since using preestablished food compositions probably leads to differences between what was formulated and what was actually given to poultry. The type of management influenced the quality of maize grains. The management of plant nutrition in the organic system should be refined to adequately supply nitrogen, thus improving bromatological and amino acid quality of the grains.

Keywords: amino acids, ecological management, methionine, threonine.

MILHO ORGÂNICO: MUDANÇAS NA COMPOSIÇÃO AMINOACÍDICA

RESUMO - O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade bromatológica e o teor dos aminoácidos essenciais em grãos de milho produzidos em dois sistemas de produção: orgânico e convencional. A área experimental era de quatro hectares, dois hectares por tratamento. No manejo convencional utilizou agroquímicos permitidos para a produção convencional da cultura. No manejo orgânico utilizou os insumos permitidos pela legislação orgânica vigente. Para cada tratamento estabeleceu-se 10 parcelas experimentais de 9 m². Estas foram colhidas individualmente para obtenção das amostras experimentais. Houve diferença significativa na qualidade bromatológica dos grãos de milho. O manejo convencional proporcionou maior teor de proteína bruta. Também foi observado alterações significativas na porcentagem dos aminoácidos metionina, treonina, arginina, isoleucina, leucina, valina, histidina e fenilalanina, os quais foram inferiores no manejo orgânico. Tal resultado ratifica a necessidade de determinar a composição dos alimentos antes da formulação das rações, uma vez que, utilizar as composições dos alimentos preestabelecidas provavelmente implique em diferenças entre o que foi formulado e o que de fato foi consumido pelas aves. O manejo empregado alterou a qualidade dos grãos de milho. A nutrição no manejo orgânico deve ser aprimorada para disponibilizar maiores quantidades de minerais ao milho melhorando a qualidade bromatológica e aminoacídica dos grãos.

Palavras chave: aminoácidos, manejo ecológico, metionina, treonina.

¹ Researcher at Centro de Pesquisa Mokiti Okada - CPMO. E-mail address: dayana.pereira@cpmo.org.br



INTRODUCTION

The Brazilian maize yield in 2015/2016 was 82 million tons harvested in an area of approximately 16 million hectares (Conab, 2016). There are no official reports informing the proportion of organic maize, which hinders the establishment of a productive chain that meets national demands for the grain.

Low supply of organic maize partly stems from difficulties in the production process. Low efficiency in weed control without using herbicides, lack of genetic materials adapted to organic management, and low supply of efficient nitrogen sources are problems to be addressed.

It is estimated that 51% of the Brazilian maize yield is used in the poultry industry (Batista, 2016). Maize is the main energy source for these animals, as well as an important source of protein and amino acids (Lima, 2000). This cereal constitutes up to 80% of poultry diets, and its main limitation is the low content of lysine and tryptophan (Brito et al., 2005).

Although national tables of food composition provide standard nutritional values, several management-related factors may change maize production and quality (Bento, 2011), greatly affecting diet formulation. Thus, we hypothesize that maize grains differ in terms of nutritional quality depending on the cropping system (organic or conventional) adopted.

In the context of tendency of formulating diets based on the concept of precision livestock farming and due to the increasing demand for using less agrochemicals, the aim of this study was to assess the bromatological quality and the content of essential amino acids in maize grains produced using two cropping systems: organic and conventional.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted during the 2015/2016 harvest in the municipality of Mogi Guaçu, state of São Paulo, Brazil, at the geographic coordinates 22° 07' 58" S, 47° 10' 30" W, and at an altitude of 648 meters. This is a tropical wet climate region characterized by dry winters and rainy summers. Maximum, minimum, and mean temperatures were 33.5°C, 19°C, and 26.3°C, respectively. Precipitation in this period was 1,057 mm. Soil in the experimental area consisted of oxisol with 14%, 14%, and 72%

of clay, silt, and sand, respectively, at a depth of 0 to 20 cm. Chemical fertility of the soil layer used for conventional and organic management is shown in Table 1.

The two cropping systems were implemented in an experimental area of four hectares, divided into two hectares per system. Conventional management used the necessary and sufficient inputs to establish the crop with no phytosanitary and phytotechnical damages (Table 2). Organic management, in turn, used only inputs permitted by the law no. 10.831, of December 23, 2003 (Brasil, 2003) and regulated by the regulatory instructions no. 46, of October 6, 2011 (Brasil, 2011) and no. 17, of June 18, 2014 (Brasil, 2014).

The final population of hybrid maize consisted of 60,000 plants ha⁻¹ with plants spaced 45 cm. The experiment lasted 156 days, which was the period between sowing and harvesting.

Fourteen days after seedling emergence, the area of each cropping system was divided into 10 plots of 9 m² each. Cobs were manually harvested to obtain experimental samples. The method described by Silva & Queiroz (2002) was used to determine bromatological quality. Near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) was used to quantify essential amino acids.

Data were evaluated using analysis of variance (ANOVA). The Shapiro-Wilk test and Bartlett's test were used to assess normality of data and homogeneity of variances. Means were compared using Tukey's post hoc test at the 5% significance level.

RESULTS

A significant difference was found in the bromatological quality of maize grains. The conventional management provided greater crude protein content. The other variables did not show a statistically significant change (Table 3).

Regarding the content of essential amino acids, organic management showed lower levels ($P < 0.05$) of methionine, threonine, arginine, isoleucine, leucine, valine, histidine, and phenylalanine (Figure 1).

Abbreviations: Met: methionine, Lys: lysine, Thr: threonine, Trp: tryptophan, Arg: arginine, Ile: isoleucine, Leu: leucine, Val: valine, His: histidine, Phe: phenylalanine.



Table 1 - Soil fertility in the conventional and organic management systems

Management	pH	OM	P	S	K	Ca	Mg	H+Al	Al	V
	CaCl ₃	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		mmol dm ⁻³					%
Conv.	5.8	10.0	27.0	9.6	0.9	18.0	5.4	17.0	0.4	59.0
Org.	6.1	15.0	22.0	6.7	1.5	21.0	5.6	15.0	0.4	65.0

Abbreviations: Conv: conventional, Org: organic, OM: organic matter, P: phosphorus, S: sulfur, K: potassium, Ca: calcium, Mg: magnesium, H+Al: hydrogen + aluminum, Al: aluminum, V: base saturation.

Table 2 - Description of inputs used in the conventional and organic maize management systems

Management	Basal fertilizer application, kg ha ⁻¹	Top-dressing fertilizer application, kg ha ⁻¹	Pest control	Weed control
Conv.	200 kg of organomineral fertilizer 4-8-6	200 kg of organomineral fertilizer 4-8-6	Methomyl, teflubenzuron, sulfur, lambda-cyhalothrin,	Chlorpyrifos, atrazine, S-metolachlor
Org.	200 kg ha ⁻¹ of organic fertilizer ¹ 3-3-3	200 kg ha ⁻¹ of organic fertilizer ¹ 3-3-3	chlorantraniliprole Azadirachtin A/B, <i>Bacillus thuringiensis</i>	Mechanical cultivator

Abbreviations: Conv: conventional, Org: organic. ¹Microgranular poultry manure.

Table 3 - Bromatological quality of maize grains from conventional and organic management systems

Management	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Crude fiber (%)	Ethereal extract (%)	Mineral matter (%)
Conv.	86.59 ± 0.15 ^a	9.86 ± 0.17 ^a	2.51 ± 0.10 ^a	3.48 ± 0.28 ^a	1.43 ± 0.02 ^a
Org.	87.14 ± 0.20 ^a	9.28 ± 0.12 ^b	2.49 ± 0.10 ^a	3.65 ± 0.46 ^a	1.34 ± 0.02 ^a
CV (%)	0.50	4.99	9.00	23.90	5.00

(1) Same letter along the same column denotes no significant difference by Tukey's post hoc test at the 5% significance level. Abbreviations: Conv: conventional, Org: organic, CV: coefficient of variation.

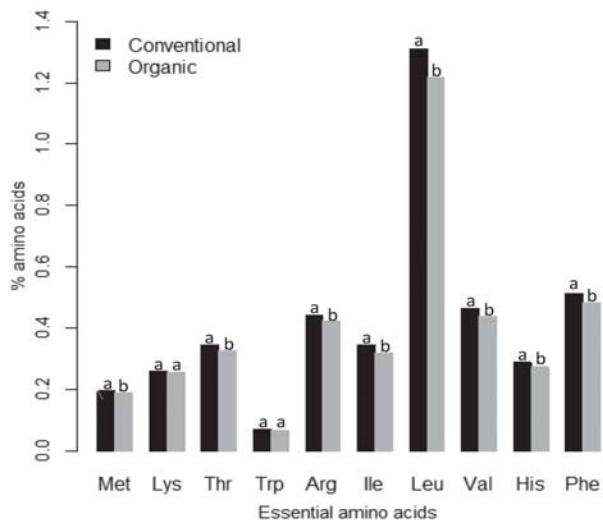


Figure 1 - Essential amino acid quantification (%) in conventional and organic maize grains.

Abbreviations: Met: methionine, Lys: lysine, Thr: threonine, Trp: tryptophan, Arg: arginine, Ile: isoleucine, Leu: leucine, Val: valine, His: histidine, Phe: phenylalanine.

DISCUSSION

Several studies have shown changes in maize quality due to agricultural management and emphasized the influence of nitrogen fertilization on the percentage of crude protein (Hawkesford et al., 2012). Thus, the greater crude protein content found in the conventional management may be associated with the type of input used in each system. In the organic management, an organic source was used, while in the conventional management, a combination of organic and mineral (organomineral) fertilizers was used. This shows the need to refine the organic management in order to increase nitrogen content in maize crops. Possible solutions include the use of legumes in rotation, intercropping, and the development of specific fertilizers to this management modality.

Another point to be considered is the genetic material used in the experiment. Pereira et al. (2017) also compared the quality of organic and conventional

maize grains and found higher levels of crude protein in the organic cropping system, which used open-pollinated cultivars. According to Made & Lambert (2007), open-pollinated seeds have not been genetically modified to increase productivity, a process that results in loss of nutrients such as protein and oil. Therefore, initiatives that promote the production of seeds adapted to organic management are necessary.

Regarding to the maize essentials amino acids, the crop managements provided differences on their profiles. The conventional maize showed higher content in eight out of ten essential amino acid, when it was compared to the organic maize ($P < 0.05$) (Figure 1). The methionine and threonine were among these eight higher amino acid contents and they are considered the first and third limiting amino acid to poultry growing. Ribeiro (2016) found similar result in a study which the higher dose of mineral nitrogen provided greater foliar nitrogen and total amino acid content.

The change in amino acid levels may be related to the availability of nutrients. In organic fertilizers, commonly used in organic management, the percentage of total mineralized nitrogen is approximately 40 to 60%, in a process that depends on soil moisture and temperature. Conversely, mineral fertilizers such as urea show a mineralization rate above 90% (Agehara & Warncke, 2005). Furthermore, yield increase has been reported when mineral nutrients are associated with organic material in fertilization (Kiehl, 1993). Such interaction, thus, may have contributed to increase differences in maize quality in the present study, since this association was used only in the conventional management.

In addition to issues related to fertilization management, it should be noted that the principle of the organic system is soil and productive environment balance, which, according to Theodoro (2001), requires 2- to 3-year intervals. Another important point is that the contents of protein (9.28) and essential amino acids found in organic maize grains are consistent with, or in some cases even higher than, the results described by Rostagno et al. (2011).

The lower content of essential amino acids found in organic grains shows the importance of the regulatory instruction n°. 17 (Brasil, 2014), which permitted the use of synthetic amino acids in the Brazilian organic production. The main objective of this permission was

to prevent deficiency diseases, in view of the importance of proteins in immune response (Trevisol, 2016) and the lack of natural and efficient sources of amino acids (Demattê et al., 2015). The results of the present study also confirm the need to determine food composition before diet formulation, since using preestablished food compositions probably leads to differences between what was formulated and what was actually given to poultry.

CONCLUSIONS

Higher levels of protein and essential amino acid contents were found in the conventional management; however, the levels found in the organic grains are compatible with the recommended values in the literature. The management of plant nutrition in the organic system should be refined to adequately supply nitrogen, thus improving bromatological and amino acid quality. Furthermore, genetic materials should be developed with the purpose of accumulating greater amino acid content in organic management systems.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the Mokiti Okada Research Center and the Korin Agropecuária Ltda. for funding this research.

LITERATURE CITED

- AGEHARA, S.; WARNCKE, D.D. Soil moisture and temperature effects on nitrogen release from organic nitrogen sources. **Soil Science Society of America Journal, Nutrient Management & Soil & Plant Analysis**, v.69, p.1844-1855, 2005
- BATISTA L.F. **Avaliação nutricional da qualidade do milho para frangos de corte em Goiás**. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Goiânia, GO: Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, 2016. 73p.
- BENTO, L.F. **Qualidade física e sanitária de grãos de milho armazenados em Mato Grosso**. Dissertação (Mestre em Agricultura Tropical). Cuiabá, MT: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, 2011. 71p.



BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. 2003. In: http://www.presidencia.gov.br/cccivil_03/Leis/2003/L10.831.htm (acessado em 29 ago. 2016).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução normativa Nº 17. 2014. In: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/IN-17.pdf (acessado em 29 ago. 2016).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa n. 46, de 07 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal, bem como as listas de substâncias permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Diário Oficial, Brasília, 07 out. 2011. Seção 1. 32p.

BRITO, A.B.; STRINGHINI, J.H.; CRUZ, C.P. Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para aves. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.1, p.19-26, 2005.

CAMPANHA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. 2016. In: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_09_15_18_32_boletim_12_setembro.pdf (acessado em 03 out. 2016)

DEMATTÊ FILHO, L.C.; PEREIRA, D.C.O.; PEREIRA, G.V. et al. Effect of an unusual source of methionine on the performance of organic chickens. **Organic Agriculture**, v.5, p.1-7, 2015.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T. et al. Functions of macronutrients. In: MARSCHNER, H. (3 Ed) **Mineral nutrition of higher plants**. London Academic Press, 2012. p.135-189.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: Edição do autor, 1993. 189p.

LIMA, G.J.M.M. Qualidade nutricional do milho: situação atual e perspectivas In: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos. Campinas, 2000. **Anais...** Campinas: CBNA, 2000. p.153-174.

MADE, J.M.; LAMBERT, R.J. Selection response for increase grain yield in two high oil maize synthetics. **Indonesian Journal Science**, Bogor, v.8, p.1-9, 2007.

PEREIRA, G.V.; LONGARESI, R.H.; PEREIRA, D.C.O. et al. Alterações no teor de proteína do milho: Efeito do manejo com implicações na nutrição das aves. **Avicultura Industrial**, campinas, v.1264, p.44-47, 2017.

RIBEIRO, L.R.P. **Efeitos de plantas de cobertura e da adubação nitrogenada nas frações da matéria orgânica do solo e na produtividade do milho**. Dissertação (Mestre em Agronomia). Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2016. 53p.

ROSTAGNO H.S.; ALBINO L.F.T.; DONZELE J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2011. 252p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. (3.ed) **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

THEODORO, V.C.A. **Caracterização de produção do café orgânico, em conversão e convencional**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2001. 214p.

TREVISOL, I.M. **Sistema imune das aves**. 2016. In: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/sistema-imune-das-aves/20080911-111208-3311> (acessado em 30 mai. 2017).

Recebido para publicação em 9/1/2018 e aprovado em 28/3/2018.



QUALIDADE DE MUDAS DE *JACARANDA CUSPIDIFOLIA* PRODUZIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Sara Bezerra Bandeira^{1*}, Hallefy Elias Fernandes², Gessica Hashimoto de Medeiros¹, Marciane Cristina Dotto³, Flavia Barreira Gonçalves², Nadia da Silva Ramos², Eduardo Andrea Lemus Erasmo⁴

RESUMO - Os resíduos sólidos vêm se apresentando nos últimos anos como um dos maiores problemas ambientais no Brasil e no mundo. Todavia, a utilização destes resíduos como componentes de substratos para a produção florestal pode ser uma alternativa viável para destinação final desses materiais. O objetivo do presente estudo foi avaliar o uso de diferentes combinações e proporções de resíduos orgânicos como alternativa para produzir mudas de qualidade. Foram formulados sete substratos utilizando-se fibra de coco (FC), casca de arroz carbonizada (CAC) e substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita (SC) utilizado para efeitos comparativos, conforme as seguintes composições: T1 - 100% SC; T2 - 80% FC + 20% CAC; T3 - 70% FC + 30% CAC; T4 - 60% FC + 40% CAC; T5 - 50% FC + 50% CAC; T6 - 40% FC + 60% CAC; T7 - 30% FC + 70% CAC; e T8 - 20% FC + 80% CAC. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído de 8 tratamentos, com quatro repetições de quatro mudas respectivamente, totalizando 16 mudas para cada tratamento. A semeadura foi realizada em tubetes de polipropileno de 290 cm³. Após 90 dias da semeadura foram avaliadas as seguintes características nas mudas: altura; diâmetro; comprimento de raiz; massa seca total; relação entre a altura e o diâmetro; relação entre a altura e a massa seca da parte aérea; relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular e índice de qualidade de Dickson. Diante dos resultados, os tratamentos com 30% de fibra de coco adicionados a 70% de casca de arroz carbonizada (T7) e 20% de fibra de coco adicionados a 80% de arroz carbonizada (T8) proporcionam maior padrão de qualidade de mudas de *Jacaranda cuspidifolia*.

Palavras chave: combinação de substratos, parâmetros morfológicos, resíduos orgânicos.

QUALITY OF *JACARANDA CUSPIDIFOLIA* SEEDLINGS PRODUCED ON DIFFERENT SUBSTRATES

ABSTRACT - Solid waste has been presenting in the last years as one of the biggest environmental problems in Brazil and in the world. However, the use of these residues as components of substrates for forest production can be a viable alternative for final destination of these materials. The objective of the present study was to evaluate the use of different combinations and proportions of organic residues as an alternative to produce quality seedlings. Seven substrates were formulated using coconut fiber (CF), charcoal rice husk (CAC) and commercial substrate based on pinus bark and vermiculite (SC) used for comparative purposes, according to the following compositions: T1 - 100% SC; T2 - 80% FC + 20% CAC; T3 - 70% FC + 30% CAC; T4 - 60% FC + 40% CAC; T5 - 50% FC + 50% CAC; T6 - 40% FC + 60% CAC; T7 - 30% FC + 70% CAC; e T8 - 20% FC + 80% CAC. The experimental design was entirely randomized, with 8 treatments and 5 repetitions. with four replications of four seedlings respectively, totaling 16 seedlings for each treatment. The sowing was done in polypropylene tubes of 290 cm³. After 90 days of sowing, the following characteristics were evaluated in the seedlings: height; diameter; Root length; Total dry mass; Relationship between height and diameter; Relationship between height and dry mass of shoot; Relationship between dry shoot mass and dry mass of the root system and Dickson quality index. Considering the results, treatments with 30% of coconut fiber added to 70% of carbonized rice husk (T7) and 20% of coconut fiber added to 80% of charred rice (T8) provide a higher quality standard of *Jacaranda* seedlings *Jacaranda cuspidifolia*.

Palavras chave: aminoácidos, manejo ecológico, metionina, treonina.

¹ Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi; * Autor para correspondência: sarabbandeira@mail.uft.edu.br.

² Doutorado em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi.

³ Pós-Doutorado em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi.

⁴ Docente do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi.



INTRODUÇÃO

A preocupação mundial referente à qualidade ambiental tem aumentado a cada dia. Por causa dos processos históricos de ocupação do território nacional e do uso e comercialização de forma indiscriminada dos recursos vegetais, o bioma Cerrado vem sendo gradativamente substituído por áreas de pastagem e lavoura (IBGE, 2012).

A busca por produtos e serviços voltados à recuperação de áreas degradadas e ou perturbadas tem crescido atualmente, em especial à produção de mudas de espécies florestais nativas. No entanto, para se obter sucesso na produção de mudas, uma das principais características que devem ser consideradas é a qualidade das mudas (Melotto et al., 2009).

Existem diversos fatores que afetam a qualidade de mudas, entre eles pode-se citar: qualidade da semente, tipo de recipiente, adubação, substrato e manejo das mudas em geral. Assim o substrato é o fator que exerce influência significativa no crescimento das mudas florestais, sendo vários os materiais que podem ser usados na sua composição original ou combinados (Cruz et al., 2006). Para escolha de um substrato, deve-se observar principalmente, seus aspectos físicos e químicos, a espécie a ser plantada e os aspectos econômicos, como baixo custo e grande disponibilidade (Assenheimer, 2009).

Os resíduos sólidos vêm se apresentando nos últimos anos como um dos maiores problemas ambientais no Brasil e no mundo. O crescimento da população tem levado à produção de grandes quantidades de resíduos, grande parte deles passíveis de reciclagem ou de reutilização, com consequentes benefícios ambientais, podendo contribuir para a preservação dos recursos naturais (Trazzi et al., 2014).

A utilização de resíduos orgânicos como componentes de substratos para a produção florestal pode ser uma alternativa viável para destinação final desses materiais. A utilização desses produtos pode ainda promover a diminuição dos elevados custos produção e também são soluções interessantes para problemas ambientais (Santos et al., 2014).

Neste contexto, objetivou-se avaliar o uso de diferentes combinações e proporções de fibra de coco e casca de arroz carbonizada, com a finalidade de produzir mudas de qualidade de *Jacaranda cuspidifolia*.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental de Pesquisa do Campus Universitário de Gurupi, pertencente à Universidade Federal do Tocantins - UFT, localizado na região sul do Estado do Tocantins a 280 m de altitude, sob as coordenadas 11° 43' S e 49° 04' W. O Clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Tropical de savana (Aw), úmido com pequena deficiência de água no inverno (PEEL, 2007). A temperatura média anual é de 29,5°C e precipitação média anual de 1.804 mm, sendo verão chuvoso, inverno seco e elevado déficit hídrico entre os meses de maio a setembro (Vaz-de-Melo et al., 2010).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído de 8 tratamentos, com quatro repetições de quatro mudas respectivamente, totalizando 16 mudas para cada tratamento.

A base dos diferentes tratamentos de substratos foi a Fibra de Coco (FC) e a Casca de Arroz Carbonizada (CAC), ambos os materiais renováveis, sendo o substrato comercial à base de casca de pínus e vermiculita (SC) utilizado para efeitos comparativos. Foram formulados oito substratos (S), conforme as seguintes composições: T1 - 100% SC; T2 - 80% FC + 20% CAC; T3 - 70% FC + 30% CAC; T4 - 60% FC + 40% CAC; T5 - 50% FC + 50% CAC; T6 - 40% FC + 60% CAC; T7 - 30% FC + 70% CAC; e T8 - 20% FC + 80% CAC.

As sementes da espécie estudada foram coletadas em árvores matrizes localizada na Universidade Federal do Tocantins, as mudas foram produzidas em tubetes de 290 cm³, por meio de semeadura manual, com três sementes por recipiente, logo após, as sementes foram cobertas com uma camada do substrato correspondente (em torno de 0,5 cm). Após 30 dias, foi efetuado o raleio, permanecendo apenas a muda com maior vigor e mais centralizada do tubete. Depois da semeadura, os tubetes foram acondicionados em casa de sombra coberta com sombrite de cor preta, permitindo a passagem de 50% da luminosidade, utilizando um sistema de irrigação automático por microaspersores, três vezes ao dia, apresentando uma vazão de 199 L/h, onde permaneceram por 90 dias.

Para análise da qualidade das mudas, foram medidos a altura da parte aérea e comprimento de raiz (régua graduada em mm), e o diâmetro de colo (paquímetro digital com precisão de 0,01 mm) de todas as mudas.

Para as análises destrutivas, foram realizadas avaliações da biomassa seca da parte aérea e radicular (48 horas em estufa a 65 °C, pesadas em balança analítica de precisão 0,001 g).

Ainda foram feitos os cálculos dos índices morfológicos: altura de parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), peso de massa seca de parte aérea por altura (H/MSPA), peso de massa seca de parte aérea por peso de massa seca de raiz (MSPA/MSR), bem como o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), de acordo com a fórmula mostrada a seguir (Dickson et al., 1960):

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{D (mm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}}$$

Onde:

MST - Peso de massa seca total (g);

H - Altura de parte aérea (cm);

D - Diâmetro do coleto (mm);

MSPA - Peso de massa seca da parte aérea (g);

MSR - Peso de massa seca de raiz (g).

Os dados foram avaliados pela comparação em testes de média usando o teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância, observa-se que houve diferenças estatísticas dos diferentes tipos de substratos nas suas proporções utilizadas, respondendo aos tratamentos de forma diferenciada para as seguintes características avaliadas: altura (H), diâmetro do coleto (DC), comprimento de raiz (CR), massa seca total (MST), altura de parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), altura por peso de massa seca de parte aérea (H/MSPA), peso de massa seca de parte aérea por peso de massa seca de raiz (MSPA/MSR), bem como o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Jacaranda cuspidifolia*, 90 dias após a semeadura (Tabela 1 e 2).

Observou-se que substratos que continham maiores concentrações de casca de arroz carbonizada favoreceram o crescimento das mudas para a variável altura (Tabela 1). A maior média para altura (7,45 cm) foi obtida com

o tratamento na formulação de 30% de fibra de coco + 70% de casca de arroz carbonizada (T7), notando-se que maiores proporções de fibra de coco interferiram no crescimento em altura de mudas de *Jacaranda cuspidifolia* nas condições estudadas.

O bom desempenho da casca de arroz carbonizada pode ser atribuído principalmente às suas características, que contribuem com boa drenagem e melhor aeração do sistema radicular da muda que combinado com fibra de coco pode proporcionar uma boa CTC ao substrato, promovendo a obtenção de mudas com maior padrão de qualidade (Kratz & Wendling, 2013; Oliveira et al., 2014).

Oliveira et al. (2014) testando vários componentes, observaram maior crescimento em altura de mudas de *Eucalyptus* spp. e *Corymbia citriodora* nos tratamentos com o uso de 25% de fibra de coco.

Na avaliação do diâmetro do colo, o tratamento com 30% de fibra de coco + 70% casca de arroz carbonizado (T7) apresentou maior média (1,72 mm), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos avaliados (Tabela 1).

De acordo com Gomes et al. (2002), Oliveira Junior et al. (2011) e Kratz (2011) a altura e o diâmetro do colo da planta apresentam uma boa contribuição para a avaliação da qualidade de mudas, considerado por muitos pesquisadores um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência logo após o plantio de mudas de diferentes espécies florestais, sendo essas características fáceis e viáveis de mensuração, além de não danificar as mudas.

Com relação ao comprimento de raiz, verificou-se que o tratamento contendo 20% de fibra de coco + 80% casca de arroz carbonizada (T8) apresentou em média 20,10 cm de comprimento de raiz principal, não diferindo estatisticamente do tratamento com 30% de fibra de coco + 70% casca de arroz carbonizada (T7) que apresentou em média 19,45 cm. Os demais tratamentos apresentaram médias inferiores aos tratamentos citados (Tabela 1).

Para a massa seca total foram obtidos valores entre 0,18 a 0,65 g, sendo a maior média encontrada para os tratamentos com 30% de fibra de coco + 70% de casca de arroz carbonizada (T7) (0,64 g) e com 20% de fibra de coco + 80% de casca de arroz carbonizada (T8) (0,65 g), não diferindo estatisticamente quando



Tabela 1 - Altura (H), diâmetro do coleto (DC), comprimento de raiz (CR) e massa seca total (MST) de mudas de *Jacaranda cuspidifolia*, 90 dias após a semeadura

Substratos	Características da plântula			
	H (cm)	D (mm)	CR (cm)	MST(g)
T1 (100% SC)	2,89 d	1,19 d	17,10 c	0,18 d
T2 (80% FC + 20% CAC)	5,53 c	1,56 b	16,29 c	0,50 ab
T3 (70% FC + 30% CAC)	5,95 bc	1,38 c	16,97 c	0,30 cd
T4 (60% FC + 40% CAC)	5,75 c	1,53 b	17,27 c	0,40 bc
T5 (50% FC + 50% CAC)	5,70 c	1,47 bc	18,80 b	0,37 bc
T6 (40% FC + 60% CAC)	5,90 bc	1,43 bc	19,05 b	0,46 b
T7 (30% FC + 70% CAC)	7,45 a	1,72 a	19,45 ab	0,64 a
T8 (20% FC + 80% CAC)	6,80 ab	1,55 b	20,10 a	0,65 a
CV (%)	11,45	7,55	4,03	23,8
DMS	0,92	0,16	1,02	0,15

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SC: substrato comercial a base de casca de pinus/vermiculita; FC: fibra de coco; CAC: casca de arroz carbonizada.

Tabela 2 - Relação altura diâmetro do colo (H/D), relação altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA), relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Jacaranda cuspidifolia* produzidas em diferentes substratos, 90 dias após a semeadura

Substratos	Características da plântula			
	H/D	H/MSPA	MSPA/MSR	IQD
T1 (100% SC)	2,43 d	34,33 bc	0,95 a	0,052 d
T2 (80% FC + 20% CAC)	3,54 c	37,78 ab	0,44 c	0,126 a
T3 (70% FC + 30% CAC)	4,32 a	41,29 a	0,96 a	0,057 cd
T4 (60% FC + 40% CAC)	3,73 c	30,72 cd	0,94 a	0,084 b
T5 (50% FC + 50% CAC)	3,86 bc	36,21 abc	0,73 b	0,081 bc
T6 (40% FC + 60% CAC)	4,13 ab	27,06 d	0,97 a	0,091 b
T7 (30% FC + 70% CAC)	4,34 a	36,06 abc	0,50 c	0,133 a
T8 (20% FC + 80% CAC)	4,37 a	24,44 d	0,83 ab	0,123 a
CV (%)	6,29	14,07	14,32	20,7
DMS	0,34	6,58	0,16	0,027

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SC: substrato comercial a base de casca de pinus/vermiculita; FC: fibra de coco; CAC: casca de arroz carbonizada.

comparado ao tratamento com 80% de fibra de coco + 20% de casca de arroz carbonizada (T2) (0,50 g), porém diferindo em relação aos demais tratamentos analisados.

O substrato comercial (T1), quando comparado com os outros substratos, apresentou menor média em altura, diâmetro do colo, comprimento radicular, massa seca total, relação altura diâmetro do colo, e índice de qualidade de Dickson das mudas de *Jacaranda cuspidifolia* (Tabela 1 e 2). Constatando que os substratos alternativos se mostraram melhores em relação ao comercial. Dessa forma, para o substrato comercial (T1) deve-se intervir com a adubação ou ainda, acrescentar algum resíduo orgânico à mistura.

Souza et al. (2015), trabalhando com a produção e qualidade de mudas de *Eugenia involucrata* DC. em diferentes substratos constataram que os substratos que contêm fibra de coco e casca de arroz carbonizada foram propícios a serem utilizados, apresentando resultados satisfatórios para todos os parâmetros analisados no seu estudo.

As variáveis analisadas das mudas de *Jacaranda cuspidifolia* foram influenciadas negativamente pela adição de fibra de coco em proporções mais altas nos diferentes substratos para as variáveis, altura, diâmetro do colo e comprimento radicular. Diante disso os tratamentos que continham as maiores proporções de

casca de arroz carbonizada foram os que proporcionaram melhor desempenho. Portanto, nas condições em que foi realizado o experimento, recomenda-se utilizar as proporções menores de fibra de coco, pois nas maiores proporções avaliadas promoveram o decréscimo da qualidade das mudas.

Quanto à relação altura/diâmetro do colo, verificou-se que os tratamentos com 70% de fibra de coco + 30% de casca de arroz carbonizada (T3), 40% de fibra de coco + 60% de casca de arroz carbonizada (T6), 30% de fibra de coco + 70% de casca de arroz carbonizada (T7) e 20% de fibra de coco + 80% de casca de arroz carbonizada (T8) apresentaram estatisticamente maiores valores comparados aos demais tratamentos (Tabela 2). De acordo com Arthur et al. (2007) a relação altura/diâmetro do colo é utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo.

Para variável relação altura/massa seca da parte aérea, Gomes (2001) afirma que quanto menor for este índice, mais lignificada será a muda e maior deverá ser a capacidade de sobrevivência da muda no campo. Assim, as mudas que apresentarem as maiores médias dessa relação podem ser caracterizadas como menos lignificadas e com uma menor capacidade de sobrevivência em campo. Diante disso, sugere-se que os tratamentos com 40% de fibra de coco + 60% de casca de arroz carbonizada (T6) e com 20% de fibra de coco + 80% de casca de arroz carbonizada (T8) apresentariam maior sucesso ao serem implantados em campo, por terem exibido os menores valores para a relação altura/massa (Tabela 2).

Quanto à relação massa seca da parte aérea/ massa seca de raiz, o tratamento com 40% de fibra de coco + 60% de casca de arroz carbonizada (T6) apresentou maior média, porém não apresentou diferença significativa ao ser comparado aos tratamentos com substrato comercial (T1), 70% de fibra de coco + 30% de casca de arroz carbonizada (T3), 60% de fibra de coco + 40% de casca de arroz carbonizada (T4) e com 20% de fibra de coco + 80% de casca de arroz carbonizada (T8). Sendo verificados valores inferiores para os tratamentos com 80% de fibra de coco + 20% de casca de arroz carbonizado (T2) e com 30% de fibra de coco + 70% de casca de arroz carbonizado (T7) (Tabela 2).

De acordo com os resultados apresentado na Tabela 2, é possível verificar que os valores do índice de Qualidade

de Dickson (IQD) estão entre 0,052 a 0,133. O maior valor do IQD foi encontrado nos tratamentos com 80% de fibra de coco + 20% de casca de arroz carbonizado (T2), 30% de fibra de coco + 70% de casca de arroz carbonizado (T7) e com 20% de fibra de coco + 80% de casca de arroz carbonizada (T8), diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos. O menor valor foi encontrado no tratamento referente ao substrato comercial (T1).

Observou-se que as mudas produzidas em substratos com diferentes composições de fibra de coco e casca de arroz carbonizada, apresentaram maiores valores de IQD, o que proporciona maior qualidade se comparadas às mudas conduzidas somente em substrato comercial. Indicando, que, na proporção adequada, a fibra de coco e a casca de arroz influenciam positivamente no desenvolvimento inicial de mudas *Jacaranda cuspidifolia*.

CONCLUSÃO

Os tratamentos com 30% de fibra de coco adicionados a 70% de casca de arroz carbonizada (T7) e com 20% de fibra de coco adicionados a 80% de arroz carbonizado (T8) proporcionam maior padrão de qualidade de mudas de *Jacaranda cuspidifolia*.

LITERATURA CITADA

- ARTHUR, G.A.; CRUZ, P.C.M.; FERREIRA, E.M. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.843-850, 2007.
- ASSENHEIMER, A. Benefícios do uso de biossólidos como substratos na produção de mudas de espécies florestais. **Ambiência Guarapuava**, v.5, n.2, p.321-330, 2009.
- CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.; GUERRERO, C.R.A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cacas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, v.30, p.537-546, 2006.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.7, p.1039-1042, 2011.



- GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de NPK**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, 2001. 126p.
- IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <http://serieestatisticas.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 mai. 2016.
- KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Floresta**, v.43, n.1, p.125-136, 2013.
- KRATZ, D. **Substratos renováveis para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* maiden et cambage e *Mimosa scabrella* benth**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias). Universidade Federal do Paraná, 2011. 118p.
- MELOTTO, A.; NICODEMO, M.L.; BOCCHESI, R.A. et al. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.425-432, 2009.
- OLIVEIRA JÚNIOR, O.A.; CAIRO, P.A.R.; NOVAES, A.B. Características morfológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.6, p.1173-1180, 2011.
- OLIVEIRA, K.F.; SOUZA, A.M.; SOUSA, G.T.O. et al. Estabelecimento de mudas de *Eucalyptus* spp. e *Corymbia citriodora* em diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.1, p.30-36, 2014.
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Update world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, European Geosciences Union, v.11, p.1633-1644, 2007.
- SANTOS, F.E.V.; KUNZ, S.H.; CALDEIRA, M.V.W. et al. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.9, p.971-979, 2014.
- SOUZA, T.L.P.; VIEIRA, R.L.; BOLIGON, A.A. et al. Produção e qualidade de mudas de *Eugenia involucrata* DC. em diferentes substratos. **Revista Biociências**, v.21, n.1, p.100-108, 2015.
- TRAZZI, P.A.; CALDEIRA, M.V.W.; REIS, E.F. et al. Produção de mudas de *Tectona grandis* em substratos formulados com bio-sólido. **Cerne**, v.20, n.2, p.293-302, 2014.
- VAZ-DE-MELO, A.; AFFÉRI, F.S.; DOTTO, M.A. et al. Reação de híbridos de milho à *Curvularia* ssp, sob dois níveis de adubação com nitrogênio, no sul do Tocantins. **Scientia Agraria**, v.11, n.2, p.149-154, 2010.

Recebido para publicação em 10/7/2017 e aprovado em 29/3/2018.



REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E NUTRIENTES DE ESGOTO DOMÉSTICO POR WETLAND HORIZONTAL DE FLUXO SUBSUPERFICIAL NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE APARECIDA - CAMPOS NOVOS, SC

Lucas Silva Lourenço¹, Eduardo Bello Rodrigues¹, Marcelo Alves Moreira¹, Everton Skoronski¹

RESUMO - A falta de sistemas de tratamento para o esgoto doméstico adequados às condições dos pequenos municípios brasileiros ainda é uma realidade. Diante disso, este foi um trabalho exploratório de seis meses (agosto de 2016 a janeiro de 2017) que visou determinar a eficiência de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) no município de Campos Novos (SC) do tipo wetlands construídos. O sistema utilizado foi uma unidade de fluxo horizontal subsuperficial operando como pós-tratamento de esgoto doméstico em filtro anaeróbio. Foi utilizado *Typha sp.* (Taboa) como espécie de planta para absorção dos nutrientes. A eficiência do referido sistema em termos de remoção de matéria orgânica e de sólidos mostrou-se estável, com eficiências médias de 62, 64 e 50% para DQO, DBO e SST, respectivamente. O sistema apresentou uma redução em 2 unidades logarítmicas para coliformes totais, com eficiência de remoção de 69,7%. A remoção de nutrientes, após início promissor, mostrou-se instável devido a colmatagem, com remoção média de 31,8 e 22,4% para N_{Total} e P_{Total} , respectivamente. Durante o período monitorado a ETE atendeu parcialmente as legislações vigentes (Resolução CONAMA n° 430/2011 e Lei estadual n° 14675/2009 (FATMA)) quanto ao descarte de efluente doméstico em corpo hídrico. A exceção foi DBO e P_{Total} que estavam acima dos padrões estabelecidos pela FATMA nos dois últimos meses, contudo dentro dos limites estabelecidos pela CONAMA. Apesar da precoce manutenção corretiva e preventiva devido a colmatagem, a utilização de wetlands construídos de escoamento horizontal de fluxo subsuperficial é uma alternativa para o tratamento de esgoto doméstico.

Palavras chave: fluxo horizontal, tratamento de esgoto doméstico, *Typha sp.*, wetland construído.

REMOVAL OF ORGANIC MATTER AND NUTRIENTS FROM DOMESTIC SEWAGE BY CONSTRUCTED WETLANDS IN APARECIDA TREATMENT STATION - CAMPOS NOVOS, SC, BRAZIL

ABSTRACT - The lack of treatment systems for domestic sewage adequate to the conditions of small Brazilian municipalities is still a reality. Therefore, this is an exploratory work of 6 months (August 2016 to January 2017) that aimed to determine the efficiency of a sewage treatment plant in the municipality of Campos Novos, SC, constructed wetlands (CWS) type. The system used was a horizontal subsurface flow unit operating with domestic sewage post-treatment with the anaerobic filter. *Typha sp.* (Taboa) was used as a plant species for nutrient absorption. The efficiency of this system in terms of removal of organic matter and suspended solids was stable, with efficiencies of 62, 64 and 50% for COD, BOD and SST, respectively. The nutrients uptake by taboa was unstable in the last months, after a promising onset, with the removal of 31.8 and 22.4% for the total N and total P, respectively. The treatment system reduced 2 log units to the total coliforms, with 69.7% of efficiency. The CWS from Aparecida complied with the current legislation (CONAMA Resolution No. 430/2011 and State Law No. 14675/2009 (FATMA)) regarding the disposal of domestic effluent in the waterbody. However, in the last two months of monitoring the BOD and total P did not comply with the standards established by FATMA. Nevertheless, they were lower than the limits established by CONAMA. Despite the early corrective and preventive maintenance to reduce clogging, the use of horizontal subsurface flow constructed wetlands is a feasible alternative to promote the treatment of domestic sewage.

Keywords: constructed wetlands, horizontal flow, *Typha sp.*, treatment of domestic sewage.

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina. E-mail: lucas22louren@hotmail.com; eduardo.rodrigues@udesc.br; marcelo.moreira@udesc.br; everton.skoronski@udesc.br



INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais que tem por objetivo prevenir doenças, promover a saúde e melhorar a qualidade de vida da população (BRASIL, 2007). No Brasil, a implantação do saneamento básico ainda apresenta muitas dificuldades, entre elas, destacam-se a coleta e o tratamento de efluentes. Nesse sentido, estima-se que o Brasil tenha 207,6 milhões de habitantes distribuídos em 5.570 municípios e apenas 50,3% da população tem acesso à coleta de esgoto, ou seja, mais de 100 milhões de brasileiros não tem a acesso a este serviço e apenas 42,7% do esgoto coletado no país é tratado (SNIS, 2015; IBGE, 2017).

Os números apresentados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento revelam que, 19,4% dos municípios catarinenses dispõem de rede coletora de esgotos, porém, apenas 24,3% do esgoto coletado é tratado. Esses baixos índices podem ser respondidos pelo fato que, 77,6% das cidades catarinenses possuem uma população de até 20 mil habitantes, ou seja, são cidades pequenas, que possuem recursos limitados para um investimento e manutenção das redes e estação de tratamento de esgoto (ETE). Ao analisar o Brasil como um todo, percebe-se que a realidade é a mesma, ou seja, 3.809 municípios brasileiros (68,4%) possuem uma população de até 20 mil habitantes, sendo necessário buscar soluções em que essas cidades possam implantar e manter um tratamento de esgoto adequado (SNIS, 2015; IBGE, 2017). Para isso, existem tecnologias eficientes e de baixo custo, ideais para essas pequenas cidades.

Um exemplo disso foi realizado na cidade de Campos Novos em Santa Catarina, que através da autarquia responsável pelo tratamento de esgotos do município, planejou efetivar o seu atendimento, estabelecendo, a partir da Lei municipal Nº 3.941/2013, normas na área de tratamento de efluentes para a implantação de novos loteamentos no município, a fim de buscar a universalização do acesso à rede coletora e ao tratamento. Assim, exige-se como última etapa de tratamento do esgoto a tecnologia *wetlands* construídos horizontais de fluxo subsuperficial (WHFSS), para todos os novos loteamentos urbanos que não são atendidos pelo serviço de coleta e tratamento de esgotos (CAMPOS NOVOS, 2013).

O sistema *wetland* construído (WC) é uma tecnologia empregada no tratamento de esgoto doméstico, através da utilização de plantas, microrganismos e material filtrante em que ocorrem processos físicos, químicos e biológicos (ANSARI et al., 2016). Estes incluem sedimentação, precipitação, adsorção às partículas do material filtrante, assimilação pelos tecidos das plantas e transformações microbiológicas (PHILIPPI & SEZERINO, 2004). Esses sistemas apresentam por características a sua construção, operação e manutenção simplificadas (KIVAISI, 2001). Diante disso, os *wetlands* construídos têm um grande potencial para aplicação em pequenas comunidades, ideal para a maioria dos municípios brasileiros.

Diante do exposto estabeleceu-se como principal objetivo deste trabalho avaliar a série de sólidos dissolvidos suspensos (SST, SSV e SSF), nitrogênio (N_{Total}) e fósforo total (P_{Total}), demandas bioquímica (DBO) e química (DQO) de oxigênio e coliformes totais (CT) em um sistema de tratamento de esgoto doméstico do tipo *wetland* construído no município de Campos Novos/SC.

MATERIALE MÉTODOS

O sistema *wetland* foi implantado pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) no bairro Aparecida do município de Campos Novos - SC com uma capacidade de tratamento equivalente de 3.400 pessoas. Esse sistema é de fluxo horizontal, com escoamento subsuperficial dividido em quatro unidades, que operam em paralelo, recebendo as mesmas vazões.

A Figura 1 apresenta as características físicas de construção de cada unidade de *wetland* construído (WC1, WC2, WC3 e WC4) e têm as seguintes dimensões: 13 metros de largura, 26 metros de comprimento e 0,7 m de profundidade, perfazendo uma área total de 338 m² para cada sistema. Para o preenchimento do leito filtrante das unidades de *wetland* construído foi usado como padrão três diferentes granulometrias de material filtrante: brita nº1, pedrisco e areia grossa. A pedra lascão, por apresentar uma granulometria maior, facilita a distribuição do esgoto dentro dos primeiros metros das unidades de WC. A macrófita utilizada foi a *Thypha sp.*, popularmente conhecida como Taboa. Este sistema entrou em operação em janeiro de 2016.

O esgoto doméstico referente ao bairro Aparecida é direcionado até a ETE, este por sua vez é submetido

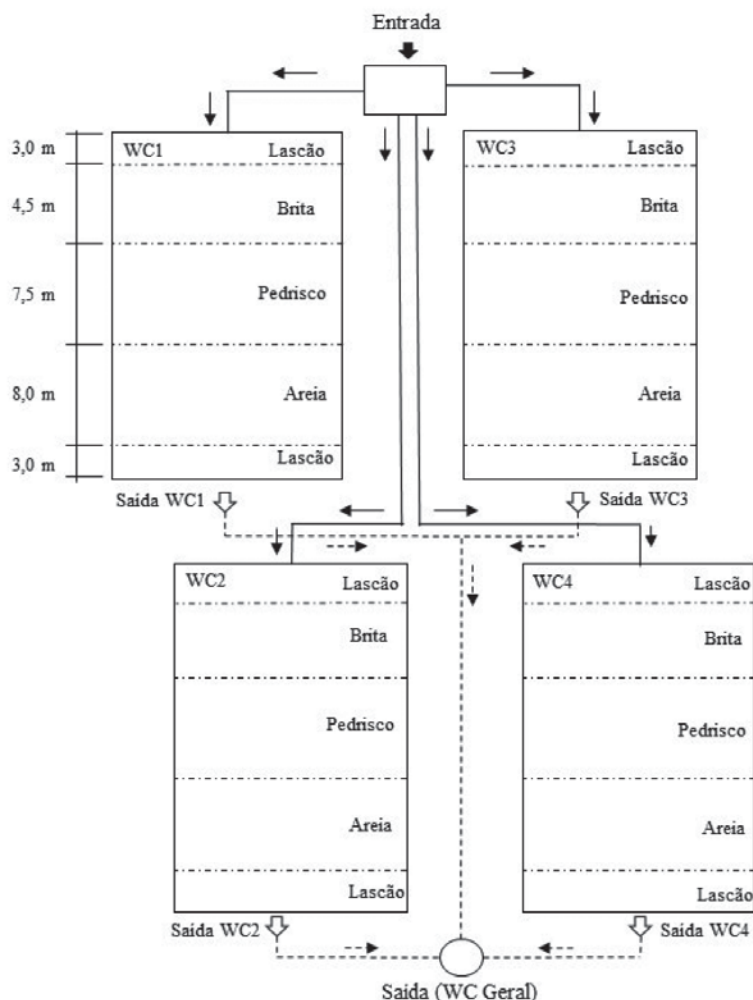


Figura 1 - Vista geral das quatro unidades de *wetlands* construídos de fluxo subsuperficial horizontal.

a três etapas de tratamento, que englobam, tratamento preliminar (gradeamento), reator de filtro anaeróbio e o *wetland* construído. Vale ressaltar que todo o sistema de tratamento de esgoto não consome energia, pois todo o esgoto é conduzido somente pela gravidade. Para a realização do monitoramento da estação, especificamente dos *wetlands* construídos foram feitas coletas mensais e amostragem única de esgoto em um ponto central de entrada e saída. Especificamente em duas unidades (WC1 e WC2) foram realizadas amostragens individuais, para avaliar a eficiência de cada uma. O período de monitoramento compreendeu seis meses, e este foi iniciado logo após a primeira poda da Taboa.

As análises dos parâmetros de qualidade do afluente e efluente das unidades de WC foram realizadas no Laboratório de Tratamento de Água e Resíduo - Labtrat do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do CAV/UDESC. Os seguintes parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram avaliados, série de sólidos dissolvidos suspensos (SST, SSV e SSF), nitrogênio (N_{Total}) e fósforo total (P_{Total}), demandas bioquímica (DBO) e química (DQO) de oxigênio e coliformes totais (CT). As análises dos parâmetros citados foram realizadas de acordo com os procedimentos constantes no manual de Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas - 4ª edição, (Macedo, 2013) e *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*

(APHA, 1998) e os parâmetros foram comparados com as legislações vigentes (Resolução CONAMA n° 430/2011 e Lei estadual do estado de Santa Catarina n° 14675/2009) (BRASIL, 2005; SANTA CATARINA, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Matéria orgânica

A Figura 2 apresenta as séries temporais das concentrações efluentes de demanda química (DQO) e bioquímica (DBO) de oxigênio das seis campanhas realizadas nos meses de agosto de 2016 a janeiro de 2017.

Os *wetlands* construídos proporcionaram no período monitorado uma eficiência média de remoção de DQO de 49, 61 e 62% para WC1, WC2 e WC geral, respectivamente e de DBO de 61, 71 e 64% para WC1, WC2 e WC geral, respectivamente.

Na Figura 3 encontram-se os resultados (expressos em gráficos *boxplot*) do monitoramento de DBO e DQO

dos efluentes das unidades de tratamento do filtro anaeróbio (entrada dos WC), WC1, WC2 e do WC geral (média das 4 unidades de WC).

Os gráficos *boxplot* mostram a representação gráfica de alguns dados estatísticos com valores mínimos, máximos e média, e quartis inferior (25% percentis) e superior (75% percentis). Em relação à concentração de DQO nos efluentes dos *wetlands* WC1, WC2 e WC geral, os valores obtidos nas amostras resultaram em 75% das amostras inferiores a 220 mg L⁻¹, 220,1 mg L⁻¹ e 256 mg L⁻¹, 25% das amostras superiores a 135 mg L⁻¹, 135 mg L⁻¹ e 97,2 mg L⁻¹ e 50% das amostras em 175 mg L⁻¹, 175 mg L⁻¹ e 135,1 mg L⁻¹ respectivamente.

Para as concentrações de DBO nos efluentes dos *wetlands* WC1, WC2 e WC geral, os valores obtidos nas amostras resultaram em 75% das amostras inferiores a 67,5 mg L⁻¹, 67,5 mg L⁻¹ e 89 mg L⁻¹, 25% das amostras foram superiores a 10 mg L⁻¹, 10 mg L⁻¹ e 20 mg L⁻¹ e 50% das amostras em 42 mg L⁻¹, 42 mg L⁻¹ e 80 mg L⁻¹, respectivamente.

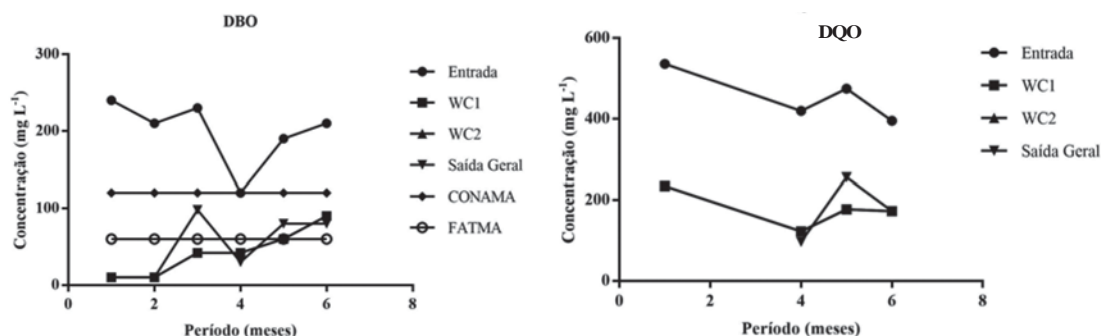


Figura 2 - Séries temporais das concentrações efluentes de DQO e DBO e comparação com a Lei do Estado de SC (FATMA) e a Resolução CONAMA.

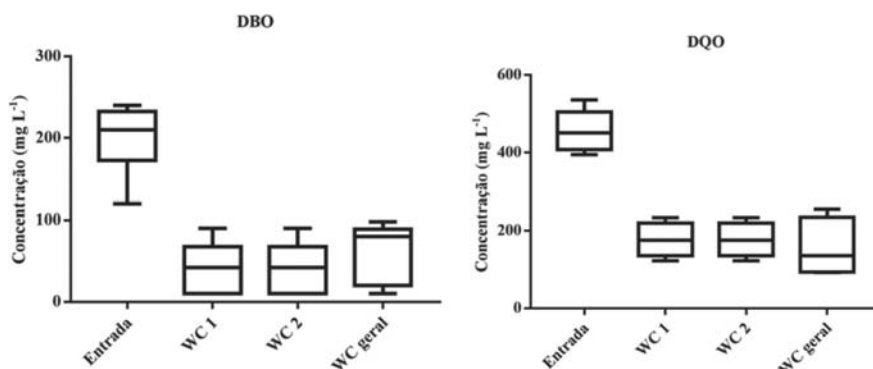


Figura 3 - Gráfico tipo *boxplot*, destacando as concentrações efluentes de DQO e DBO do filtro anaeróbio e dos *wetlands* construídos.

A Resolução 430/2011 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2011), estabelece a concentração de DBO de 120 mg L⁻¹ ou 60% de eficiência de remoção, e a Lei estadual do Estado de Santa Catarina n° 14675/2009 – FATMA (SANTA CATARINA, 2009) estabelece a concentração de 60 mg L⁻¹ ou 80% de eficiência, o que foi atendido até o quarto mês de monitoramento. Após este período os WC passaram a lançar 80 mg L⁻¹ de DBO, deixando de atender os padrões estabelecidos pela FATMA, mas ainda dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA.

O estudo de Colares e Sandri (2013) demonstraram eficiência de remoção similar de DBO para WC horizontais preenchido com filtro de brita e *Taboa* no tratamento de esgoto doméstico, sendo de 58% de eficiência. Em outro estudo Konrad et al. (2015) também em WC horizontais obtiveram remoção média para DQO de 78% para efluentes de esgoto doméstico. Já para Souza (2003) ao avaliar um *wetland* construído de fluxo horizontal subsuperficial com meio suporte de brita e vegetado com *Taboa*, obteve 38,4% de remoção média de DQO em efluente de esgoto sanitário.

Sólidos suspensos totais

A Figura 4 apresenta a série temporal das concentrações efluentes de sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV) e sólidos suspensos fixos (SSF).

Da mesma forma que para os parâmetros relativos à remoção de matéria orgânica, as concentrações de sólidos suspensos (SST, SSV e SSF) presentes no efluente do filtro anaeróbio e após o tratamento via *wetlands* construídos foram reduzidos. O efluente, após o filtro anaeróbio, apresentava concentrações médias de 578, 444 e 134 mg L⁻¹, para SST, SSV e SSF respectivamente. Após os WC, o efluente geral da ETE de Aparecida apresentou concentrações médias de SST de 289 mg L⁻¹, SSV de 240 mg L⁻¹ e de SSF de 70 mg L⁻¹, apresentando uma eficiência média de remoção de 50% para SST, 46% para SSV e 48% para SSF.

A elevada concentração dos sólidos afeta diretamente o desempenho dos *wetlands* construídos, a longo prazo, não só na remoção dos sólidos, mas também para a maioria dos outros parâmetros, como por exemplo o nitrogênio. O aporte excessivo de sólidos nesses sistemas pode contribuir consideravelmente para a colmatagem do meio filtrante e afetar o desempenho geral (De Paoli & Von

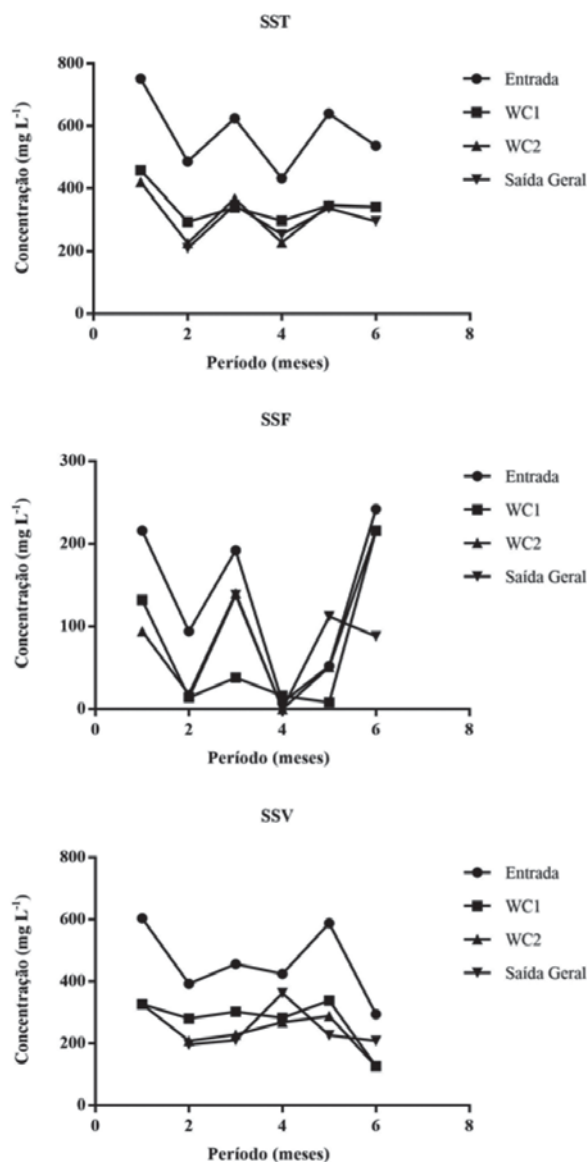


Figura 4 - Série temporal das concentrações efluentes de SST, SSV e SSF.

Sperling, 2013; Von Sperling, 2014).

Ainda tratando dos riscos do aporte excessivo de sólidos no leito filtrante, ou seja, a obstrução dos poros, tendo, agora como base a taxa de carregamento de sólidos recomendável para WHFSS, a USEPA (2000) e o German Guideline ATV-AG62, citados por Wojciechowska et al. (2010), sugerem concentração máxima no afluente de 100 mg L⁻¹ de SST.



Com um aporte médio de 578 mg L^{-1} de SST nas unidades de *wetlands* construídos, aproximadamente um valor seis vezes superior ao recomendado, pode, em longo prazo, diminuir a eficiência do sistema. Essa retenção de sólidos nos sistemas de *wetlands* construídos ocorre principalmente através do processo de coagem das partículas no meio poroso que atua como um verdadeiro meio filtrante (Kadlec & Wallace, 2009; Ansari et al., 2016). Com uma eficiência média de 41, 44 e 50% para as unidades WC1, WC2 e WC geral, respectivamente na retenção dos sólidos suspensos totais, os *wetlands* construídos foram alvo do fenômeno natural da colmatação, o qual teve suas primeiras aparições no terceiro mês do monitoramento (outubro), ou no oitavo mês de seu funcionamento. Este fenômeno foi identificado com o aparecimento de escoamento superficial nas unidades, no qual deveria ser subsuperficial.

O alto aporte de SST (578 mg L^{-1}) diminuiu consideravelmente a porosidade do material filtrante presente nas unidades de WC deste estudo, em que foi registrado os primeiros indícios de escoamento superficial no mês de outubro em uma das quatro unidades de WC. Já nos meses seguintes também apresentaram escoamento superficial nas demais unidades e, com aproximadamente um ano de operação (janeiro 2017) as unidades de WC não suportaram a alta sobrecarga dos sólidos presente no esgoto doméstico, sendo necessário a interrupção de duas unidades para fazer a primeira intervenção. A intervenção foi executada, substituindo o material filtrante, areia por pedrisco, a fim de aumentar a condutividade hidráulica na última etapa do leito filtrante e conseqüentemente uma maior permeabilidade do meio filtrante.

Nitrogênio total

As concentrações analisadas quanto à nitrogênio total (N_{Total}), estão apresentados pela série temporal na Figura 5.

Em relação ao nitrogênio total, as unidades WC apresentaram comportamento inconstante ao longo do período do monitoramento. O efluente, após o filtro anaeróbico, apresentava concentrações médias de N_{Total} de $126,5 \text{ mg L}^{-1}$. Após o tratamento via WC, o efluente geral da ETE apresentou concentrações médias de $86,2 \text{ mg L}^{-1}$, conferindo uma eficiência média de remoção de 31,8%.

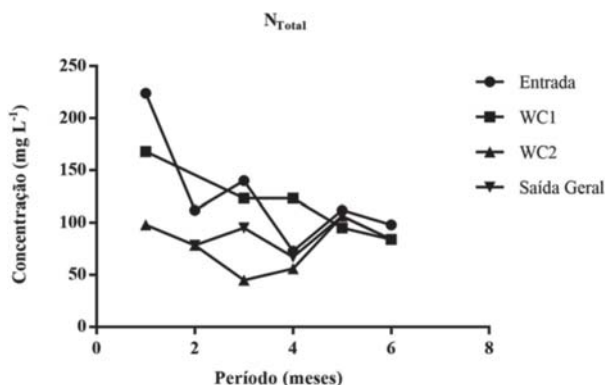


Figura 5 - Série temporal da concentração efluente de N_{Total} para os *wetlands* construídos.

Durante o período do monitoramento, de aproximadamente seis meses, foram registradas remoções médias de 6,1, 38,4 e 31,8% de N_{Total} para as unidades WC1, WC2 e WC geral, respectivamente. Avaliando as concentrações dos efluentes das unidades de *wetlands* construídos a unidade WC2 obteve a maior eficiência de remoção. As remoções temporais das concentrações efluentes de N_{Total} revelam comportamento semelhantes: remoção muito elevada no início do monitoramento do sistema, demonstrando a capacidade do sistema em amortecer as cargas afluentes do filtro anaeróbico, seguida, entretanto, de ciclos de queda de desempenho. De modo geral, as unidades de WC nos últimos três meses registraram as menores eficiências, inclusive, episódios de concentrações efluentes de N_{Total} superiores às dos afluentes, com destaque ao WC1, apresentando uma eficiência negativa (-69%) no quarto mês de monitoramento, esse episódio contribuiu para que essa unidade apresentasse o menor desempenho perante às demais. (Figura 6).

Segundo De Paoli (2010) o escoamento superficial indica o princípio da colmatação do sistema e que este fenômeno natural dos *wetlands* construídos de fluxo subsuperficial diminui o tempo do efluente dentro da unidade e conseqüentemente, a eficiência na remoção de matéria orgânica e nutrientes, principalmente o nitrogênio.

Os valores de eficiência de remoção de nitrogênio apresentados na literatura são bastante amplos, e variam de acordo com o tempo de operação dos sistemas e do tempo de detenção hidráulico utilizado em cada WC. Sousa et al. (2004), avaliando um *wetland* de mesma

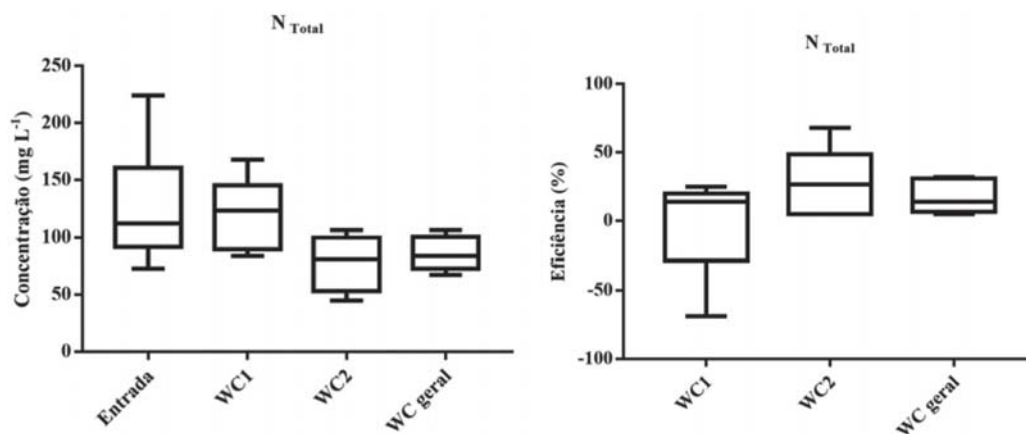


Figura 6 - Gráfico tipo *boxplot*, destacando as concentrações efluentes e das eficiências de remoção do N_{Total} no filtro anaeróbio e nos *wetlands* construídos.

característica desta pesquisa, encontraram grandes oscilações temporais, com queda de desempenho ao longo do período de operação do sistema e obtiveram eficiência média de 60% de remoção de N_{Total} para o primeiro ano de operação. Outros trabalhos também reportam tendência de remoção inicial elevada seguida de queda (Vymazal, 1996, 2004). De Paoli (2010), ao avaliar um WC horizontal cultivado com Taboa, no tratamento de esgoto doméstico, também observou baixa eficiência na remoção de N_{Total} (13%) no primeiro ano de monitoramento.

As cargas de nitrogênio aplicadas aos WC e o tipo de escoamento apresentado pelos WC são os principais fatores de influência na eficiência de remoção desse nutriente, que, de acordo com Vymazal (2007), essas eficiências variam entre 40 e 50%. Ainda segundo esse autor, um WC de único estágio não pode alcançar maiores eficiências na remoção de nitrogênio em razão da sua dificuldade em proporcionar condições anaeróbias e aeróbias em um mesmo ambiente.

Os principais mecanismos responsáveis pela remoção de nitrogênio em WC são: nitrificação-desnitrificação, sedimentação de nitrogênio orgânico, assimilação por plantas, assimilação por microrganismos e a volatilização da amônia (Sezerino, 2006; Vymazal & Kroepfelová, 2008). Entretanto, permanecem incertezas sobre os mecanismos predominantes de remoção, cujas contribuições, muito provavelmente, variam segundo a configuração de cada sistema e as condições climáticas.

Fósforo total

As concentrações analisadas quanto ao fósforo total (P_{Total}), estão apresentadas pela série temporal na Figura 7.

Em relação ao fósforo total, as unidades WC apresentaram comportamento inconstante ao longo do período de monitoramento. O efluente, após o filtro anaeróbio, apresentava concentrações médias de P_{Total} de 3,1 mg L⁻¹, após o tratamento via WC, o efluente dos WC1, WC2 e WC geral apresentaram concentrações médias de 2,81 mg L⁻¹, 2,12 mg L⁻¹ e 2,8 mg L⁻¹, respectivamente. A remoção média de P_{Total} nos *wetlands* foram de 13,5, 35,2 e 22,4% para WC1, WC2 e WC geral, respectivamente.

A resolução CONAMA n° 430/2011 não faz referência aos limites de P_{Total} quanto ao descarte de efluente doméstico em corpo hídrico, apenas a Lei estadual do Estado de Santa Catarina n° 14675/2009 (FATMA) que limita a concentração de P_{Total} no efluente em 4 mg L⁻¹. Todas as concentrações dos efluentes dos WC foram inferiores ao valor padrão determinado pela legislação vigente, exceto no quinto mês de monitoramento em que a concentração de P_{Total} foi superior a 4 mg L⁻¹ nas unidades de WC1 e WC geral.

No início do monitoramento foi registrado eficiência de remoção de P_{Total} muito elevada, porém seguiram-se períodos de queda e ganho de desempenho do sistema. Trabalhos semelhantes como de Sousa et al. (2004), De Paoli (2010) e Secchi et al. (2016) reportaram 80,

33 e 38,4%, respectivamente, para remoção média de P_{Total} em WC horizontais no tratamento de esgoto doméstico.

Com relação ao fósforo, os principais mecanismos de remoção em WC são: armazenamento na biomassa vegetal e microbiana, precipitação de compostos insolúveis e adsorção ao substrato (Vymazal & Kroepfelová, 2008; Von Sperling, 2015). Vymazal (2011) afirma que o principal mecanismo de remoção de P é via precipitação de compostos e adsorção ao substrato com um potencial de remoção entre 40 e 60%, podendo ser maior quando o substrato possui elevada capacidade de sorção. Atribui-se, portanto, ao potencial do meio filtrante como principal responsável pela remoção do fósforo presente no efluente.

De maneira geral, os meses iniciais apresentaram melhores resultados quanto a remoção de P_{Total} nos WC. Essa ocorrência pode ser em função da assimilação das plantas pelo alastramento da cultura da Taboa sob a área do leito, bem como do desenvolvimento da biomassa microbiana no meio filtrante. Cabe destacar que para a remoção de fósforo, assim como outros parâmetros (nitrogênio e coliformes), o tempo de contato do efluente com o meio possui papel importante para a remoção no interior dos wetlands construídos, seja pela absorção das macrófitas ou por meio das reações químicas que ocorrem entre o elemento e o meio filtrante. Porém, a partir do quarto mês do monitoramento há o decaimento da eficiência de depuração deste elemento nas unidades de wetlands construídos. Essa menor

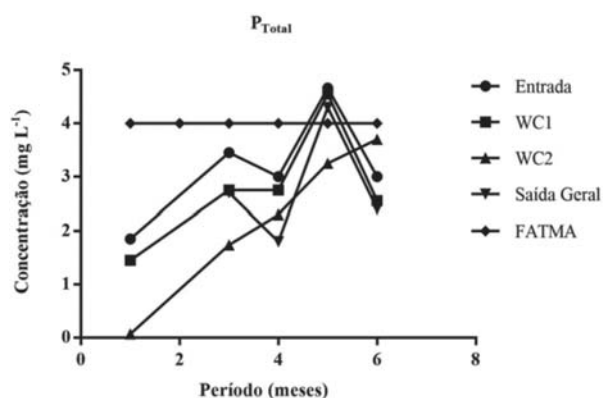


Figura 7 - Série temporal da concentração efluente de P_{Total} para os wetlands construídos e comparação com a Lei do estado de SC (FATMA).

eficiência, principalmente na unidade WC1 (13,5%), pode estar relacionada com o menor tempo de detenção que o efluente possa ter ficado dentro das unidades, devido à formação de caminhos preferenciais e do escoamento superficial, este ocasionado pelo fenômeno natural da colmatação (De Paoli, 2010; De Paoli & Von Sperling, 2013; Von Sperling, 2015).

Coliformes totais

A Figura 8 apresenta a série temporal das concentrações efluentes de coliformes totais (CT).

As remoções médias de CT nos wetlands construídos foram de 73,1, 88,5 e 69,7% para WC1, WC2 e WC geral, respectivamente. Ou seja, as unidades de WC apresentaram remoções de 1 a 2 unidades logarítmicas. Os principais mecanismos responsáveis pela remoção dos CT nos WC são a filtração, sedimentação, predação por outros organismos e, morte natural (Ansari et al., 2016). Além desses mecanismos comuns, as plantas favorecem melhores condições para a remoção dos CT, segundo De Paoli (2010) as unidades com plantas podem apresentar melhor desempenho em função da liberação de biocidas e oxigênio pelas raízes e de conter maior diversidade de microrganismos predadores.

As eficiências de remoção de CT alcançados nesta pesquisa foram condizentes com os resultados descritos em USEPA (2000) e Ansari et al. (2016), onde se afirmam que a remoção em sistemas de WC é em torno de duas unidades logarítmicas de coliformes totais.

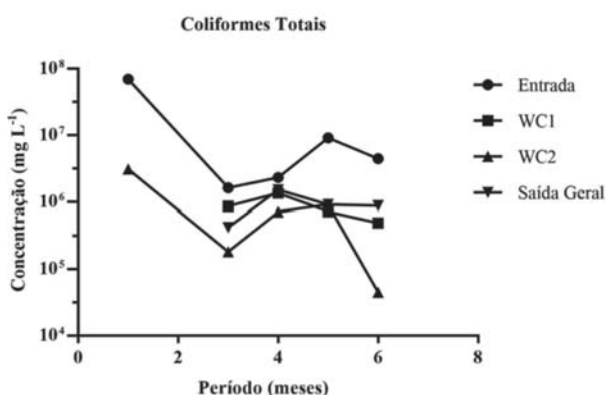


Figura 8 - Série temporal da concentração efluente de CT para os wetlands construídos.

CONCLUSÃO

A ETE Aparecida está de acordo com as legislações vigentes quanto ao descarte de efluente doméstico a corpo hídrico (Resolução CONAMA n° 430/2011 e Lei estadual n° 14675/2009 (FATMA)) em todos os parâmetros avaliados, exceto DBO e P_{Total} . Estes não atenderam aos padrões estabelecidos pela FATMA nos dois últimos meses, mas estavam abaixo dos limites estabelecidos pelo CONAMA.

Apesar da precoce manutenção corretiva e preventiva devido à ocorrência de colmatagem, a utilização de *wetlands* construídos de escoamento horizontal de fluxo subsuperficial é uma alternativa para o tratamento de esgoto doméstico para a região de Campos Novos, SC.

LITERATURA CITADA

ANSARI, A.A.; GILL, R.; GILL, S.S. et al.

Phytoremediation. Management of Environmental Contaminants, v.4. Suíça: Springer, 2016.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington: APHA, 1998. 937p.

BRASIL. **Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9p. 75. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> (acessado em 29 de janeiro de 2018).

_____. **Lei n° 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis n°s 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei n° 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF, jan 2007. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm> (acessado em 21 de março de 2018).

CAMPOS NOVOS (Município). Lei n° 3.941, de 26 de setembro de 2013. Estabelece normas de saneamento básico para a implantação de loteamentos no município de Campos Novos e dá outras providências. Campos Novos, SC. Disponível em: <http://edicao.dom.sc.gov.br/pdfjs/web/viewer.html?file=http%3A%2F%2Fedicao.dom.sc.gov.br%2F0.976651001380575059_edicao_dom_1336_13.pdf#page=42> (acessado em 29 de janeiro de 2018).

COLARES, C.J.G.; SANDRI, D. Eficiência de tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferente meio suporte. **Revista Ambiente & Água**, v.8, n.1, p.172-185, 2013.

DE PAOLI, A.C. **Análise de desempenho e comportamento de wetlands horizontais de fluxo subsuperficial baseado em modelos hidráulicos e cinéticos**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Belo Horizonte, MG: UFMG, 2010.

DE PAOLI, A.C.; VON SPERLING, M. Avaliação das condições hidrodinâmicas de wetlands de escoamento horizontal subsuperficial (unidades plantada e não plantada). **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v.1, n.2, p.213-222, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1° de julho de 2017**. 2017. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_TCU_2017_20180112.pdf> (acessado em 23 de janeiro de 2018).

KADLEC, R.H.; WALLACE, S.R. **Treatment Wetlands**, 2nd edition. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2009.

KIVAISI, A.K. The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review. **Ecological Engineering**, v.16, p.545-560, 2001.

KONRAD, O.; TONETTO, J.F.; SIQUEIRA, L.M. et al. Avaliação da eficiência de wetland construído para tratamento de efluente proveniente de vinícola. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, n.7, p.10-17, 2015.



MACÊDO, J.A.B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 4ª Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2013.

PHILIPPI, L.S.; SEZERINO, P.H. **Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas**. Florianópolis: Ed. do Autor, 2004. p.144.

SANTA CATARINA (Estado). **Lei n° 14.675, de 13 de abril de 2009**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Santa Catarina, 2009.

SECCHI, F.J.; KONRAD, O.; TONETTO, J. Avaliação do balanço hídrico e da eficiência de um alagado construído como alternativa de tratamento para efluente doméstico. **Ciência e Natura**, v.38, n.1, p.453-461, 2016.

SEZERINO, P.H. **Potencialidade dos filtros plantados com macrófitas (constructed wetlands) no pós-tratamento de lagoas de estabilização sob condições de clima subtropical**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental). Florianópolis, SC: UFSC, 2006.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. MCidades. 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014>> (acessado em 25 de maio de 2017).

SOUZA, A.L. **Estudo experimental e numérico do processo de remoção de poluentes nos leitos cultivados**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Campinas, SP: UNICAMP, 2003. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257561/1/Souza_AndersonLuizde_M.pdf>(acessado em: 19 de janeiro de 2018).

SOUSA, J.T.; HAANDEL, A.V.; LIMA, E.P.C. et al. Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.9, n.4, p.285-290, 2004.

U.S. EPA. **Constructed wetlands treatment of municipal wastewater**. Manual. EPA 625/R-99/010, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, 2000.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 2014.

VON SPERLING, M. Comparison of simple, small, full-scale sewage treatment systems in Brazil: UASB-maturation ponds-coarse filter; UASB - horizontal subsurface-flow wetland; vertical-flow wetland (first stage of French system). **Water Science Technology**, v.71, n.3, p.329, 2015.

VYMAZAL, J. Constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic the first 5 years experience. **Water Science and Technology**, v.34, n.11, p.159-164, 1996.

VYMAZAL, J. Removal of phosphorus in constructed wetlands with horizontal subsurface flow in the Czech Republic. **Water, Air, & Soil Pollution: Focus**, v.4, n.2-3, p.657-670, 2004.

VYMAZAL, J. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. **Science of the Total Environment**, v.380, p.48-65, 2007.

VYMAZAL, J.; KROPFELOVÁ, L. **Wastewater treatment in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow**. República Tcheca: Springer, 2008.

VYMAZAL, J. Long-term performance of constructed wetlands with horizontal subsurface flow: Tem case studies from the Czech Republic. **Ecological Engineering**, v.37, p.54-63, 2011.

WOJCIECHOWSKA, E.; GAJEWSKA, M.; OBARSKA-PEMPKOWIAK, H. Treatment of Landfill Leachate by Constructed Wetlands: Three Case Studies. **Polish Journal of Environmental Studies**, v.19, n.3, p.643-650, 2010.

Recebido para publicação em 30/1/2018 e aprovado em 29/3/2018.



RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE *Salmonella* SPP., *Staphylococcus aureus* E *Escherichia coli* ISOLADOS DE CARCAÇAS DE FRANGOS: RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS E ÓLEOS ESSENCIAIS

Anderson Clayton da Silva¹, Raiza Iacuzio¹, Talita Junia da Silva Cândido¹, Marjory Xavier Rodrigues², Nathalia Cristina Cirone Silva^{1*}

RESUMO - Patógenos alimentares resistentes a antimicrobianos são uma preocupação de saúde pública ao redor do mundo. A resistência a antibióticos está sendo cada vez mais comum entre cepas isoladas de alimentos, assim, alternativas aos antibióticos estão sendo propostas. Óleos essenciais vêm sendo estudados para a aplicação na indústria de alimentos por possuírem atividade antimicrobiana e antioxidante. Desse modo, objetivou-se com este trabalho identificar o perfil de resistência antimicrobiana de *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isolados de frangos empregando diferentes antibióticos e os óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e pimenta preta (*Piper nigrum*). Métodos convencionais de microbiologia foram utilizados para a obtenção dos isolados bacterianos, método de disco-difusão foi empregado para identificar a resistência a antibióticos, ensaios de microplaca de resazurina foram realizados para identificar a concentração inibitória mínima (CIM) de óleos essenciais, e então a concentração bactericida mínima (CBM) foi estabelecida a partir da CIM desenvolvendo a técnica da micro gota. Frequência, média, desvio-padrão, análise de variância e teste de Tukey foram calculados para a análise dos resultados. Destacam-se entre os resultados obtidos a frequência de carcaças de frangos contaminadas por *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp., 70%, 40%, e 25%, respectivamente, sendo que a resistência dos isolados a um ou mais antibióticos foi detectada em 90,9%, 66,6% e 55,6% dos isolados de *E. coli*, *Salmonella* spp. e *S. aureus*, respectivamente. Em adição, a multirresistência foi amplamente identificada. Quanto aos resultados obtidos para as análises de CIM dos óleos essenciais analisados, foi possível observar um melhor desempenho dos óleos essenciais de alecrim e capim limão, respectivamente, contudo sem diferença significativa entre as amostras. Os resultados reforçam a preocupação com a disseminação de cepas resistentes a antimicrobianos e a necessidade do desenvolvimento ou melhoramento de alternativas ao uso de antibióticos.

Palavras chave: antimicrobiano, antibiograma, *Cymbopogon citratus*, patógenos alimentares, *Piper nigrum*, *Rosmarinus officinalis*.

ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF *Salmonella* SPP., *Staphylococcus aureus* AND *Escherichia coli* ISOLATED FROM CHICKEN CARCASSES: RESISTANCE TO ANTIBIOTICS AND ESSENTIAL OILS

ABSTRACT - Foodborne antimicrobial resistant microorganisms are a concern to public health worldwide. Antibiotic resistance has been frequently found in strains isolated from food; thus, alternatives to antibiotics are being proposed. Essential oils have been studied in order to apply in food industry because they have antimicrobial and antioxidant properties. Thereby, this work had as aim to identify the antimicrobial profile of *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* isolated from chicken using several antibiotics and essential oils of rosemary (*Rosmarinus officinalis*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and black pepper (*Piper nigrum*). Conventional microbiological methods were applied to obtain bacteria isolates, diffusion

¹ Universidade Estadual de Campinas - Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, São Paulo - Brasil

² Department of Population Medicine and Diagnostic Sciences, Cornell University College of Veterinary Medicine, Ithaca, NY 1

Fontes Financiadoras: CNPQ, CAPES, FAEPEX, PRP/UNICAMP

*ncirone@unicamp.br



agar method was used to identify the antibiotic resistance, resazurin microplate assays were carried out to identify minimum inhibitory concentration (MIC); following the minimum bactericidal concentration (MBC) was found from MIC using drop plate method. Frequency, mean, standard error mean, variance analysis and Tukey test were calculated to results analysis. The frequency obtained to chicken carcasses contaminated was highlighted, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella spp.* were identified in 70%, 40%, and 25% of carcasses, respectively; the resistance to one or more antibiotic was detected in 90.9%, 66.6% and 55.6% of *E. coli*, *Salmonella spp.* and *S. aureus* isolates, respectively. In addition, the multiresistance was widely identified. Among results from essential oils assays is emphasized rosemary performance when compared to other oils; however, for MIC there was no significant difference to essential oils of rosemary and lemongrass. The results reinforce the concern with antimicrobial resistant bacteria dissemination and with the necessity of development and improvements of alternatives to antibiotic use.

Keywords: antimicrobial, antibiogram, *Cymbopogon citratus*, foodborne pathogens, *Piper nigrum*, *Rosmarinus officinalis*.

INTRODUÇÃO

Staphylococcus aureus, *Salmonella* e *Escherichia coli* são importantes patógenos alimentares (Wang et al., 2013; Jong et al., 2014; Zhang et al., 2016), e estão dentre os maiores causadores de surtos no Brasil (Ministério da Saúde, 2016). Carnes de ave *in natura*, processados e miúdos representaram 1,4% dos surtos notificados no Brasil entre 2007 e 2016, vale ressaltar que em 66,8% dos casos os alimentos não foram identificados (Ministério da Saúde, 2016), sendo ainda este fato um transtorno para estudos epidemiológicos no país. A prevenção e o controle de doenças transmitidas por alimentos vêm sendo citados como um desafio e a resistência antimicrobiana entre patógenos alimentares como um problema crescente (Seventer & Hamer, 2017). Yap et al. (2014) mencionam a resistência bacteriana como um dos mais significantes desafios para a saúde humana. A resistência a antibióticos dentro da produção de alimentos é uma preocupação para a saúde pública, é claro que antibióticos usados em tratamento de humanos e animais agem como uma importante pressão seletiva para o surgimento e persistência de cepas resistentes (Gebreyes et al., 2017). Alternativas ao uso de antibióticos têm sido propostas nos últimos anos, algumas abordagens incluem probióticos, prebióticos, simbióticos, e produtos à base de plantas (Gebreyes et al., 2017).

Óleos essenciais (Oes) têm recebido muita atenção nas últimas décadas devido à atividade antimicrobiana que apresentam (Bassanetti et al., 2017). Óleos essenciais, ou terpenos, são metabólitos secundários baseados em uma estrutura de isopreno, são compostos voláteis que fornecem a essência da planta, sendo responsáveis pelo flavor e aroma de especiarias (Hintz et al., 2015).

Muitos Oes têm demonstrado eficiência contra patógenos alimentares e microrganismos deteriorantes (Bassanetti et al., 2017). Pesquisas avaliando a eficiência de Oes contra diferentes patógenos têm sido desenvolvidas, por exemplo, com Oes de mostarda (Clemente et al., 2016), canela (Pesavento et al., 2015; Clemente et al., 2016), frutas cítricas (Settani et al., 2012), alecrim, orégano, tomilho, sálvia (Pesavento et al., 2015) e pimenta (Dannenberg et al., 2017). Portanto, produtos derivados de plantas como agentes antimicrobianos são alvo de pesquisas visando utilizá-los para a conservação de alimentos e controle de patógenos transmitidos por alimentos (Hintz et al., 2015).

Considerando o exposto objetivou-se com este trabalho identificar o perfil de resistência antimicrobiana de *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isolados de frangos, obtidos em pontos de venda ao consumidor, empregando diferentes antibióticos e óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e pimenta preta (*Piper nigrum*).

MATERIALE MÉTODOS

Coleta e preparo de amostras

Carcaças de frango congeladas foram obtidas aleatoriamente em supermercados da cidade de Campinas (São Paulo, Brasil), provenientes de diferentes frigoríficos. No total, 20 carcaças foram coletadas e transportadas em caixas isotérmicas até o laboratório de toxinas microbianas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) para o desenvolvimento das análises planejadas. Após a recepção das amostras, as mesmas foram preparadas a fim de obter a diluição decimal

necessária para as análises microbiológicas que serão descritas a seguir. Porções de coxas, sobrecoxas, asas e pele foram cortadas e misturadas asepticamente, foram pesados 25 g de amostra sendo esta porção homogeneizada em 225 mL de água peptonada 0,1% (p/v) (Acumedia®) e a partir deste homogeneizado (10^{-1}) foram realizadas diluições decimais em 9 mL de água peptonada 0,1% (p/v) até a obtenção da diluição 10^{-3} (Silva et al., 2010).

Identificação de *Escherichia coli*

A identificação de *E. coli* foi realizada a partir da análise de coliformes termotolerantes, sendo utilizada a técnica do Número Mais Provável (NMP) em séries de três tubos de acordo com Instrução Normativa N° 62, de 26 de agosto de 2003 (Brasil, 2003a). Teste presuntivo, em Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) (Merck™, São Paulo - SP) e incubação a 35°C por 24 a 48 horas, e confirmativo, em caldo *Escherichia coli* (EC) (Oxoid™, São Paulo - SP) e incubação a 45°C por 24 a 48 horas, foram empregados. Os tubos com EC que apresentaram turbidez e formação de gás foram selecionados, coletou-se então uma alçada do cultivo e fez-se estriamento descontínuo em ágar Eosina Azul de Metileno (EMB) (Oxoid™, São Paulo - SP). As colônias típicas de *E. coli* foram submetidas aos testes bioquímicos vermelho de metila, Voges-Proskauer (Kasvi, São José dos Pinhais - PR), produção de indol (Difco™) e citrato de Simmons (BD™, São Paulo - SP) (Silva et al., 2010).

Identificação de *Salmonella* spp.

Para a pesquisa de *Salmonella* spp. procedeu-se a etapa de pré-enriquecimento em água peptonada, com incubação a 37°C por 18 horas. A seguir, na etapa de enriquecimento, transferiu-se alíquotas de 1 mL para o caldo tetracionado (Oxoid™, São Paulo - SP) e 0,1 mL para o caldo Rappaport Vassiliadis (Oxoid™, São Paulo - SP) os quais foram incubados a 37°C por 24 horas. Uma alçada dos caldos de enriquecimento foi estriada em placas contendo ágar bismuto sulfíto (BSA) (BD™, São Paulo - SP), ágar *Salmonella Shigella* (SS) (Oxoid™, São Paulo - SP) e Ágar Xilose-Lisina Deoxicolato (XLD) (Oxoid™, São Paulo - SP), e as placas foram incubadas a 37°C por 24 horas. Colônias suspeitas foram transferidas para tubos contendo ágar nutriente, e realizou-se incubação a 37°C por 24 horas. As colônias suspeitas foram submetidas aos testes de reação em ágar tríplice açúcar ferro (TSI) (Merck™, São Paulo

- SP), descarboxilação de lisina utilizando o ágar lisina ferro (LIA) (Sinergia Científica®, Campinas - SP), desaminação da fenilalanina em ágar fenilalanina (BD™, São Paulo - SP), vermelho de metila, Voges-Proskauer (Kasvi, São José dos Pinhais - PR), produção de indol (Difco™, São Paulo - SP) e citrato de Simmons (BD™, São Paulo - SP) e por fim a Reação sorológica frente ao anti-soro polivalente (Probac® Brasil). As análises foram realizadas seguindo instruções para a detecção de *Salmonella* spp. conforme (Silva et al., 2010).

Identificação de *Staphylococcus aureus*

Com base na metodologia descrita na Instrução Normativa N° 62, de 26 de agosto de 2003 (Brasil, 2003a), realizou-se a identificação de *S. aureus*. Em placas contendo ágar Baird Parker (BPA) (Acumedia®, Indaiatuba - SP) e solução de gema de ovo com telurito de potássio foi disposto um volume de 0,1 mL cada diluição seriada preparada previamente, e fez-se o espalhamento em superfície utilizando alça de Drigalski. As placas de BPA foram incubadas a 35°C por 30 a 48 horas, após a incubação foram selecionadas três colônias típicas por placa, as quais foram repicadas posteriormente em ágar Brain Heart Infusion (BHI) (Acumedia® Indaiatuba - SP) inclinado (35°C por 24 horas) para as análises bioquímicas. Realizou-se com os isolados obtidos coloração de Gram, teste de produção de catalase e por fim teste de produção de coagulase.

Identificação do fenótipo de resistência a antibióticos

Para a identificação de resistência a antibióticos foi realizado o método de disco-difusão conforme Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2015). Os isolados (*E. coli*, *Salmonella* e *S. aureus*) foram repicados em caldo BHI (Acumedia®, Indaiatuba - SP) e após 24 horas a 35°C os cultivos foram padronizados utilizando a escala McFarland para a obtenção de suspensões bacterianas correspondendo a 0,5 na escala, aproximadamente 10^8 UFC/mL. As suspensões foram semeadas em ágar Mueller-Hinton (Kasvi São José dos Pinhais - PR) e discos impregnados com antibióticos (Laborclin, Pinhais - PR) foram dispostos sobre o meio. As placas foram incubadas a 35°C por 18 horas. Após este período os halos foram medidos e interpretados segundo a CLSI (2015), os quais foram apresentados de acordo com a frequência (%) identificada para resistentes, resistentes intermediários e susceptíveis a antibióticos.



Para a identificação de resistência a antibióticos de *E. coli* e *Salmonella spp.* foram utilizados discos impregnados com ampicilina (10 µg), amoxicilina-ácido clavulânico (20/10 µg), cefoxitina (30 µg), aztreonam (30 µg), imipenem (10 µg), gentamicina (10 µg), tobramicina (10 µg), tetraciclina (30 µg) e cloranfenicol (30 µg). Para análise da resistência de *S. aureus* foram utilizados discos impregnados com penicilina (10 ig), oxacilina (1ig), cefoxitina (30 ig), gentamicina (10 ig), tobramicina (10 ig), eritromicina (15 ig), tetraciclina (30 ig), clindamicina (2 ig) e cloranfenicol (30 ig).

Identificação da Concentração Inibitória Mínima (CIM)

A CIM foi determinada para os óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e pimenta preta (*Piper nigrum*) (Givaudan, São Paulo, Brasil) frente a três cepas de cada patógeno estudado. No total, nove cepas aleatórias foram inoculadas em caldo BHI, seguindo para incubação a 37°C por 24 horas. As suspensões bacterianas foram padronizadas conforme mencionado anteriormente para a utilização de suspensões com aproximadamente 10⁸UFC/mL, posteriormente foram diluídas até a concentração de 10⁵UFC/mL.

Foram utilizadas placas de 96 poços, contendo 200 µL de caldo triptonsoja (TSB) (BDTM, São Paulo - SP) adicionado de 0,5% de Tween 80 em cada poço. Nos poços da primeira coluna, foram adicionados 360 µL de caldo TSB adicionado de Tween 80 homogeneizado com 40 µL de óleo essencial ou 40 µL de solução estoque do antibiótico comercial oxacilina (SigmaAldrich®, São Paulo - SP) na concentração de 0,5 mg/mL. Posteriormente, foi realizada diluição seriada a partir da transferência de 200µl de mistura do primeiro poço da linha para o segundo e assim sucessivamente. Por fim, foram inoculados 2 µL de suspensão bacteriana, resultando em concentração final de 10³UFC/mL por poço. As placas foram submetidas à incubação a 37°C por 24 horas. Após incubação, foram adicionados 50 µL de solução de resazurina 0,01% e após cinco minutos verificou-se a ocorrência de coloração indicativa do crescimento microbiano. O poço com menor concentração do agente antimicrobiano que permanece com coloração azul apresenta a concentração inibitória mínima enquanto a viragem para cor rosa indica crescimento bacteriano (Perazzo, 2012). O procedimento foi realizado em triplicata. Para cálculo da média, desvio-padrão, análise de variância (ANOVA) e teste de médias (método de Tukey, Pd^{0,05})

foi utilizado o *software* Sisvar, versão: 5.6, build: 86 (Lavras, MG, Brasil).

Identificação da Concentração Bactericida Mínima (CBM)

Para realização da análise da CBM foram retirados 10 µL do poço referente ao CIM e de três poços anteriores, os quais foram depositados em placas com ágar nutriente (OxoidTM, São Paulo- PR) por técnica de micro gota, conforme descrito por Knezevic (et al., 2016). As placas foram submetidas à incubação a 37°C por 24 horas. Após a incubação, seções nas quais não houve crescimento indicaram atividade bactericida, enquanto seções com crescimento positivo indicam atividade bacteriostática do composto analisado para a concentração relacionada (Knezevic et al., 2016). Os resultados da CBM são apresentados para cada cepa testada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados do isolamento de patógenos alimentares de carcaças de frango estão apresentados na Tabela 1.

A frequência encontrada de *Salmonella spp.* foi maior quando comparada com outras pesquisas realizadas no Brasil, como as realizadas por Cardoso et al. (2015) e Borsoi et al. (2010), os quais isolaram o patógeno em 14,6% e 12,2% das carcaças de frango, respectivamente. Cardoso et al. (2000) não identificaram *Salmonella* em 20 amostras de frangos inteiros avaliadas, bem como em amostras de coxa, sobrecoxa, peito, linguiça e salsicha de frango provenientes de frigoríficos do estado de São Paulo, em adição, também, não foram detectados coliformes termotolerantes. Do mesmo modo, bactérias do gênero *Salmonella* e do grupo coliformes termotolerantes não foram detectadas em 24 amostras de carcaças comercializadas na cidade de Recife (Pires et al., 2009). Fato que traz a preocupação em relação aos resultados apresentados (Tabela 1). Quanto à presença de estafilococos, Freitas et al. (2004a) identificaram *S. aureus* em 65% das carcaças analisadas, as quais foram coletadas em mercados públicos e supermercados. Neste caso, a falta do controle de temperatura de armazenamento nos nestes estabelecimentos teve importância para a obtenção dos resultados, sendo a frequência detectada significativamente superior à apresentada no presente trabalho.

Associada a preocupação com a presença de patógenos alimentares está a resistência a antibióticos dos mesmos. A resistência a diferentes antibióticos foi avaliada para todos os 46 isolados confirmados por testes bioquímicos. A susceptibilidade a todos os antibióticos testados foi encontrada em 9,1%, 33,3% e 33,3% dos isolados de *E. coli*, *Salmonella* spp. e *S. aureus*, respectivamente. Dos 46 isolados, apenas 4,3% (2 isolados de *S. aureus*, representando 11,1% das cepas da respectiva espécie) apresentaram somente resistência intermediária, a qual foi identificada para tetraciclina. A resistência a um ou mais antibióticos foi detectada em 90,9%, 66,6% e 55,6% dos isolados de *E. coli*, *Salmonella* spp. e *S. aureus*, respectivamente. Diferentes perfis de resistência foram identificados para os isolados analisados (Tabela 2), portanto, a

diversidade dos perfis de resistência e principalmente a multirresistência dos isolados são destacados. Patógenos alimentares resistentes, incluindo *Campylobacter*, *Salmonella Typhi*, salmonellae não-tifoidal e *Shigella*, são considerados ameaças graves pelo Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos (Doyle, 2015).

Infecções causadas por bactérias multirresistentes podem aumentar a morbidade, a mortalidade e o uso de antibióticos caros e hospitalizações prolongadas. Humanos podem estar expostos a bactérias resistentes a antibióticos através do ambiente, locais de cuidados com a saúde, fazendas, alimentos e por outros indivíduos portadores das bactérias em questão (Doyle, 2015). Cepas multirresistentes têm sido detectadas em carnes

Tabela 1 - Dados obtidos no isolamento de *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus*

Patógeno pesquisado	Colônias típicas(n)	Colônias confirmadas (n, %)	Carcaças positivas(n, %)
<i>E.coli</i>	28	22, 78,6	14, 70
<i>Salmonella</i> spp.	39	6, 15,4	5, 25
<i>S. aureus</i>	33	18, 54,5	8, 40

Tabela 2 - Resistência a antibióticos identificada em *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus* isolados de carcaças de frango

Isolado	Perfil de resistência a antibiótico* (n)
<i>E. coli</i>	amp, amo, tet (1) amp, azt, gen tob, tet (1) amp, azt, tet (1) amp, Azt, tet, clo (2) amp, cef, clo (1) amp,cef, gen (1) amp, gen, tet (2) amp, tet (4) amp, tet, clo (2) amp, tob, tet (1) cef, azt, tet, clo (1) tet (3)
<i>Salmonella</i> spp.	amp, amo, tet (1) amp, tet (1) amp, amo, cef (1) amp, cef (1)
<i>S. aureus</i>	oxa (3) oxa, tob, eri (1) pen, oxa, cli (1) pen, oxa, cli (1) pen, oxa, eri, cli (4)

* amp= ampicilina; amo = amoxicilina-ácido clavulânico; cef= cefoxitina; azt = aztreonam; gen = gentamicina; tob = tobramicina, tet = tetraciclina; clo = cloranfenicol; oxa = oxacilina; pen = penicilina; eri= eritromicina; cli = clindamicina.



e produtos frescos. Em carnes, a presença de cepas multirresistentes pode ter originado dos ambientes veterinários ou nas fazendas através do uso de antibióticos na alimentação dos animais ou no tratamento de infecções, além disso, manipuladores de alimentos, fazendeiros e cuidadores de animais também devem ser considerados como possíveis fontes de contaminação (Doyle, 2015).

A resistência a agentes antimicrobianos de cepas de *E. coli* isoladas de amostras de animais foi detectada como crescente em estudo que elaborou uma retrospectiva de pesquisas de 1950 a 2002, incluindo a ampicilina e gentamicina (Tadesse et al., 2012). Entre os antibióticos avaliados, a resistência a ampicilina foi a segunda mais frequente entre *E. coli* (Tabela 2). Tadesse et al. (2012) identificaram que a co-resistência mais frequente entre *E. coli* incluía tetraciclina (estroptomicina e tetracilina, 29,7%) (Tadesse et al. 2012), antibiótico mais observado nos perfis de resistente de *E. coli* aqui descritos. Para a mesma espécie observou-se a presença de isolados resistentes a cloranfenicol, sendo seu uso proibido em animais produtores de alimentos no Brasil (Brasil, 2003b), o não uso do cloranfenicol é indicado pelo *Codex Alimentarius* (FAO, 2017).

Para *Salmonella*, foram identificados quatro isolados resistentes, sendo os mesmos resistentes a ampicilina. Quanto a resistência a cefoxitina, tetraciclina e amoxicilina observou-se a mesma frequência (Tabela 2), sendo assim 66,6% dos isolados apresentaram resistência a dois ou mais antibióticos. Por outro lado, Medeiros et al. (2011) ao investigar a resistência a 18 antibióticos de *Salmonella* spp. isoladas de carcaças de frango congelado obtidas em capitais brasileiras identificaram resistência a um ou mais antibióticos em 100% das cepas (250 cepas). Contudo, na mesma pesquisa, destacou-se a baixa prevalência do patógeno nas 679 amostras de frango, 2,7%, sendo que mais de 50% das amostras positivas foram identificadas em São Paulo (Medeiros et al., 2011). Ressalta-se que as amostras utilizadas no presente trabalho foram adquiridas no interior do Estado de São Paulo.

Já a resistência a diferentes antibióticos por *S. aureus* tem sido comumente encontrada em amostras de frango comercializadas no Brasil (Freitas et al., 2001; Freitas et al., 2004b) e em alimentos de origem animal (Kuchenbecker et al., 2009), em geral. Entretanto, vale

ressaltar que 100% dos isolados resistentes aqui descritos apresentaram resistência a oxacilina. A resistência a oxacilina historicamente é utilizada para a detecção de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA), mas sabe-se atualmente que a cefoxitina é um indutor melhor do gene *mecA*, e testes usando cefoxitina apresentam melhor reprodutibilidade e acurácia comparados com testes com oxacilina (CDC, 2017). Como os resultados não apontaram a resistência a cefoxitina, métodos moleculares são necessários para a identificação precisa de cepas MRSA.

Compreendendo a importância de tais cepas e o aumento e a disseminação de cepas resistentes a antibióticos atuais outros antimicrobianos vêm sendo pesquisados. Há o uso potencial de substâncias bioativas derivadas de plantas (Bajpai; Baeg; Kang, 2012), desse modo, a CIM de óleos essenciais foi investigada empregando os isolados obtidos. Verificou-se melhor atividade antimicrobiana em óleo essencial de *Cymbopogon citratus* e *Rosmarinus officinalis*, os quais não diferiram significativamente entre si para os micro-organismos analisados (Tabela 3), e foram identificadas baixas concentrações dos Oes para a inibição do crescimento bacteriano.

O óleo essencial de *Piper nigrum* demonstrou não ser um bom inibidor comparado aos demais Oes, principalmente para bactérias Gram negativas, *E. coli* e *Salmonella* spp., devido a alta concentração para inibição do crescimento bacteriano. García-Díez et al. (2016) mencionam que a utilização de Oes em alimentos visando a segurança alimentar é uma importante estratégia, mas a alta concentração é um fator sensorial limitante. A CIM descrita é similar a encontrada para OE de alecrim no trabalho de Barbosa et al. (2016), neste houve atividade inibitória na concentração de 5 µL/mL contra *L. monocytogenes* e *E. coli*, entretanto, foi reportado 10 µL/mL contra *S. enteritidis*. Os dados apresentados mostram também que as menores concentrações necessárias para a inibição do crescimento de patógenos foi identificada para capim-limão, em consonância com pesquisa previamente desenvolvida em que diversos patógenos foram testados e o óleo de capim-limão foi efetivo, sendo que bactérias Gram positivas foram mais susceptíveis do que Gram negativas (Naiak et al., 2010). Segundo o estudo conduzido por Naiak et al. (2010), há indicação de que Gram negativas com alta resistência

a diferentes antibióticos foram inibidas por óleo de capim-limão em menores concentrações, o óleo foi efetivo contra cepas resistentes e pode ser sugerido para tratamento de infecções causadas por cepas multirresistentes. Porém, ao testar CBM (Tabela 4), observou-se que OE de capim-limão foi bactericida apenas para isolados de *Salmonella*. Quanto ao OE de pimenta preta, testes futuros podem ser realizados, por exemplo, com extratos etanólicos e metanólicos a fim de alcançar melhores resultados como mostrados por Akthar et al. (2014).

Adicionalmente, os resultados da análise da CBM (Tabela 4) indicam que o óleo essencial de pimenta apresentou pouco efeito bactericida a partir da CIM testada, enquanto o óleo essencial de alecrim teve efeito considerável, por exemplo, para a cepa SA16. Já para óleo de capim-limão verificou-se a CIM e predominante ação bacteriostática. Já os isolados de *E. coli* foram resistentes, havendo crescimento em todos os ensaios (Tabela 4), resultado que traz preocupação, uma vez que isolados da espécie foram resistentes a antibióticos; somando fatores, pode-se sugerir o potencial de sobrevivência e disseminação de material genético de importância.

CONCLUSÕES

A alta frequência de amostras de frango positivas para os patógenos alimentares investigados ressalta a necessidade de maiores cuidados na produção, transporte e armazenamento. Adicionalmente, a alta prevalência de isolados multirresistentes a antibióticos reforça a preocupação atual com a disseminação de bactérias resistentes na cadeia produtiva de alimentos. Isolados obtidos foram avaliados quanto à resistência frente a óleos essenciais. Os Oes de alecrim e capim-limão destacam-se pelos resultados apresentados neste trabalho. Entretanto, sugere-se para trabalhos futuros o uso de diferentes derivados de alecrim, capim-limão e pimenta preta frente a patógenos a fim de comparar os diversos resultados e assim sugerir aplicações para a indústria de alimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às agências de fomento que tornaram possível a realização deste estudo: Conselho Nacional de Pesquisa (CNPQ), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundo de Apoio ao Ensino, à Pesquisa e Extensão (FAEPEX) e Pró-Reitoria de Pesquisa da Unicamp (PRP).

Tabela 3 - Concentração Inibitória Mínima (CIM) de óleos essenciais expressa em mg/mL

Isolados	Capim-Limão <i>Cymbopogon citratus</i>)	Pimenta-Preta <i>(Piper nigrum)</i>	Alecrim <i>(Rosmarinus officinalis)</i>
<i>E. coli</i>	1,19±0,39 ^a	65,55±26,76 ^b	4,39±1,49 ^a
<i>Salmonella</i> spp.	3,08±1,93 ^a	70,4±26,26 ^b	3,29±1,41 ^a
<i>S. aureus</i>	0,43±0,43 ^a	17,00±16,88 ^b	2,27±1,60 ^a

Letras diferentes nas linhas indicam médias que diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 4 - Concentração Bactericida Mínima (CBM) de óleos essenciais expressa em %

Isolados	Capim-Limão(<i>Cymbopogon citratus</i>)			Pimenta-Preta(<i>Piper nigrum</i>)			Alecrim(<i>Rosmarinus officinalis</i>)		
EC1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
EC2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
EC5	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SAL6	0,312	1,25	0,156	+	+	+	+	0,625	0,312
SAL17	+	+	+	+	+	+	+	0,625	+
SAL20	+	+	0,312	+	+	+	+	0,312	0,312
SA12	+	+	+	+	+	+	2,5	5,0	+
SA16	+	+	+	0,625	0,312	+	0,156	0,312	0,156
SA18	+	+	+	10	+	+	0,312	0,312	0,156

EC = *Escherichia coli*; SAL = *Salmonella*; SA = *Staphylococcus aureus*; + = não houve efeito bactericida na CIM nem nas três concentrações anteriores; valores apresentam a menor concentração (%) com atividade bactericida.



LITERATURA CITADA

- AKTHAR, M.S.; BIRHANU, G.; DEMISSE, S. Antimicrobial activity of *Piper nigrum* L. and *Cassia didymobotrya* L. leaf extract on selected food borne pathogens. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v.4, suppl. 2, p.S911-S919, 2014.
- BAJPAI, V.K.; BAEK, K.H.; KANG, S.C. Control of *Salmonella* in foods by using essential oils: A review. **Food Research International**, v.45, n.2, p.722-734, 2012.
- BARBOSA, I.M.; MEDEIROS, J.A.C.; OLIVEIRA, K.A.R. et al. Efficacy of the combined application of oregano and rosemary essential oils for the control of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Enteritidis in leafy vegetables. **Food Control**, v.59, p.468-477, 2016.
- BASSANETTI, I.; CARCELLI, M.; BUSCHINI, A. et al. Investigation of antibacterial activity of new classes of essential oils derivatives. **Food Control**, v.73, part B, p.606-612, 2017.
- BORSOI, A.; MORAES, H.L.S.; SALLE, C.T.P. et al. Número mais provável de *Salmonella* isoladas de carcaças de frango resfriadas. **Ciência Rural**, v.40, n.11, p.2338-2343, 2010.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2017. In: www.a3q.com.br/dmdocuments/Instru_Normativa_62.pdf (acessado em 11 de setembro de 2017)a.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 9, de 27 de junho de 2003 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2017. In: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=2112258128> (acessado em 11 de setembro de 2017)b.
- CARDOSO, A.L.S.P.; TESSARI, E.C.N.; CASTRO, A.G.M. et al. Pesquisa de *Salmonella* spp., coliformes totais, coliformes fecais e mesófilos em carcaças e produtos derivados de frango. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.67, n.1, p.25-30, 2000.
- CARDOSO, A.L.S.P.; KANASHIRO, A.M.I.; STOPPA, G.F.Z. et al. Ocorrência de *Salmonella* spp. em carcaças de frango provenientes de abatedouros do estado de São Paulo, Brasil, no período de 2000 a 2010. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, n.24, p.1-12, 2015.
- CDC – Centers of Disease Control and Prevention. **Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)**. 2017. In: <https://www.cdc.gov/mrsa/lab/index.html> (acessado em 12 de setembro de 2017).
- CLEMENTE, I.; AZNAR, M.; SILVA, F. et al. Antimicrobial properties and mode of action of mustard and cinnamon essential oils and their combination against foodborne bacteria. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.36, p.26-33, 2016.
- CLSI. M02-A12: **Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard - Twelfth Edition**, 2015.
- DANNENBERG, G.S.; FUNCK, G.D.; CRUXEN, C.E.S. et al. Essential oil from pink pepper as an antimicrobial component in cellulose acetate film: Potential for application as active packaging for sliced cheese. **LWT - Food Science and Technology**, v.81, p.314-318, 2017.
- DOYLE, M.E. Multidrug-resistant pathogens in the food supply. **Foodborne Pathogens and Disease**, v.12, n.4, p.261-279, 2015.
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia** [online]. 2014, v.38, n.2 [citado 2015-10-17], p.109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
- FREITAS, M.F.L.; MOTA, R.A.; VILELA, S.M. et al. Cepas de *Staphylococcus* spp. isoladas de carcaças de frango comercializadas na cidade do Recife - PE, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v.2, n.2, p.139-145, 2001.
- FREITAS, M.F.L.; LEÃO, A.E.D.S.; STAMFORD, T.L.M. et al. Ocorrência de *Staphylococcus aureus* em carcaças de frango. **B. CEPPA**, v.22, n.2, p.271-282, 2004a.
- FREITAS, M.F.L.; MOTA, R.A.; LEÃO, A.E.D.S. et al. Sensibilidade antimicrobiana de cepas de *Staphylococcus* spp. isoladas de carcaças de frango comercializadas em Recife. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.3, p.405-407, 2004b.
- GARCÍA-DÍEZ, J.; ALHEIRO, J.; PINTO, A.L. et al. Behaviour of food-borne pathogens on dry cured sausage manufactured with herbs and spices essential oils and their sensorial acceptability. **Food Control**, v.29, p.262-270, 2016.



- GEBREYES, W.A.; WITTUM, T.; HABING, G et al. Spread of Antibiotic Resistance in Food Animal Production Systems. In: DODD, C.; ALDSWORTH, T.; STEIN, R.A. et al. (Ed.). **Foodborne Diseases (Third edition)**. Cambridge: Academic Press, 2017. p.105-130.
- HINTZ, T.; MATTHEWS, K.K.; RONG, D. The Use of Plant Antimicrobial Compounds for Food Preservation. **BioMed Research International**, p.1-12, 2015.
- JONG, A.; SMET, A.; LUDWIG, C. et al. Antimicrobial susceptibility of *Salmonella* isolates from healthy pigs and chickens (2008-2011). **Veterinary Microbiology**, v.171, p.298-306, 2014.
- KNEZEVIC, P.; ALEKSIC, V.; SIMIN, N. et al. Antimicrobial activity of *Eucalyptus camaldulensis* essential oils and their interactions with conventional antimicrobial agents against multi-drug resistant *Acinetobacter baumannii*. **Journal Of Ethnopharmacology**, [s.l.], v.178, p.125-136, 2016.
- KUCHENBECKER, B.S.; RIBEIRO, A.R.; CARDOSO, M. Perfil de resistência de isolados de *Staphylococcus aureus* obtidos de produtos de origem animal analisados pelo Serviço de Inspeção Federal do Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37, n.2, p.143-149, 2009.
- MEDEIROS, A.N.; OLIVEIRA, D.C.N.; RODRIGUES, D.P. et al. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* in chicken carcasses at retail in 15 Brazilian cities. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v.30, n.6, p.555-560, 2011.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil**. 2016. In: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta—o-Surtos-DTA-2016.pdf> (acessado em 02 de setembro de 2017).
- PERAZZO, M.F.; COSTANETA, M.C.C.; CAVALCANTI, Y.W. et al. Efeito antimicrobiano do óleo essencial do *Cymbopogon citratus* sobre bactérias formadoras do biofilme dentário. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, [s.l.], v.16, n.4, p.553-558, 2012.
- PESAVENTO, G.; CALONICO, C.; BILIA, A.R. et al. Antibacterial activity of Oregano, Rosmarinus and Thymus essential oils against *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* in beef meatballs. **Food Control**, v.54, p.188-199, 2015.
- PIRES, D.S.L.; PACHECO, M.S.; ROLIM, M.B.Q. et al. Pesquisa de *Salmonella* spp. e coliformes termotolerantes em carcaças de frangos in natura comercializados no Distrito Sanitário V da Cidade do Recife – PE. **Medicina Veterinária**, v.3, n.1, p.31-36, 2009.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.
- SETTANI, L.; PALAZZOLO, E.; GUARRASI, V. et al. Inhibition of foodborne pathogen bacteria by essential oils extracted from citrus fruits cultivated in Sicily. **Food Control**, v.26, n.2, p.326-330, 2012.
- WANG, X.; TAO, X.; XIA, X. et al. *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in retail raw chicken in China. **Food Control**, v.29, p.103-106, 2013.
- YAP, P.S.X.; YIAP, B.C.; PING, H.C. Essential oils, a new horizon in combating bacterial antibiotic resistance. **The Open Microbiology Journal**, v.8, p.6-14, 2014.
- ZHANG, S.; WU, Q.; ZHANG, J. et al. Prevalence, genetic diversity, and antibiotic resistance of enterotoxigenic *Escherichia coli* in retail ready-to-eat foods in China. **Food Control**, v.68, p.236-243, 2016.

Recebido para publicação em 23/12/2017 e aprovado em 23/3/2018.



SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO CONTROLE DE MELOIDOGYNE JAVANICA EM PEPINEIRO EM DIFERENTES TEXTURAS DE SOLO

Bruna Hanielle Carneiro dos Santos¹, Regina Cássia Ferreira Ribeiro², Rodrigo Mendes Oliveira³, Adélica Aparecida Xavier⁴, Leandro de Souza Rocha⁵, José Augusto dos Santos Neto⁶, Cláudia Regina Dias-Arieira⁷, Edson Hiydu Mizobutsi⁸

RESUMO - Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são responsáveis por perdas elevadas no pepineiro em campo e cultivo protegido. Devido a ausência de cultivares resistentes, o uso de silicato de cálcio pode ser uma alternativa para o controle dos nematoides. Objetivou-se avaliar a eficiência de diferentes doses de silicato de cálcio em solo de textura arenosa e argilosa no controle de *M. javanica* em pepineiro. Para a avaliação do efeito das doses de silicato de cálcio no controle de *M. javanica* em pepino de conserva em solo arenoso foram avaliadas quatro doses de silicato de cálcio e magnésio: 0 (testemunha), 0,5, 0,8 e 1,1 g.kg⁻¹ de solo. Para a avaliação em solo argiloso utilizou-se as seguintes doses: 0 (testemunha), 0,2, 0,5 e 0,8 g.kg⁻¹. O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso com cinco repetições e cada repetição composta por dois vasos, para os dois ensaios. Com relação ao número de juvenis de segundo estágio (J2) por 100 cm³ de solo no ensaio realizado em solo arenoso constatou-se redução de 74,29% na dose de 1,1 g.kg⁻¹ de solo quando comparado a testemunha. No ensaio em solo argiloso foi observado efeito significativo das doses de silicato de cálcio na redução do número de ovos. Não houve efeito sobre o desenvolvimento da planta.

Palavras chave: *Cucumis sativus*, nematoide das galhas, silício.

CALCIUM AND MAGNESIUM SILICATE ON MELOIDOGYNE JAVANICA CONTROL IN CUCUMBER IN SOIL WITH DIFFERENT TEXTURES

ABSTRACT - Root-knot nematodes are responsible for major losses in the cucumber in the field and greenhouse. Due to the absence of resistant cultivars, the use of calcium and magnesium silicate may be an alternative for the nematodes control. This study aimed to evaluate the efficacy of different doses of calcium silicate in sandy soil and clay in the control of *Meloidogyne javanica* on cucumber. For evaluation of the effect of doses of calcium silicate in controlling *M. javanica* in cucumber preserved in sandy soil were evaluated four doses of calcium silicate: 0 (control), 0.5, 0.8 and 1.1 g.kg⁻¹ soil. For evaluation in clay soil was used the following doses: 0 (control), 0.2, 0.5 and 0.8 g.kg⁻¹. The statistical design was a randomized block with five replicates and each replicate consisted of two vessels for the two tests. The number of second-stage juveniles (J2) per 100 cm³ of soil in the test conducted in sandy soil decreased 74.29% at a dose of g.kg⁻¹ soil when compared to control. In the assay with clay soil was significant effect of doses of calcium silicate in reducing the number of eggs per root. The growth of plants did not influence by calcium silicate.

Keywords: *Cucumis sativus*, silicon, root-knot nematode.

^{1,2,3,4,5,6,8} Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES.

⁷ Universidade Estadual de Maringá - UEM.



INTRODUÇÃO

A cultura do pepino (*Cucumis sativus*) é a cucurbitácea mais cultivada dentre as cucurbitáceas. No Brasil, representa cerca de 23 % do volume de hortaliças comercializadas (Santos, 2011). O pepino é uma hortaliça fruto apreciada devido ao seu frescor e baixa caloria. Consumida na forma de salada e conservas, é um alimento com alto teor de água, vitaminas e sais minerais (Maldonado, 2009).

O rendimento do pepino cultivado a campo no Brasil é muito reduzido, devido a diversas doenças e pragas, sendo uma das espécies olerícolas de grande suscetibilidade aos nematoides das galhas. No Distrito Federal as perdas causadas por tais nematoides podem chegar a 85%, enquanto nos cultivos protegidos as perdas podem chegar a 100% (Charchar & Aragão, 2003). Segundo estes autores as espécies *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* são as mais frequentes no Distrito Federal.

O controle de *Meloidogyne* spp. na cultura do pepino é feito por meio da rotação de culturas com espécies de plantas não hospedeiras e ou antagonistas como *Crotalaria* spp. (crotalárias), *Mucuna* spp. (mucunas) e *Tagetes* spp. (cravos-de-defunto) (Dias-Arieira et al., 2003), já que não existem cultivares resistentes e nematicidas registrados no Ministério da Agricultura. No entanto, muitas vezes os produtores possuem pequenas áreas e não têm interesse em plantar gramíneas que já demonstraram resultados satisfatórios em reduzir a população de *Meloidogyne* spp. no solo (Dias-Arieira et al., 2003). Assim, medidas alternativas devem ser pesquisadas.

A nutrição mineral é um fator ambiental passível de ser manipulado pelo homem com relativa facilidade e utilizado como complemento ou método alternativo no controle de doenças, agindo no crescimento, morfologia, anatomia e, principalmente, na composição química e enzimática da planta, influenciando na resistência ou tolerância ao patógeno. O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre e é também abundante na maioria dos solos (Marschner, 1995). Vários estudos comprovam seus efeitos benéficos no desenvolvimento e produtividade de plantas (Sávio et al., 2011) e no controle de doenças de plantas (Rodrigues et al., 2004; Domiciano et al., 2010; Lima et al., 2010; Oliveira et al., 2012). Os mecanismos de defesa mobilizados pelo silício incluem acumulação de lignina, compostos fenólicos e ativação de enzimas ligadas à resistência e fitoalexinas (Rodrigues et al., 2004; Cai et al., 2008).

Assim esse trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do uso de silicato de cálcio e magnésio no controle de *Meloidogyne javanica* em pepineiro, em solos de diferentes texturas.

MATERIALE MÉTODOS

Foram realizados dois ensaios, sendo o primeiro em solo arenoso (areia: 85 dag.kg⁻¹, argila: 8 dag.Kg⁻¹, silte: 7 dag.Kg⁻¹, pH=5,3) coletado em Mocambinho (área C2), distrito de Jaíba-MG e o segundo em solo argiloso (areia: 14,0 dag kg⁻¹, argila: 57,0 dag kg⁻¹, silte: 29,0 dag kg⁻¹, pH: 4,6) na fazenda Fama, na região de Janaúba- MG. O silicato de cálcio e magnésio (agrosilício) (SiO₂ = 10,5 dag kg⁻¹, MgO = 6 dag kg⁻¹, CaO = 25 dag kg⁻¹ e PRNT = 85%), foi adquirido junto à empresa Recmix do Brasil®. Ambos experimentos foram conduzidos na Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Campus de Janaúba - MG.

Os ovos de *M. javanica* foram obtidos a partir de raízes de tomateiros do grupo Santa Cruz Kada infectadas com *M. javanica* mantidas em casa de vegetação, em solo previamente autoclavado por três dias (120 °C/30 minutos) de acordo com a técnica de Hussey & Barker modificado por Boneti & Ferraz (1981). A suspensão contendo os ovos foi calibrada em microscópio de objetiva invertida em câmaras de Peters para 1000 ovos/mL.

Para a obtenção das mudas de pepineiro foram semeadas três sementes da variedade SMR-58 em copos plásticos contendo substrato Plantmax®, e mantidas em casa de vegetação, por 30 dias, quando atingiram tamanho ideal para o transplântio.

Para a avaliação do efeito das doses de silicato de cálcio e magnésio no controle de *M. javanica* em pepino de conserva em solo arenoso foram avaliadas quatro doses de silicato de cálcio e magnésio: 0 (testemunha), 0,5, 0,8 e 1,1 g.kg⁻¹ de solo. Para a avaliação em solo argiloso utilizaram-se as seguintes doses: 0 (testemunha), 0,2, 0,5 e 0,8 g.kg⁻¹ (Tabela 1). Os outros nutrientes foram adicionados conforme a exigência da cultura e disponibilidade do solo (Ribeiro et al., 1999). A irrigação foi realizada manualmente, sempre que necessário, mantendo o solo constantemente úmido.

O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso com cinco repetições, sendo cada repetição constituída por dois vasos. Os solos de textura



Tabela 1 - Tratamentos para os diferentes solos com doses de silicato de cálcio e magnésio, no controle de *Meloidogyne javanica*

Tipos de solo	Doses de silicato de cálcio e magnésio			
	0,0	0,5 g.kg ⁻¹	0,8 g.kg ⁻¹	1,1 g.kg ⁻¹
Arenoso	0,0	0,5 g.kg ⁻¹	0,8 g.kg ⁻¹	1,1 g.kg ⁻¹
Argiloso	0,0	0,2 g.kg ⁻¹	0,5 g.kg ⁻¹	0,8 g.kg ⁻¹

arenosa e argilosa foram previamente autoclavados por três dias a 120°C/30 minutos. Em seguida foram colocados em vasos de 4 kg de capacidade e incorporados a eles os tratamentos de silicato de cálcio, ficando incubados por 20 dias. Após o período de incubação, as mudas de pepino foram transplantadas e posteriormente inoculou-se 3 mL de uma suspensão aquosa contendo 4.000 ovos de *M. javanica* em três orifícios ao redor da planta, extraídos conforme mencionado. Quarenta dias após o transplante das mudas, foram avaliados: peso da matéria seca da parte aérea (g), peso fresco das raízes (g), número de galhas, número de massas de ovos, número de ovos e número de juvenis de segundo estágio (J2) /100cm³ de solo.

Para determinação da matéria seca da parte aérea, as plantas foram cortadas na altura do colo, acondicionadas em sacos de papel, etiquetadas e levadas para estufa de ventilação forçada de ar à 65° C por 72 horas até peso constante.

As raízes após lavadas foram submetidas a coloração com floxina B para contagem das galhas e massas de ovos, segundo a metodologia de (Taylor & Sasser, 1978). Para avaliação do número de ovos por raiz, estes foram extraídos de acordo com a técnica de Hussey & Berker modificada por Boneti & Ferraz (1981). A extração dos juvenis de segundo estágio do solo foi realizada pelo método da centrífuga em solução de sacarose pela técnica de (Jenkins, 1964). A contagem do número de J2 e de ovos foi realizada em câmara de Peters em microscópio de objetiva invertida.

As médias foram submetidas à análise de variância, quando significativas foram ajustados modelos de regressão, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de juvenis de segundo estágio (J2) por 100 cm³ de solo no ensaio realizado em solo arenoso foi influenciado pelas doses de silicato de cálcio ($P < 0,01$).

Por meio do ajuste de curva de regressão verificou-se redução do número de J2 de *M. javanica* com o aumento das doses de silicato. Constatou-se uma redução de 74,29% na dose de 1,1 g/kg de solo quando comparado a testemunha (Figura 1).

No ensaio em solo argiloso se observou efeito significativo das doses de silicato de cálcio na redução do número de ovos por raiz à 5%. Verificou-se por meio de regressão um efeito linear reduzindo-se o número de ovos por raiz com o aumento das doses de silicato de cálcio (Figura 2). Resultados semelhantes foram obtidos por diversos autores. Dutra et al. (2004) evidenciaram redução do número de ovos de *M. javanica* e *M. incognita* em feijoeiro com 4 g de silicato de cálcio/dm³ de substrato. Também Silva et al. (2010) verificaram a redução do número de ovos em raízes de cafeeiro cv 'Catuaí' cultivado em solo corrigido com silicato de cálcio. Estudos realizados por Guimarães (2010) utilizando silicato de potássio no parasitismo de *M.*

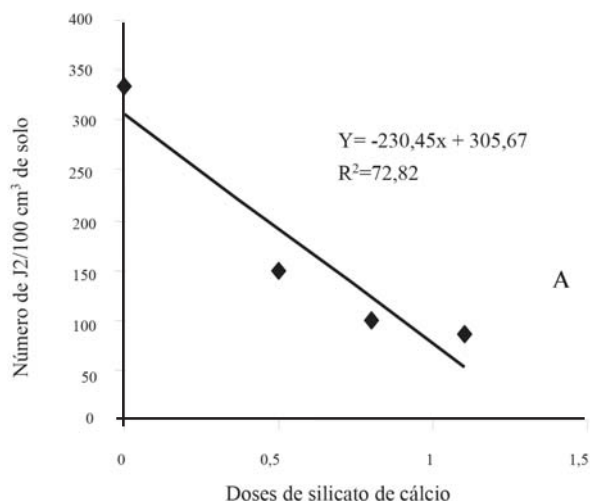


Figura 1 - Número de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne javanica*/100 cm³ de solo arenoso cultivado com pepineiro em função de diferentes doses de silicato de cálcio.

incognita em cana de açúcar também demonstraram efeito semelhante.

Por meio da análise de variância ($P \leq 5\%$), não se observou efeito significativo das doses de silicato de cálcio para as variáveis: número de galhas, número de massas de ovos e número de ovos por sistema radicular e matéria seca da parte aérea, tanto para o solo de textura arenosa, quanto para o de textura argilosa (Tabela 1 e 2). Oliveira et al. (2012) testando a influência de doses de silicato de cálcio e de magnésio na população de *M. javanica* verificaram que as doses de silicato

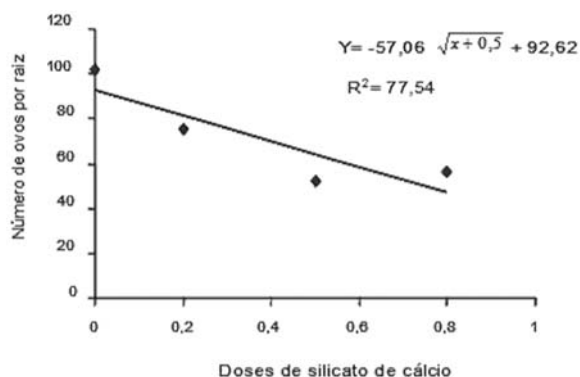


Figura 2 - Número de ovos de *Meloidogyne javanica* por raiz de pepineiro cultivado em solo argiloso com diferentes doses de silicato de cálcio.

não interferiram no número de galhas, massas de ovos por sistema radicular e J2 de *M. javanica*, corroborando com os dados obtidos no trabalho.

Os resultados obtidos demonstram que o silicato de cálcio e magnésio afetou a reprodução do nematoide. Segundo Freire (2007), o silício afeta o desenvolvimento pleno das células gigantes de *Meloidogyne* spp., afetando sua reprodução. Silva et al. (2010) em seu trabalho deduziram que a redução na capacidade reprodutiva do nematoide ocorre devido ao aumento dos derivados da lignina-ácido tioglicólico e das enzimas peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina-amônia-liase. Há evidências de que o envolvimento dos silicatos na indução de resistência pode ocorrer pela participação do próprio silício, fortificando estruturas da parede celular, conferindo aumento da lignificação, dificultando a penetração dos patógenos, ativação de mecanismos específicos como a produção de fitoalexinas e a síntese de proteínas relacionadas à patogênese como quitinases (Rodrigues et al., 2003; Deepak et al., 2008).

Conclui-se que com o aumento das doses de silicato de cálcio e magnésio em solo de textura arenosa ocorre redução do número de J2 de *M. javanica* e em solo argiloso ocorre redução do número de ovos do nematoide por sistema radicular. As doses de silicato de cálcio não interferem no desenvolvimento de pepineiros cv. 'SMR-58'.

Tabela 2 - Número de galhas, massas de ovos e ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular de pepineiro cultivado em solo arenoso com diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio

Doses	Nº galhas	Massa ovos/raiz*	Ovos/raiz*	Matéria seca de parte aérea
0,0	74,6	66,8	7.797,0	18,2
0,5	83,2	94,2	17.829,6	17,6
0,8	76,6	62,8	9.917,2	18,8
1,1	92,8	46,0	13.738,0	18,9
CV (%)	38,92	30,11	30,68	5,13

* Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$

Tabela 3 - Número de galhas, massas de ovos e ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular de pepineiro cultivado em solo argiloso com diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio

Doses	Nº galhas	Massa ovos/raiz*	J2/100cm³ de solo*	Matéria seca de parte aérea
0,0	37,4	13,6	119	22,0
0,5	25,8	9,6	94,2	22,2
0,8	13,6	8,4	71,9	21,7
1,1	24,0	9,8	67,0	22,5
CV (%)	43,12	44,87	28,65	4,14

* Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$



AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela concessão da bolsa de Incentivo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico.

LITERATURA CITADA

- BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p.553, 1981.
- CAI, K.; GAO, D.; LIU, S.; ZENG R. et al. Physiological and cytological mechanisms of silicon induced resistance in rice against blast disease. **Physiologia Plantarum**, v.134, p.324-333, 2008.
- CHARCHAR, J.M.; ARAGÃO, F.A.Z. Seqüência de cultivos no controle de *Meloidogyne javanica* em campo. **Nematologia Brasileira**, v.27, p.81-86, 2003.
- DEEPAK, S.; MANJUNATH, G.; MANJULA, S. et al. Involvement of silicon in pearl millet resistance to downy mildew disease and its interplay with cell wall proline/hidroxyproline-rich glycoproteins. **Australasian Plant Pathology**, v.37, p.498-504, 2008.
- DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G. et al. Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.25, n.2, p.473-477, 2003.
- DOMICIANO, G.P.; RODRIGUES, F.A.; VALE, F.X.R. et al. Wheat resistance to spot blotch potentiated by silicon. **Journal of Phytopathology**, v.158, p.334-343, 2010.
- DUTRA, M.R.; GARCIA, A.I.A.; PAIVA, B.R.T.L. et al. Efeito do silício aplicado na semeadura do feijoeiro no controle de nematoides das galhas. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.172, 2004.
- FERREIRA, D. **SISVAR software: versão 4.6**. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.
- FREIRE, E.S. **Controle dos nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) e dos cistos (*Heterodera glycines*)**. (Dissertação de mestrado). Lavras, MG: UFLA, 2007.104p.
- GUIMARÃES, L.M.P.; PEDROSA, E.M.R.; COELHO, R.S.B. et al. Eficiência e atividade enzimática elicitada por metil jasmonato e silicato de potássio em canade-açúcar parasitada por *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n.1, p.11-15, 2010.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v.48, p.692, 1964.
- LIMA, L.M.; POZZA, E.A.; POZZA, A.A.A. et al. Quantificação da ferrugem asiática e aspectos nutricionais de soja suprida com silício em solução nutritiva. **Summa Phytopathologica**, v.36, p.51-56, 2010.
- MALDONADE, I. **Pepinos em conserva**. Circular Técnica. Embrapa Hortaliças. Brasília - DF, 2009.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, London, 1995.
- OLIVEIRA, R.M.; RIBEIRO, R.C.F.; XAVIER, A.A. et al. Efeito do silicato de cálcio e magnésio sobre a reprodução de *Meloidogyne javanica* e desenvolvimento de mudas de bananeira Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.409-415, 2012.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- RODRIGUES, F.A.; BENHAMOU, N.; DATNOFF, L.E. et al. Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance. **Phytopathology**, v.93, p.535-546, 2003.
- RODRIGUES, F.A.; McNALLY, D.J.; DATNOFF, L.E. et al. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. **Phytopathology**, v.94, p.177-183, 2004.



SANTOS, J.Z. **Desempenho agrônômico de híbridos e níveis de adubação para o cultivo orgânico de pepino no período chuvoso do cerrado.** (Dissertação de mestrado). Brasília, DF: UnB, 2011. 30p.

SÁVIO, F.L.; SILVA, G.C.; TEIXEIRA, I.R. et al. Produção de biomassa e conteúdo de silício em gramíneas forrageiras sob diferentes fontes de silicato. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.103-110, 2011.

SILVA, R.V.; OLIVEIRA, R.D.L.; NASCIMENTO, K.J.T. et al. Biochemical responses of coffee resistance against *Meloidogyne exigua* mediated by silicon. **Plant Pathology**, v.59, p.586-593, 2010.

TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species).** Raleigh: International *Meloidogyne* Project, NCSU & USAID Coop. Publ., 1978. 111p

Recebido para publicação em 16/12/2017 e aprovado em 23/3/2018.



UTILIZAÇÃO DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) COMO BIOINDICADORAS EM PLANTIOS DE PINUS NO PARANÁ

Karen Koch Fernandes de Souza¹, Nilton José Sousa², Ivan Crespo Silva², Pedro Pacheco dos Santos Lima³, Eli Nunes Marques⁴

RESUMO - Os cultivos florestais transformam a paisagem e, como as demais monoculturas, apresentam baixa diversidade, sendo que a qualidade dos plantios pode ser investigada por meio da utilização de bioindicadores. As formigas são amplamente empregadas como indicadores edáficos porque compreendem um grupo numericamente abundante, possuem ampla diversidade, ocupam diferentes nichos e, comparadas a outros seres vivos, são fáceis de amostrar, além de responderem as pressões ambientais. Esta pesquisa procurou realizar levantamento qualitativo e quantitativo das espécies de formigas de solo presentes em quatro ambientes (remanescente de Floresta Ombrófila Mista e três idades de plantios de *Pinus* sp.). As coletas ocorreram em quatro etapas distribuídas ao longo de um ano. Em cada unidade amostral foi instalado um transecto de armadilha do tipo *pitfall* (adaptadas para uso com iscas de sardinha em óleo comestível) contendo cinco armadilhas distanciadas 10 m entre si. No total, foram coletados 3374 indivíduos pertencentes à Família Formicidae distribuídos em 23 espécies. A análise qualitativa mostrou que o gênero *Pheidole* teve o maior registro de indivíduos. O gênero *Solenopsis* foi o mais frequente no plantio de *Pinus taeda* aos oito anos de idade, revelando que o gênero pode estar associado a ambientes perturbados enquanto que o gênero *Pachycondyla* sp. foi observado com maior frequência em ambiente com melhor estado de conservação.

Palavras chave: *mirmecofauna*, *bioindicadores*, *Pinus* sp.

UTILIZATION OF ANTS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) AS BIOINDICATORS IN PINUS PLANTING IN PARANÁ STATE, BRAZIL

ABSTRACT - Forest crops transform the landscape and, like other monocultures, have low diversity. The quality of the crops can be ascertained by using bioindicators. Ants are widely used as indicators because edaphic comprise a numerically abundant group, have extensive diversity, occupy different niches and, compared to other living beings, are easy to sample, and respond to environmental pressures. This research sought to carry out qualitative and quantitative survey of the species of soil ants present in four environments (remnant of Araucaria Forest and three ages of *Pinus* sp. plantations). The samples were collected in four stages distributed throughout the year. In each sample unit were installed one trap transect *pitfall* type (adapted for use with sardine baits in edible oil) containing five traps 10 m away. In total, we collected 3374 individuals belonging to the family Formicidae distributed in 23 species. Qualitative analysis showed that *Pheidole* gender had the greatest individual record. The *Solenopsis* genus was the most frequent in planting loblolly pine to eight years old, showing that the genre may be associated with disturbed environments while gender *Pachycondyla* sp. It was observed more frequently in an environment with better condition.

Keywords: ants, bioindicators, *Pinus* sp.

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná - UFPR, Professora da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR, Curitiba, Paraná (Autor para correspondência - email: karenkfs@yahoo.com.br)

² Professores do Departamento de Ciências Florestais - UFPR, Universidade Federal do Paraná - UFPR

³ Especialista da Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Pirassununga, SP.

⁴ Professor sênior da Universidade Federal do Paraná, UFPR.



INTRODUÇÃO

Os plantios florestais são essenciais para a sociedade, fornecem produtos diretos (madeira, celulose, resina, frutos, fibras, entre outros) além de serem reconhecidos pelos serviços ambientais - conservação de recursos hídricos e edáficos, sequestro de carbono, entre outros. No entanto, por se tratar de monocultura, simplificam o ambiente e alteram as condições naturais do meio, sendo possível avaliar o impacto causado pelo cultivo florestal por meio da amostragem de indicadores ambientais.

Entre as principais espécies cultivadas, o gênero *Pinus* se destaca no sul e sudeste do país, por se ajustar as características edafoclimáticas. De acordo com Medrado (2008) as plantações de pinus tem uma grande importância para o setor florestal brasileiro, pois agregaram valor desde o pequeno produtor rural até os vários segmentos industriais como laminação, serraria, papel e celulose, chapas e geração de energia.

Os formicídeos se constituem em um importante grupo para o monitoramento ambiental (Oliveira *et al.*, 2014). As formigas são insetos sociais que vivem em colônias formadas por castas (Borror & DeLong, 1969), podendo ser encontradas em uma variedade de locais, desde desertos a florestas úmidas (Kaspari, 2000).

Entre os atributos que tornam as formigas ideais para a serem utilizadas como bioindicadores, Alonso & Agosti (2000) destacam a presença em diversos habitats e distribuição em todo o mundo, a alta diversidade, são numericamente abundantes, são relativamente fáceis de coletar, respondem às mudanças ambientais, e, ainda, possuem hábitos de nidificação estacionário que permitem a reamostragem ao longo do tempo.

O uso de formigas como indicadores, tem sido objeto de estudo, em diversos trabalhos na Austrália, especialmente, em estudos de reabilitação de áreas degradadas oriundas da atividade de mineração (Majer, 1983; Majer & Nichols, 1998). A investigação acerca do tema no Brasil pode ser observada em trabalhos relacionados à fragmentação florestal (Vasconcelos, 1998; Liberal *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2018), a agroecossistemas (Dias, 2004; Spolidoro, 2009; Cantarelli *et al.*, 2015) e também em áreas degradadas pela mineração (Diehl-Fleig, 1999; Ré, 2007; Rocha *et al.*, 2015). No entanto, poucos são os trabalhos que

relacionam a mirmecofauna em áreas de plantios de Pinus (Matos *et al.*, 1994; Lutinski *et al.*, 2008; Souza, 2010).

Neste sentido, este trabalho teve por objetivo determinar as espécies de formicídeos que ocorrem em três plantios do gênero *Pinus* com diferentes idades, comparando com um remanescente de floresta nativa. Além de avaliar a influência de características abióticas na amostragem de formigas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido durante o período de um ano, no município de Irati-PR (25°28'02"S e 50°39'04"W) (Figura 1), localizado no segundo planalto paranaense a cerca de 836 metros de altitude em relação ao nível do mar, em quatro ambientes distintos (Tabela 1), próximos entre si, mas não adjacentes. As áreas de estudo pertenciam ao Colégio Florestal de Irati.

De acordo com Sistema de Classificação Climática de Köppen, o clima da região onde o estudo foi conduzido é do tipo Cfb - Subtropical Úmido Mesotérmico, com geadas severas e frequentes, sem estação seca (SPVS, 1996) e o solo predominante dos locais da pesquisa é classificado como Cambissolo, de acordo com o levantamento edáfico da instituição (não publicado) e confirmado por Mazza (2006).

Os dados meteorológicos - precipitação, temperatura média, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar – foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o qual possui uma estação meteorológica localizada na área de domínio do Colégio Florestal de Irati.

A amostragem ocorreu em quatro etapas distribuídas ao longo de um ano, nos meses: maio, agosto, setembro e dezembro. As coletas dos formicídeos foram realizadas por meio de armadilhas de queda do tipo *pitfall* adaptadas para a utilização de iscas de sardinha (sobre o recipiente foi disposta uma prancha de madeira de 30 x 30 cm com 10 cm de altura, no centro da estrutura estava fixado um prego, onde fora amarrado um barbante contendo papel alumínio com sardinha enlatada em óleo comestível) (adaptado de Aquino *et al.*, 2006). Os recipientes plásticos (500 mL de capacidade contendo 100 mL de uma solução com álcool a 70% e detergente) foram enterrados verticalmente no solo, de forma que a borda superior ficasse alinhada com a superfície. As



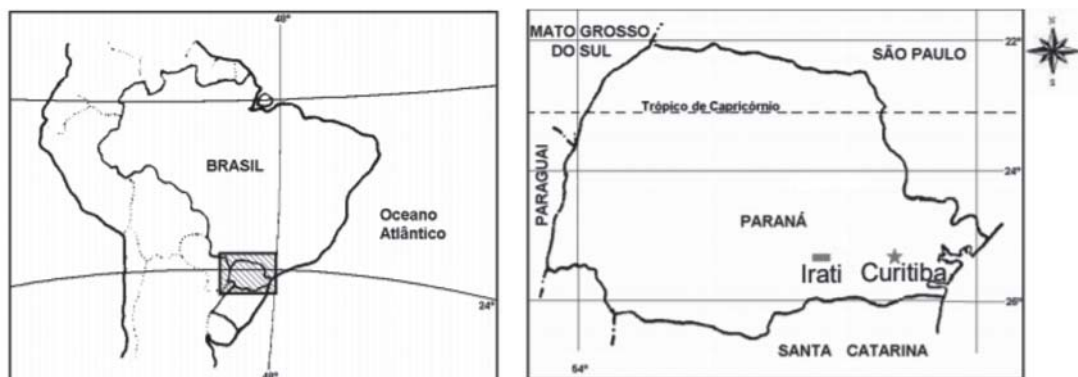


Figura 1 – Mapa de localização do município de Irati, PR.

Fonte: Galvão et al., 2002, citado por Souza (2010).

Tabela 1 - Descrição dos ambientes de estudo localizados no município de Irati, PR

Tratamento	Dimensão do talhão	Descrição da área amostrada
P22	1,16 ha	Plantio de <i>Pinus elliottii</i> aos 22 anos de idade com densidade de 510 árvores/ha.
P13	1,32 ha	Plantio de <i>Pinus elliottii</i> aos 13 anos de idade com densidade de 970 árvores/ha, sofreu queima parcial da área.
P8	0,33 ha	Plantio de <i>Pinus taeda</i> aos 8 anos de idade com densidade de 1286 árvores/ha.
FOM	0,33 ha	Remanescente de Floresta Ombrófila Mista, pouco antropizado, utilizado principalmente para aulas práticas de ecologia, dendrologia, educação ambiental e solos.

armadilhas foram dispostas em transectos de 50 m, com espaçamento de 10 m entre elas, totalizando cinco armadilhas por área (adaptado de Fonseca & Diehl, 2004).

No processo de triagem os indivíduos coletados foram acondicionados em frascos menores e levados ao Laboratório de Proteção Florestal da Universidade Federal do Paraná (UFPR-Curitiba/PR). Para identificação, os espécimes, foram enviados aos cuidados do pesquisador Doutor Pedro Pacheco dos Santos Lima da Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, *campus* Pirassununga/SP.

Foram listados os números de espécies encontradas e sua ocorrência ou não nas armadilhas iscadas e no período de ocorrência (época da coleta). Para tal, foi realizado um Delineamento Fatorial com quatro áreas distintas de coleta (Fator 1) e duas épocas de coleta (Fator 2), totalizando cinco repetições em cada área. A análise estatística foi realizada no programa ASSISTAT

Versão 7.7 Beta onde se comparou as médias de ocorrência do número de indivíduos e espécies por área e época de coleta, pelo teste de *Tukey* a 5% de significância.

Em seguida foi determinada a frequência relativa em porcentagem como medida de abundância das espécies (Duarte, 1993; Lima, 2000). A frequência relativa utilizada como medida de abundância das espécies (Silveira-Neto *et al.*, 1976) foi calculada para cada ecossistema: $\%f = (ni/nt)100$. Onde ni é a frequência absoluta (número de registros da espécie “i”) nt é a somatória do registro de todas as espécies no ecossistema (Lima, 2000). A definição de espécies consideradas como bioindicadoras ocorreu com base na literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram coletados 3374 indivíduos da Família Formicidae distribuídos em três subfamílias, sete tribos e gêneros. Dezesesseis indivíduos não foram identificados

ao nível de Subfamília. Entre os tratamentos avaliados “Fator Área” (quatro ambientes distintos), a análise não apontou diferença significativa para as variáveis amostradas - número de indivíduos quanto para o número de espécies.

O tratamento FOM registrou o menor número de indivíduos capturados 6,94%, tal área comparada às demais, possui estrutura vertical mais definida, sendo compostas por diferentes estratos vegetais e apresentado maior diversidade florística. Essa estrutura pode conferir a área maior adaptação de diversas populações que tendem reduzir o número de indivíduos devido à competição. Esse fato é relatado por Silveira Neto et al. (1976), em que destacam que a competição entre duas ou mais espécies resulta na substituição de uma das espécies, ou força ambas, a viverem juntas, em um equilíbrio populacional, com densidade reduzida compartilhando as fontes de energia. De acordo com Lawton (1983), habitats complexos estruturalmente abrem oportunidade de instalação e sobrevivência de maior número de espécies decorrente do aumento da capacidade de suporte do meio, representado pela maior variedade de recursos disponíveis, alimentação e esconderijos.

Ocorreram nove espécies do gênero *Pheidole* (Myrmicinae: Pheidolini) (Tabela 1) distribuídos em todas as áreas de estudo, somados representam 57,11% dos formicídeos amostrados. Esse resultado corrobora com Sousa et al. (2015) que também registraram o gênero em três ambientes distintos no Bioma Caatinga. De acordo com Hölldobler & Wilson (1990) trata-se de um gênero com o maior número de espécies na América.

Na área de estudo FOM, entre os formicídeos amostrados o gênero *Pheidole* teve a maior frequência corroborando os dados de Alves (2007). Ainda neste ambiente (FOM) outro gênero que teve destaque em relação à frequência comparada aos demais ambientes, foi o gênero *Pachycondyla* (Ponerinae: Ponerini). Esse resultado corrobora os dados obtidos por Ilha et al. (2009) que registraram o gênero *Pachycondyla* em todas as áreas de estudo (*Eucalyptus grandis*, Floresta Ombrofila Mista e banhado), sendo mais frequente na área de mata nativa. O gênero *Pachycondyla* é agrupado com espécies de formigas predadoras (Delabie et al., 2000) além de apresentarem espécies generalistas e também especialistas, que constroem seus ninhos no solo, em madeira em condições de apodrecimento (Lattke, 2003) associadas às plantas ou epífitas (Brandão

et al., 2009). Essas condições são encontradas no local de estudo (FOM), onde, este gênero teve a maior frequência. Estudando ambientes degradados pela mineração de diamante em Poraxéu (MT), Rocha et al., 2015 concluíram que uma espécie deste gênero, *Pachycondyla crassinoda* pode ser bioindicadora de ambientes preservados e estabilizados ecologicamente.

Ainda com relação ao gênero *Pachycondyla*, os resultados obtidos também corroboram com Cantarelli et al. (2015) que comparou quatro ambientes no município de Frederico Westphalen - RS e registrou a maior incidência do gênero na Floresta Nativa (ambiente mais conservado).

Nas áreas P22 e P13, o gênero *Pheidole* também apresentou maior frequência, quando comparado com os demais gêneros presentes em cada área (Tabela 1) tal resultado também foi observado por Cantarelli et al. (2015). Essa amostragem reforça a característica de ser naturalmente abundante, como cita Alves (2007) além de apresentarem espécies generalistas (Andersen, 2000).

A área P8 registrou o maior número de indivíduos das espécies do gênero *Solenopsis* (Myrmicinae: Solenopsidini) (Tabela 2), tal resultado diverge de Cantarelli et al. (2015). Os autores registraram o gênero em quatro ambientes estudados (Floresta nativa, Eucalipto, Agricultura e Pastagem exótica) apesar do gênero ter sido registrado nos quatro ambientes a maior abundância foi observada na Floresta nativa.

O gênero *Solenopsis* é onívoro de serapilheira e detritívoro (Delabie et al., 2000). A área onde ocorreu a predominância de *Solenopsis*, tratava-se de um plantio de *Pinus taeda* aos oito anos de idade que sofreu incêndio superficial e no momento do estudo não apresentava sub-bosque. Essas características corroboram com Marinho et al. (2002) que relatam que espécies desse gênero apresentam agressividade quanto à utilização dos recursos, e, podem suportar períodos de escassez de alimento (Marinho et al, 2002).

A espécie *Camponotus rufipes* (Formicinae: Camponotini) teve maior frequência na área de *Pinus* sp. aos 13 anos de idade, espécies do gênero *Camponotus* são onívoras verdadeiras (Delabie et al., 2000) e a espécie *Camponotus rufipes* é característica de locais abertos. Cabe destacar que na ocasião do estudo esta área apresentava 970 árvores/ha sem presença



Tabela 2 - Frequência relativa das espécies de formicídeos edáficos encontrados em quatro ambientes no Paraná, 2017

Espécies	Frequência relativa (%)			
	FOM	P22	P13	P8
Subfamília Formicinae				
Tribo Camponotini				
<i>Camponotus rufipes</i>		0,93	8,79	0,38
<i>Camponotus</i> sp. 1	5,55	0,39	0	1,81
<i>Camponotus</i> sp. 2	0	1,07	0	0,47
Tribo Lasiini				
<i>Paratrechina</i> sp. 1	0,42	0,13	0,14	0,76
<i>Paratrechina</i> sp. 2	0,42	1,99	0,07	4,21
<i>Paratrechina</i> sp. 3	0	0	0	0,38
Tribo Não Identificada				
Espécie 1	0,42	30,05	0,29	2,00
Subfamília Myrmicinae				
Tribo Attini				
<i>Acromyrmex subterrabeus subterraneus</i>	0	0	0	0,47
<i>Acromyrmex subterrabeus</i>	0	7,18	0	0
<i>Acromyrmex ambiguus</i>	0	0,66	0	0
Tribo Myrmicini				
<i>Pheidole</i> sp. 1	0	0	1,26	0
<i>Pheidole</i> sp. 2	0,42	0	0,14	0
<i>Pheidole</i> sp. 3	37,6	55,05	26,28	3,34
<i>Pheidole</i> sp. 4	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp. 5	0	0	50,03	0
<i>Pheidole</i> sp. 6	0,42	0	4,31	0,095
<i>Pheidole</i> sp. 7	14,96	0	3,57	0
<i>Pheidole</i> sp.8	13,24	0,14	0	4,01
<i>Pheidole</i> (gr. <i>fallax</i>)	8,97	0,39	3,49	5,45
Tribo Solenopsidini				
<i>Solenopsis</i> sp.	0	0	0,14	74,35
Subfamília Ponerinae				
Tribo Ponerini				
<i>Pachycondyla</i> sp.	16,24	1,46	0,74	2,20
Subfamília não Identificada	0	0	0	0
Espécie 2	0	0	0,67	0
Espécie 3	0,85	0,53	0	0
Espécie 4	0,42	0	0	0

de sub-bosque. Rocha et al. (2015) destaca que uma espécie de *Camponotus* encontrada em seu trabalho pode ser considerada como bioindicadora da degradação ambiental ocasionada pela mineração de diamante.

O gênero *Paratrechina* ocorreu em todos os ambientes com maior frequência na área P8 (Tabela 1), Matos et al. (1994) também registrou tal gênero em área de *Pinus* e Cantarelli et al. (2015) também registrou o gênero nos ambientes estudados tendo a maior frequência em área de pastagem exótica. Trata-se de um gênero oportunista e caracterizado por formigas

não especialistas, pouco competitivas e que possuem ampla distribuição, predominando em locais com altos índices de estresse e distúrbio (Andersen, 2000; Fernández, 2003).

As épocas de coleta (maio, agosto, setembro e dezembro) estão apresentadas na Tabela 3. De acordo com Kaspari (2000) os fatores abióticos como temperatura e umidade, podem regular o acesso dos formicídeos aos recursos (alimento e lugares para nidificação). O maior número de espécies coletado foi no mês de dezembro que apresenta diferença estatística quando

comparado as demais coletas. Os meses setembro e agosto tiveram as menores frequências de coleta (espécie e indivíduos), o mês de setembro coincidiu com o maior índice pluviométrico, 369,2 mm (Figura 1).

A influência da precipitação sobre o número de indivíduos coletados ficou caracterizada na coleta setembro, alguns dias que antecederam a coleta foram registrados altos índices de precipitação (Figura 2). Este resultado corrobora os dados apresentados por Della-Lucia (1982) que estudando ordenação de formicídeos em quatro agroecossistemas na cidade de Viçosa-MG, também verificou declínio na abundância de formicídeos após um período de precipitação. Kaspari (2000) também relata que a abundância de água na vegetação diminui as atividades das formigas, em especial as formigas de pequeno porte.

Os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mostraram que a menor

temperatura média foi registrada no mês de junho enquanto que novembro registrou as maiores temperaturas do ano (Figura 2). As maiores frequências de

CONCLUSÃO

O gênero *Solenopsis* foi o mais frequente no plantio de *Pinus* aos oito anos de idade, revelando que o gênero pode estar associado a ambientes perturbados enquanto que o gênero *Pachycondyla* foi observado com maior frequência em ambiente com melhor estado de conservação. A temperatura e a precipitação influenciaram a coleta de formicídeos. O aumento da precipitação reduziu o número de indivíduos coletados.

LITERATURA CITADA

ASSIS, F. **Assistat – Assistência Estatística**. Versão 7.7. Beta 2014. In: <http://www.assistat.com/indexp.html>

Tabela 3 - Formicídeos edáficos coletados em diferentes épocas ao longo de um ano no município de Irati, PR

Variáveis	Épocas de coleta			
	Maio	Agosto	Setembro	Dezembro
Número de espécies	2,45 b*	1,00 c	1,55 bc	4,15 a
Número de indivíduos	45,20 ab	6,45 b	3,90 b	114,85 a

* As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

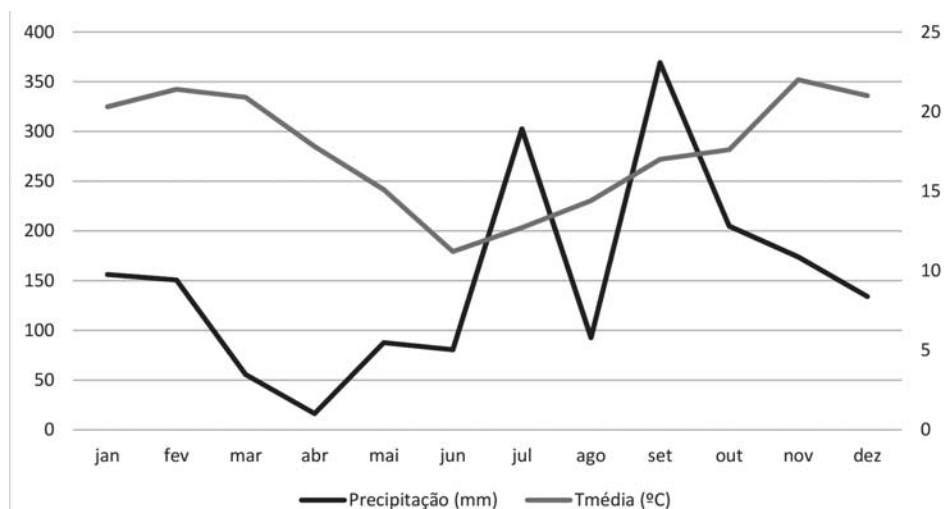


Figura 2 - Precipitação média mensal (mm) e temperatura média (em graus Celsius) ao longo do ano 2009 no município de Irati-PR.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2009).



- ALONSO, L.E.; AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E. et al. **Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. 2000. p.01-08.
- ALVES, H.S.R. **Identificação de bioindicadores e planejamento de mini-corredores ecológicos na área de proteção ambiental Costa de Itacaré/ Serra Grande, Bahia**. 113f. Dissertação de Mestrado. Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia, 2007.
- ANDERSEN, A.N. A global ecology of rainforest ants: Functional groups in relation to environmental stress and disturbance. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. **Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. 2000, p.25-34.
- BRANDÃO, R.F.; SILVA, R.R.; DELABIE, J.H. Formigas (Hymenoptera). *In*: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.) **Bioecologia e nutrição de insetos – Base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, capítulo 9, p.323-369, 2009.
- BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgar Bluncher Ltda, 1969.
- DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; SCHULTZ, T. (Ed.) **Sampling ground-dwelling ants: Case studies from the World's rain forests**, 2000. p.1-17.
- CANTARELLI, E.B.; FLECK, M.D.; GRANZOTTO, F. et al. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.25, n.3, p.607-616, jul.-set., 2015.
- DELLA LUCIA, T.M.C.; LOUREIRO, M.C.; CHANDLER, L. et al. Ordenação de comunidades de Formicidae em quatro agroecossistemas em Viçosa, Minas Gerais. **Experientiae**, Viçosa, v.28, n.6, p.68-94, 1982.
- DIAS, N.S. **Interações entre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de fragmentos florestais e de agroecossistemas adjacentes**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2004.
- DIEHL-FLEIG, E.; LUCCHESI, M.E.P.; SANHUDO, C.E. et al. Mirmecofauna de solo em áreas de mineração de cobre na bacia do Camaquã, RS, Brasil. **Naturalia**, São Paulo, v.24 (n. esp.), p.99-101, 1999.
- DUARTE, L.C. **Guildas em formigas epigeicas (Hymenoptera: Formicidae) em uma área de Mata Atlântica**. 69f. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências do campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1993.
- FERNÁNDEZ, F. Breve introducción a la biología social de las hormigas. *In*: FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, capítulo 5, p.89-96, 2003.
- FREITAS, A.L.V.; FRANCINI, R.B.; BROWN Jr., K.S. Insetos como indicadores ambientais. *In*: CULLEN Jr., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (org.) **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2 ed. Curitiba: UFPR, 2009. p.125-151.
- FONSECA, R.C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48, n.1, p.95-100, março/2004.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The ants**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1990. p.731-732.
- KASPARI, M.A. Primer on ant ecology. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. **Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity**, chapter 2, p.9-24, 2000.



- LATTKE, J.E. Subfamília Ponerinae. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.) **Indroducción a las hormigas de la region neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p.261-376.
- LAWTON, J.H. Plant architecture and diversity of phytophagous insects. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, n.28, p.23-39, 1983.
- LIBERAL, C.N.; GOMES, J.P.; BARRETO, T.M.S.P. et al. Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de setembro de 2007, Caxambu – MG. 2p.
- LIMA, P.P.S. **Impacto de formicida granulado na mirmecofauna de ecossistemas florestais**. 75f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2000.
- LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M.; LUTINSKI, C.J. et al. Diversidade de formigas na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1810-1816, out/2008.
- MAJER, J.D. Ants: bioindicators of Minesite Rehabilitation, land use, and land conservation. **Environmental Management**, New York, v.7, p.375-383, 1983.
- MAJER, J.D.; NICHOLS, O.G. Long-term recolonization patterns of ants in Western Australian rehabilitated bauxite mines with reference to their use as indicators of restoration success. **Journal of Applied Ecology**, v.35, p.161-182, 1998.
- MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C. et al. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) em área de cerrado em Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.187-195, 2002.
- MATOS, J.Z.; YAMANAKA, C.N.; LOPES, B.C. et al. Comparação da fauna de formigas em áreas de plantio de *Pinus elliotii*, com diferentes graus de complexidade estrutural, em Florianópolis/SC. **Biotemas** (UFSC), Florianópolis, SC, v.7, n.1, p.57-64, 1994.
- MAZZA, C.A.S. **Caracterização ambiental da paisagem da microrregião colonial de Irati e zoneamento ambiental da floresta nacional de Irati**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Universidade Federal de São Carlos, 2006. 147p. São Carlos: UFSCAR.
- MEADRO, M.J. Apresentação. In: SHIMIZU, J.Y. (Ed.) **Pinus na Silvicultura Brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 223p.
- OLIVEIRA, M.A.; GOMES, C.F.F.; PIRES, E.M. et al. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, Suplemento, p.800-807, nov/dez, 2014.
- OLIVEIRA, I.R.; FERREIRA, N.A.; VIANA JUNIOR, A.B. et al. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) edáficas em três estágios sucessionais de mata atlântica em São Cristóvão, Sergipe. **Agroforestalis News**, v.1, n.1, 2016.
- ROCHA, W.O.; DORVAL, A.; PERES FILHO, O. et al. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.1, p.88-98, 2015.
- SILVA, A.F.; CARVALHO, Y.C.; COSTA, S.J.M. et al. Fauna de Formigas (Hymenoptera, Formicidae) em um fragmento de Floresta Atlântica no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoociências**, v.19, n.1, p.44-55, 2018.
- SILVEIRANETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.
- SOUSA, I.D.; MARINHO, C.G.S.; LIMA, A.S. et al. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) epigéias na mesoregião do sertão paraibano. **Revista Brasileira de Zoociências**, v.16, p.43-53, 2014/2015.



SOUZA, K.K.F. **Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) epigéicas em áreas de plantios de *Pinus* sp., Mata Nativa e pastagem.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

SPOLIDORO, M.V. **Levantamento da mirmecofauna de solo (Hymenoptera: Formicidae) em cultivo orgânico de café (*Coffea arabica*).** 73f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

SPVS. Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. **Nossas Árvores: Manual para recuperação da reserva florestal legal.** Curitiba: FNMA, 1996. 84p.

RÉ, T.M. **O Uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas.** 244f. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

VASCONCELOS, H.L. Respostas das formigas à fragmentação florestal. **Série Técnica IPEF**, v.12, n.32, p.95-98, dezembro/1998.

Recebido para publicação em 6/7/2017 e aprovado em 8/2/2018.