

ISSN 2178-7662

CERRADO AGROCIÊNCIAS

REVISTA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PATOS DE MINAS

NÚMERO 10/NOV.2019



Revista do Centro Universitário de Patos de Minas

UNIPAM | Centro Universitário de Patos de Minas

Reitor

Milton Roberto de Castro Teixeira

Pró-reitor de Ensino, Pesquisa e Extensão

Henrique Carivaldo de Mirando Neto

Pró-reitor de Planejamento, Administração e Finanças

Renato Borges Fernandes

Coordenadora de Extensão

Adriana de Lanna Malta Tredezini

Diretora de Graduação

Maria Marta do Couto Pereira Rodrigues

Coordenadora do Núcleo de Editoria e Publicações

Elizene Sebastiana de Oliveira Nunes

A revista **Cerrado Agrociências** é um periódico anual do Centro Universitário de Patos de Minas que visa publicar artigos científicos, revisões bibliográficas e notas científicas referentes às áreas de Ciências Agrárias, Meio Ambiente e áreas correlatas.

Catálogo na Fonte
Biblioteca Central do UNIPAM

C417 Cerrado Agrociências [recurso eletrônico] / Centro Universitário de Patos de Minas. – Dados eletrônicos. – N. 1 (2010)-. – Patos de Minas : UNIPAM, 2010-

Anual

Disponível em: <<https://revistas.unipam.edu.br>>

ISSN 2178-7662

1. Ciências agrárias – periódicos. 2. Meio ambiente. I. Centro Universitário de Patos Minas. II. Título.

CDD 630.5

Centro Universitário de Patos de Minas

Rua Major Gote, 808 – Caiçaras

38702-054 Patos de Minas-MG Brasil

Telefax: (34) 3823-0300 web: www.unipam.edu.br

NEP | Núcleo de Editoria e Publicações

Telefone: (34) 3823-0341

<http://nep.unipam.edu.br>

CERRADO Agrociências

Revista do Centro Universitário de Patos de Minas

ISSN 2178-7662

Número 10/nov. de 2019

Patos de Minas: Cerrado Agrociências, UNIPAM, n. 10: 1-142



Centro Universitário de Patos de Minas



Núcleo de Editoria e Publicações

Editores

Karla Vilaça Martins (UNIPAM)
Luís Henrique Soares (UNIPAM)
Walquíria Fernanda Teixeira (UNIPAM)

Conselho Editorial Interno

Alice Pratas Glycério de Freitas (UNIPAM)
Carlos Henrique Eiterer de Souza (UNIPAM)
Dalton César Milagres Riqueira (UNIPAM)
Evandro Binotto Fagan (UNIPAM)
Rossana Pierangeli Godinho Silva (UNIPAM)
Tiago Santos e Souza (UNIPAM)
Vanessa Junia Machado (UNIPAM)
Walter Vieira da Cunha (UNIPAM)

Conselho Consultivo

Adalberto Vieira de Souza (UNIPAM)
Alfredo Júnior Paiola Albrecht (UFPR)
Alice Pratas Glycério de Freitas (UNIPAM)
Arthur Arrobas Martins Barroso (UNESP)
Ana Paula Schwantes (ESALQ/USP)
André Santana Andrade (UNIPAM)
Aquiles Júnior da Cunha (UNICERP)
Bruno Bernardes de Andrade (UNIPAM)
Bruno Sérgio Vieira (UFU)
Daiane Aparecida Fausto (ESALQ/USP)
Dalton César Milagres Rigueira (UNIPAM)
Daniel Oliveira e Silva (UNIPAM)
Danielle Otte Carrara Castan (ESALQ/USP)
Denis Santiago da Costa (UEL)
Derblai Casaroli (UFG)
Diego Henrique da Mota (UNIPAM)
Durval Dourado Neto (ESALQ/USP)
Elcides Rodrigues da Silva (IFTM)
Elisa Queiroz Garcia (INPA)
Evandro Binotto Fagan (UNIPAM)
Everaldo Antônio Lopes (UFV-CRP)
Fábio Oliveira Diniz (ESALQ/USP)
Fernando Dias da Silva (UNIPAM)
Flávio Henrique Silveira Rabêlo (CENA/USP)
Francisco Guilhien Gomes Júnior (ESALQ/USP)
Guilherme dos Reis Vasconcelos (UNIPAM)
Guilherme Nascimento Cunha (UNIPAM)
Gustavo Rodrigues Barbosa (UNIPAM)
Gleize Leviski de Brito (UNESP)

Hélio Henrique Vilela (UNIPAM)
Jackeline de Siqueira Castro (UFV)
Jackeline Bruna Sousa (ESALQ/USP)
Jair Fernando de Oliveira (UNIPAM)
Janaina Oliveira da Silva (UNESP)
Janaine Myrna Rodrigues Reis (UNIPAM)
Jérrsica Nogueira Soares (ESALQ/USP)
José Laércio Favarin (ESALQ/USP)
José Rodolfo de Oliveira (UNIPAM)
Klaus Reichardt (ESALQ/USP)
Juliana Borges Pereira (UNIPAM)
Lara Caroline Borges Moreira Mota (UFU)
Leandro Paiola Albrecht (UFPR)
Lucas da Silva Mendes (UNIPAM)
Marcela Cristina Brunelli (UNESP)
Marco Aurélio Guerra Pimentel (CNPMS-EMBRAPA)
Marcos Altomani Neves Dias (ESALQ/USP)
Marília Caixeta Sousa (UNESP)
Maurício Antônio de Oliveira Coelho (UNIPAM)
Nádia Grandi Bombonato (UNIPAM)
Natália Arruda (ESALQ/USP)
Nívea Maria Borges Pereira (UNIPAM)
Norma Aparecida Borges Bitar (UNIPAM)
Paulo César Tavares de Melo (ESALQ/USP)
Pedro Jacob Christofolletti (ESALQ/USP)
Rafaela Alenbrant Migliavacca (ESALQ/USP)
Renan Fonseca Nascentes (UNESP)
Ronan Magalhães de Souza (UFRA)
Rossana Pierangeli Godinho Silva (UNIPAM)
Stefânia Caixeta Magalhães (UNIPAM)
Tatiane Beloni (UFSCAR)
Tiago Santos e Souza (UNIPAM)
Vanessa Junia Machado (UNIPAM)
Vinícius José Ribeiro (UFV)
Walquíria Fernanda Teixeira (ESALQ/USP)
Walter Vieira da Cunha (UNIPAM)
Welder Ângelo Baldassini (ESALQ/USP)
Luis Oliveira Lopes (UNIPAM)
Gilson Passos de Moraes (UNIPAM)
José Maurício da Rocha Junior (UNIPAM)
Cristiane Quitéria Caldeira (UNIPAM)

Comissão Editorial Discente

Isabella Sabrina Pereira
Rafael Gonçalves Gontijo Cunha
Victor Barros Pacheco

Revisão e Diagramação

Núcleo de Editoria e Publicações

Editorial

O último levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab para a safra 2019/20 aponta para um crescimento na produção brasileira de grãos em comparação à safra passada. A estimativa de produção de grãos para essa safra é de aproximadamente 246,6 milhões de toneladas, um incremento de 1,9% ou 4,6 milhões de toneladas, em relação à safra 2018/19. Com relação à área semeada, a expectativa é que sejam cultivados 64,2 milhões de hectares, ou seja, um aumento de 1,5% em comparação à safra anterior.

No entanto, devido ao crescimento populacional e ao aumento de renda da população, a demanda por alimentos continuará a crescer e, segundo perspectivas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO, a procura por cereais para alimentação humana e animal irá alcançar cerca de 3 bilhões de toneladas em 2050. Sendo assim, os desafios da agricultura brasileira são muitos, pois é necessário combater ao mesmo tempo a pobreza e a fome, utilizando de maneira mais eficiente os recursos naturais.

Para alcançar altas produtividades, levando em consideração a sustentabilidade dos sistemas produtivos, é necessária a adoção de práticas eficientes de manejo, como população correta de plantas, irrigação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças e um eficiente manejo nutricional. Além disso, as culturas devem apresentar resistência a doenças, pragas, nematoides e ao acamamento; boa qualidade fisiológica da semente; adaptação às condições ambientais locais e tolerância a estresses abióticos.

Ressalta-se, portanto, a importância das universidades e instituições de pesquisa com a disseminação de conhecimento para o campo e o desenvolvimento de tecnologias para que possam contribuir para a melhoria da produtividade e da qualidade dos alimentos, bem como com a sustentabilidade do sistema de produção agrícola.

Neste novo número da Revista *Cerrado Agrociências*, o leitor observará uma diversidade de pesquisas relacionadas ao manejo de diferentes culturas com o objetivo de contribuir com o desenvolvimento da agricultura brasileira.

Referências

CONAB. **Levantamentos de safra:** acompanhamento da safra brasileira de grão. Brasília, 2019.

CESB. **Desafios da agricultura.** Sorocaba, 2019.

Desejamos a todos uma proveitosa leitura!

PROFA. KARLA VILAÇA MARTINS
PROF. LUÍS HENRIQUE SOARES
PROFA. WALQUÍRIA FERNANDA TEIXEIRA
Editores da Revista *Cerrado Agrociências*

Sumário

| | |
|---|-----------|
| Regionalização de coeficiente de cultivo no planejamento da agricultura irrigada em Sinop-MT | 9 |
| <i>Jhonata Santos Santana</i> | |
| <i>Gustavo Costa de Oliveira</i> | |
| <i>Nara Priscila Barbosa Bravim</i> | |
| <i>Régia Karolyny Lopes Nunes</i> | |
| Avaliação do uso de fertilizante organomineral no desenvolvimento de mudas de <i>Coffea arabica</i> L..... | 27 |
| <i>Marcelo Corsini</i> | |
| <i>Kleso Silva Franco Júnior</i> | |
| <i>Giselle Prado Brigante</i> | |
| <i>Márcio de Souza Dias</i> | |
| <i>Fabrcio Vilela Andrade Fiorini</i> | |
| Antecipação da adubação potássica na cultura da soja em solos de Cerrado | 34 |
| <i>Victor Gustavo Soares Ribeiro</i> | |
| <i>Carlos Henrique Eiterer de Souza</i> | |
| <i>Diego Henrique da Mota</i> | |
| <i>Edilson Sousa Santos</i> | |
| <i>Lara Lúcia Gonçalves</i> | |
| <i>Miguel Martins Neto</i> | |
| <i>Murilo Mendes Machado</i> | |
| <i>Paulo Henrique Soares</i> | |
| Turning rain into internal precipitation and stem flow: observations of palm trees in an urban environment | 45 |
| <i>Luiz Felipe Salemi</i> | |
| Soil bioactivator in the development of corn plants | 51 |
| <i>Ivan Alves Milan Filho</i> | |
| <i>Kleso Silva Franco Júnior</i> | |
| <i>Giselle Prado Brigante</i> | |
| <i>Fabrcio Vilela A. Fiorini</i> | |
| <i>Márcio de Souza Dias</i> | |
| Desenvolvimento inicial de cafeeiro em função de diferentes fontes de fósforo em condições de campo | 58 |
| <i>Frederico Augusto Silva Silvério</i> | |
| <i>Itamar Prada Neto</i> | |
| <i>Ellen Júnia Canedo</i> | |
| <i>Letícia Mendes Pinheiro</i> | |

Ocorrência de galhas em *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Matayba guianensis* Aubl. em fragmento de Cerrado.....66

Hugo Humberto de Araújo

Ana Paula Silva

Rafaela Ribeiro Furtado

Renata Aparecida Martins da Mota

Lorrayne de Barros Bosquetti

Sensibilidade de híbridos de milho ao *Meloidogyne incognita* para a região do Alto Paranaíba – MG.....76

Gustavo Braga Babilônia

Regiane Corrêa Araújo

Lucas da Silva Mendes

Uso de *Trichoderma harzianum* na produção de mudas de mamoeiro.....86

Regiane Corrêa Araújo

Gustavo Braga Babilônia

Lucas da Silva Mendes

Janaine Myrna Rodrigues Reis

Sensibilidade de híbridos de milho ao *Meloidogyne javanica*96

Lucas Braga Marcozzi

Gustavo Braga Babilônia

Regiane Corrêa Araújo

Lucas da Silva Mendes

Uso de *Bacillus* sp. como promotores de crescimento e biocontrole de *Fusarium semitectum* em sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) 106

Suzana Silva Gonçalves

Gustavo de Andrade Bezerra

Tathiane Pereira de Sousa

Niedja Bezerra Costa

Patrícia Sumara Moreira Fernandes

Ivaneide Oliveira Nascimento

Caracterização de açai de terra firme Luís Domingues.....120

Girlyane Veloso Pinheiro

José Ribamar Gusmão Araújo

Flaviana Almeida dos Santos

Posicionamento de armadilhas com diferentes cores para captura de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) e sua relação com fatores abióticos.....132

Vitor Luiz Moreira

Walter Vieira da Cunha

Regionalização de coeficiente de cultivo no planejamento da agricultura irrigada em Sinop-MT

Regionalization of cultivation coefficient in irrigated agriculture planning in Sinop-MT

*Jhonata Santos Santana*¹; *Gustavo Costa de Oliveira*²; *Nara Priscila Barbosa Bravim*²; *Régia Karolyny Lopes Nunes*²

¹ Graduado em Engenharia Agrônômica, Bolsista BATI-II UEMASUL, Imperatriz – Maranhão.
E-mail: agro.starf@gmail.com

² Mestrando em Agricultura e Ambiente, UEMA, campus Balsas-Maranhão.

Resumo: O conhecimento de valores precisos do coeficiente de cultivo (Kc) é de fundamental importância para um planejamento eficiente da quantidade de água a ser aplicada nas diferentes fases de desenvolvimento das culturas, devendo ser regionalizado para cada cultura e região específica, evitando-se utilizar valores tabelados, que normalmente foram determinados para condições climáticas diferentes da região onde a cultura será desenvolvida. Assim, o estudo objetivou estimar os coeficientes de cultivos das principais culturas de interesse econômico, para a região de Sinop-MT. A metodologia permitiu obter os valores de Kc regionalizados para as diferentes fases de desenvolvimento da soja, milho, arroz, trigo, algodão herbáceo, feijão e sorgo, utilizando-se uma série histórica contínua de 25 anos de dados meteorológicos. Os valores de Kc obtidos neste estudo foram diferentes dos preconizados pela FAO para as diferentes culturas estudadas em suas diferentes fases de desenvolvimento. Nas fases I, II e III, a maioria das culturas apresentaram valores de Kc maiores quando comparados com os tabelados da FAO e certamente passariam por estresse hídrico, em todo o seu ciclo, acarretando reflexos negativos na produção. Os resultados encontrados neste estudo reforçam a necessidade de estudos locais dos parâmetros empregados nas estimativas do consumo de água das culturas.

Palavras-chave: Condições climáticas. Kc regionalizado. Fases de desenvolvimento.

Abstract: Knowing the precise values of the crop coefficient (Kc) is of fundamental importance for the efficient planning of the amount of water to be applied in the different stages of crop development, and should be regionalized for each specific crop and region, avoiding use tabulated values, which were normally determined for different climate conditions from the region where the crop will be grown. Thus, the study aimed to estimate the cultivation coefficients of the main crops of economic interest for the Sinop-MT region. The methodology allowed to obtain regional Kc values for the different development stages of soybean, maize, rice, wheat, herbaceous cotton, beans and sorghum, using a continuous historical series of 25 years of meteorological data. The values of Kc obtained in this study were different from those recommended by the FAO for the different crops studied in their different stages of development. In phases I, II and III, most cultures presented higher Kc values when compared to FAO tabulated ones and would certainly undergo water stress throughout their cycle,

causing negative effects on production.. The results found in this study reinforce the need for local studies of the parameters used in the estimates of the water consumption of the crops.

Keywords: Climate conditions. Regionalized Kc. Stages of development.

Introdução

A estimativa adequada da evapotranspiração da cultura (ET_c) consiste no principal parâmetro a ser considerado no dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação, uma vez que ela totaliza a quantidade de água necessária nos processos de evaporação e transpiração das culturas, durante determinado período (SOUSA *et al.*, 2010). Dentre as abordagens empregadas para a estimativa do consumo de água das plantas, se destaca o uso de coeficientes de cultivo (K_c) associados a estimativas da evapotranspiração de referência (ET_o) (SILVA *et al.*, 2017). A FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) sugere estimar a evapotranspiração das culturas de interesse econômico (ET_c) por meio do método do coeficiente de cultivo único (ET_c = K_c.ET_o), em que ET_o é a evapotranspiração de referência e K_c é o coeficiente de cultivo empírico da cultura (LYRA *et al.*, 2012).

O coeficiente de cultivo (K_c) é um parâmetro largamente utilizado na estimativa do consumo de água pelas plantas, se caracterizando como fator essencial no cálculo das estimativas das necessidades hídricas de culturas específicas às condições edafoclimáticas do local onde a cultura se desenvolve (SILVA; TAVARES; SOUSA, 2013). Segundo Barbosa, Oliveira e De Figueiredo (2015), o K_c está diretamente relacionado com o estágio de desenvolvimento da cultura, sendo esses valores determinados por meio de pesquisas, para auxiliar os produtores a manejar a irrigação de uma lavoura o mais correto possível.

Os valores do coeficiente de cultivo K_c para as diversas culturas de interesse econômico, em suas diferentes fases de desenvolvimento, podem ser obtidos no boletim FAO-56, conforme Allen *et al.* (1998). Entretanto, o emprego de valores de K_c tabelados pode resultar em uma menor precisão na estimativa da demanda hídrica dos cultivos, uma vez que foram estimados para condições climáticas e agronômicas distintas da maioria das regiões de cultivo brasileiras, havendo a necessidade de calibração *in situ* desses coeficientes para evitar sub ou superestimar as lâminas de água aplicadas às culturas agrícolas em cada região.

Estudos desenvolvidos por vários pesquisadores chamam a atenção para a necessidade de se obterem valores regionalizados do coeficiente de cultivo (K_c), em que, na maioria das vezes, se constataram que os valores de K_c regionais estimados para diversas localidades foram superiores ou inferiores aos valores de referência sugeridos pela FAO para as diferentes fases de desenvolvimento das culturas (LYRA *et al.*, 2012, ANDRADE *et al.*, 2013, SILVA *et al.*, 2017). A estimativa de valores regionalizados de K_c para um determinado local de cultivo é um passo importante para determinações precisas das necessidades hídricas das culturas e para o manejo racional da água de irrigação, de modo que a quantidade de água aplicada não falte e não exceda a capacidade de absorção e de aproveitamento do sistema radicular das plantas (SILVA; TAVARES; SOUSA, 2013).

Considerando a importância da estimativa regional dos valores do coeficiente de cultivo e sua influência na precisão da determinação das lâminas de irrigação, associados também à falta de informações locais, buscou-se com este trabalho estimar os valores regionais de Kc para a região de Sinop-MT, onde, a partir dessas informações, será possível estimar com maior precisão o consumo de água das principais culturas de interesse econômico da região de estudo, enquanto não existem os valores locais medidos por métodos diretos. Os resultados obtidos neste trabalho poderão contribuir para um adequado planejamento e manejo racional de sistemas de irrigação, contribuindo para o sucesso da agricultura irrigada em uma das maiores fronteiras agrícolas do Brasil.

Material e Métodos

O presente estudo utilizou-se de dados da estação meteorológica convencional localizada em Sinop-MT, dados esses utilizados para representar as condições climáticas da região do médio norte do Estado de Mato Grosso. As coordenadas geográficas do município de Sinop são 11° 50' 53" de latitude S e 55° 38' 57" de longitude W, com altitude média de 384 metros acima do nível do mar. O clima é classificado pelo método de Köpen como do tipo (Aw), tropical, com regime de chuvas equatorial. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a média pluviométrica anual é de 1818 mm, a do mês mais chuvoso (fevereiro) é de 309 mm e do mês mais seco (julho) de 2 mm. A temperatura média anual é de aproximadamente 25°C e a umidade relativa média do ar é de aproximadamente 80%.

O estudo foi desenvolvido com a base de dados meteorológicos diários da estação meteorológica convencional denominada Gleba Celeste localizada no município de Sinop-MT (pertencente a rede de estações do INMET). Assim, adotou-se uma série histórica contínua de 25 anos de dados climáticos, cujo período base variou de janeiro de 1990 a dezembro de 2014, referentes à umidade relativa mínima do ar, velocidade do vento e temperatura máxima, mínima e média do ar. A estação meteorológica está localizada em 12°16'S e 55°17'W, com altitude de 415m. Na Tabela 1 estão apresentadas as informações da estação meteorológica utilizada no estudo.

Tabela 1. Código, nome, tipo, latitude, longitude e altitude da estação utilizada

| Código | Nome | Tipo | Lat. (S) | Long. (W) | Altitude |
|--------|------------------|--------------|----------|-----------|----------|
| 83264 | Gleba Celeste-MT | Convencional | 12°16' | 55°17' | 415 m |

Fonte: Informações retiradas da estação meteorológica Gleba Celeste.

Segundo Mendonça *et al.* (2007), a estimativa correta do coeficiente de cultivo (Kc) é um passo importante para o manejo racional da irrigação, entretanto, na maioria das situações, pesquisadores e praticantes da agricultura irrigada se utilizam de valores médios de Kc disponibilizados pela FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, o que pode implicar em erros, pois deveriam ser, preferencialmente, determinados para as condições locais nas quais será utilizado.

Neste estudo, para estimativa regional dos coeficientes de cultivo inicial (Kci), utilizou-se a equação proposta por Albuquerque *et al.* (2001), e já utilizada por outros

autores em outras regiões do país, como Silva *et al.* (2017), que realizaram a aplicação da mesma equação para a estimativa regional do Kc do milho para o estado do Maranhão, e Carvalho *et al.* (2006), que utilizaram para o estado do Rio de Janeiro. As equações propostas por Albuquerque utilizam valores de ETo e intervalo de umedecimento do solo (IE) na estimativa dos coeficientes de cultivo regionais iniciais (Kci), e velocidade dos ventos a 2 m de altura, umidade relativa mínima, altura média da cultura na fase II (h1), altura média da cultura na fase III (h2) na estimativa dos coeficientes de cultivo regionais médios e finais (Kcm e Kcf). Mendonça *et al.* (2007) constataram em seus estudos que os coeficientes culturais determinados para as diferentes fases de cultivo do feijoeiro por estas equações de correção foram semelhantes aos valores estimados por lisímetros de pesagem. Os coeficientes de cultivos iniciais regionalizados foram obtidos pela Equação 1.

$$Kci = 1,42 - 0,09.ETo - 0,11.IE + 0,004.ETo^2 + 0,003.IE^2 + 0,0003.ETo.IE \quad (1)$$

em que:

Kci – Coeficiente de cultura inicial regionalizado, Adimensional;

ETo – Evapotranspiração de referência na fase I, mm.dia⁻¹;

IE – Intervalo entre eventos de umedecimento do solo (chuva ou irrigação), dias.

Os valores de Evapotranspiração de referência (ETo) foram estimados pelo método de método Penman-Monteith-FAO (ALLEN *et al.*, 1998), cujo período base variou de (1990-2014).

$$ETo = \frac{[0,408.\Delta.(Rn - G) + \left(\frac{900.U_2}{T+273}\right).(es - ea)]}{\Delta + \gamma.(1 + 0,34.U_2)} \quad (2)$$

em que:

ETo = evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;

Δ = declividade da curva de pressão, kPa °C⁻¹;

Rn = saldo de radiação, MJ m⁻² dia⁻¹;

G = fluxo de calor, MJ m⁻² dia⁻¹;

γ = constante psicrométrica, MJ kg⁻¹;

T = temperatura média, °C);

U₂ = velocidade do vento, m s⁻¹;

es = pressão de saturação de vapor, kPa;

ea = pressão de vapor, kPa.

O processo utilizado para o preenchimento de falhas, isto é, ausências de dados utilizados para o cálculo da ETo pelo método de Penman-Monteith-FAO, foi rigorosamente observado e foi estabelecido o padrão recomendado no boletim da FAO Nº 56 de 1998, ou seja, para os dias com ausência de dados no mês, foi considerada a média do mês em questão para o preenchimento da falha. Para estimativa dos coeficientes de cultivos médios (Kcm) e finais (Kcf), foram utilizadas as equações 2 e 3, propostas por Pereira e Allen (1997), que utilizam dados climáticos diários referentes à

umidade mínima e velocidade média do vento, dados referentes à altura média do dossel de plantas, conforme as equações descritas abaixo.

$$K_{cm} = K_{cm}(\text{Padrão}) + [0,04(U_2 - 2) - 0,004(UR_{\text{mim}} - 45)] \cdot \left(\frac{h_1}{3}\right)^{0,3} \quad (3)$$

$$K_{cf} = K_{cf}(\text{Padrão}) + [0,04(U_2 - 2) - 0,004(UR_{\text{mim}} - 45)] \cdot \left(\frac{h_2}{3}\right)^{0,3} \quad (4)$$

em que:

K_{cm} – Coeficiente de cultura médio regionalizado, Adimensional;

K_{cf} – Coeficiente de cultura final regionalizado, Adimensional;

K_{cm} (Padrão) – Coeficiente de cultura médio recomendado pela FAO segundo Doorenbos e Pruitt (1977), Adimensional;

K_{cf} (Padrão) – Coeficiente de cultura final recomendado pela FAO segundo Doorenbos e Pruitt (1977), Adimensional;

E_{To} – Evapotranspiração de referência na fase I, mm.dia⁻¹;

IE – Intervalo entre eventos de umedecimento do solo (chuva ou irrigação), dias;

U_2 – Velocidade dos ventos a 2 m de altura, m.s⁻¹;

UR_{mim} – Umidade relativa mínima, %;

h_1 – Altura média da cultura na fase II, m;

h_2 – Altura média da cultura na fase III, m.

Os valores de K_{cm} (Padrão) e K_{cf} (Padrão) foram adotados do boletim FAO 56 correspondente a cada uma das culturas estudadas. A altura das plantas nas fases II e III e o intervalo entre eventos de umedecimento adotados para cada uma das culturas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Altura de plantas nas fases II e III e intervalo entre eventos de umedecimento adotados.

| Cultura | Altura média na fase II (h1) | Altura média na fase III (h2) | Intervalo entre eventos de umedecimento do solo (IE) |
|------------------|------------------------------|-------------------------------|--|
| Soja | 0,60m | 0,60m | 4 dias |
| Milho | 2,00m | 2,00m | 4 dias |
| Arroz | 0,95m | 0,95m | 4 dias |
| Trigo | 0,90m | 0,90m | 4 dias |
| Algodão herbáceo | 1,50m | 1,50m | 4 dias |
| Feijão | 0,40m* | 0,40m* | 4 dias |
| Sorgo granífero | 1,70m | 1,70m | 4 dias |

*Altura máxima da cultura adotada nos Kcs (padrão) da FAO.

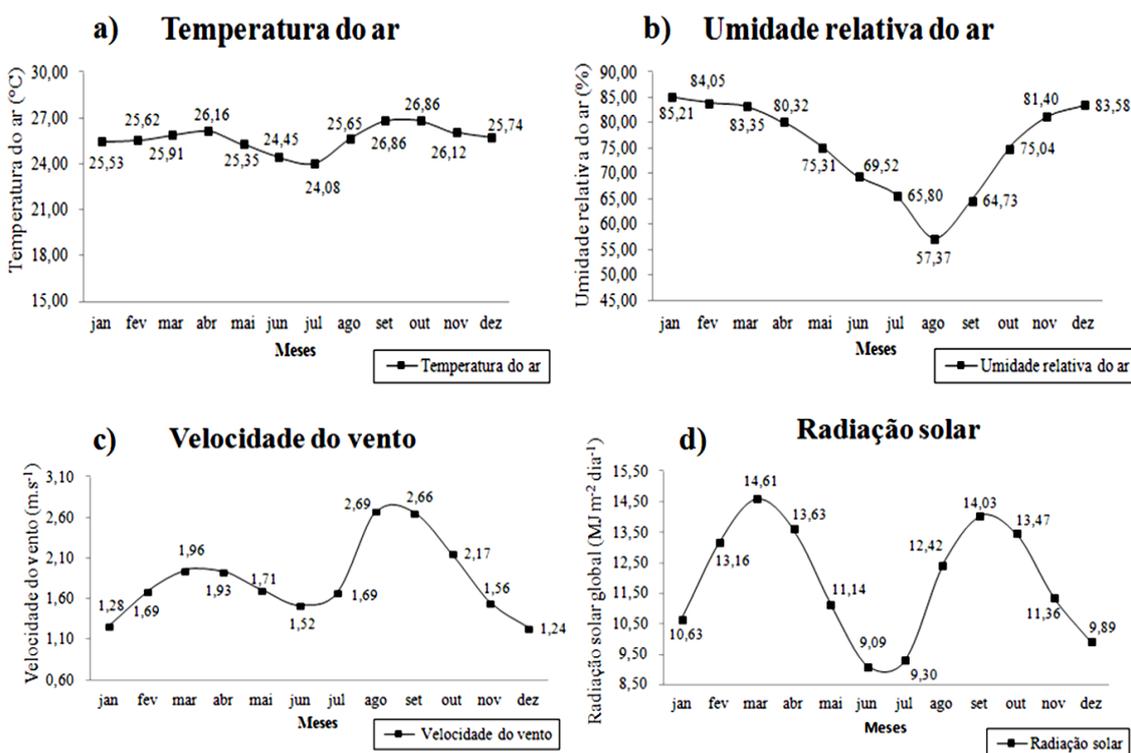
Fonte: Dados desta pesquisa.

De posse dos valores de K_c regionalizados para cada uma das culturas de interesse econômico avaliadas para a microrregião de Sinop-MT, foram geradas tabelas que apresentam esses valores para os meses mais secos do ano (maio, junho, julho e agosto), permitindo compará-los com os apresentados no boletim 56 da FAO.

Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra a variação média dos principais elementos meteorológicos utilizados para a estimativa ETo, durante o período de estudo (1990-2014). Tais elementos meteorológicos são os de maior influência na evapotranspiração de referência, pois a demanda atmosférica por vapor d'água é resultante do efeito combinado da radiação solar, da temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, além disso, são essenciais para a aplicação do método de Penman-Monteith-FAO 56.

Figura 1. Variação dos principais elementos meteorológicos no período do estudo para a região de Sinop-MT (1990-2014)



Fonte: Dados desta pesquisa.

A temperatura média variou entre 24,45 e 26,86 °C e a umidade relativa do ar entre 85,21 e 57,32%. A velocidade média mensal do vento variou pouco, com valor mínimo de 1,24 m.s⁻¹ (dezembro) e máximo de 2,64 m.s⁻¹ (agosto). Já a radiação solar variou entre 9,09 MJ.m⁻².dia⁻¹ e 14,61 MJ.m⁻².dia⁻¹ (Figura 1).

Os valores de coeficientes de cultivos regionais estimados para a cultura da soja na microrregião de Sinop-MT foram de 0,86 para o Kc inicial, 1,17 para o Kc médio e de 0,52 a 0,55 para o final (Tabela 3). Nota-se que esses valores são superiores aos recomendados pela FAO, especialmente para a fase inicial, em que o Kc inicial regionalizado para a cultura foi mais que o dobro do que o sugerido pela FAO,

demonstrando a importância da calibração *in locu* de coeficientes de cultivo para condições climáticas específicas.

Tabela 3. Valores de Kc da soja recomendados pela FAO e regionalizados para a cidade de Sinop-MT

| SOJA | | | | | | |
|---|------------------------------|---------|----------|--|----------------|----------|
| Fases do Ciclo | | | | | Início da Fase | |
| Fase I - Plantio até o estabelecimento da cultura (S-V2) | | | | | 01/05 | |
| Fase II - Crescimento Vegetativo (V2-R5/R6) | | | | | 14/05 | |
| Fase III - Floração, enchimento dos grãos até a maturação (R6-R8) | | | | | 30/07 | |
| Mês | Kc (FAO) Ciclo da Cultura | | | Kc (Regionalizado) Ciclo da Cultura | | |
| | Fase I | Fase II | Fase III | Fase I | Fase II | Fase III |
| Mai | 0,4 | 1,15 | | 0,86 | 1,17 | |
| Jun | | 1,15 | | | 1,17 | |
| Jul | | 1,15 | 0,5 | | 1,17 | 0,52 |
| Ago | | | 0,5 | | | 0,55 |

S- Semeadura; V2- folha desenvolvida no primeiro nó acima do unifoliolado; R1- início da floração; R5-legume contendo grãos com três mm em um dos quatro nós superiores; R6- legume contendo grãos completamente desenvolvidos em um dos quatro nós superiores; R8-maturação dos grãos.

Fonte: Dados desta pesquisa.

De acordo com Farias *et al.* (2001), a cultura da soja tem dois períodos críticos bem definidos com relação à falta de água, que são as fases da sementeira à emergência e enchimento dos grãos. Assim, a adoção dos coeficientes de cultivo sugeridos pela FAO poderia resultar numa subestimativa da lâmina de irrigação aplicada, especialmente na fase inicial de cultivo, acarretando em perda de produtividade, pois, segundo Mundstock e Thomas (2005), a deficiência hídrica no início do ciclo da cultura da soja resulta em forte redução na emissão de novos ramos, reduzindo potencialmente o número de nós que iriam produzir legumes.

Na cultura do milho, os valores de Kc inicial, médio e final regionalizados, para todos os meses, foram maiores que os valores preconizados pela FAO, especialmente para as fases I e III, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de Kc do milho recomendados pela FAO e regionalizados para a cidade de Sinop-MT

| MILHO | | | | | | |
|--|------------------------------|---------|----------|--|---------|----------------|
| Fases do Ciclo | | | | | | Início da Fase |
| Fase I - Plantio até o estabelecimento da cultura (VE-V3) | | | | | | 01/05 |
| Fase II - Crescimento Vegetativo (V4-V18) | | | | | | 31/05 |
| Fase III - Floração, enchimento dos grãos até a maturação (VT-R5/R6) | | | | | | 10/07 |
| Mês | Kc (FAO) Ciclo da Cultura | | | Kc (Regionalizado) Ciclo da Cultura | | |
| | Fase I | Fase II | Fase III | Fase I | Fase II | Fase III |
| Mai | 0,3 | 1,20 | | 0,86 | 1,29 | |
| Jun | | 1,20 | | | 1,30 | |
| Jul | | 1,20 | 0,35 | | 1,29 | 0,44 |
| Ago | | | 0,35 | | | 0,47 |

VE – Emergência; V3 – terceira folha; V4 – quarta folha; V18 – décima oitava folha; VT – pendoamento; R5 – formação de dente; R6 – maturidade fisiológica.

Fonte: Dados desta pesquisa.

Os valores de Kc inicial, médio e final para a cultura do milho encontrados neste estudo, para a microrregião de Sinop-MT, foram aproximados dos valores de Kc encontrados por Silva *et al.* (2017), para o Estado do Maranhão. Souza *et al.* (2008) obtiveram valores de Kc inicial de 0,86 e médio de 1,23 por meio do método do balanço hídrico no solo para as condições edafoclimáticas de Petrolina-PE. Nota-se a mesma tendência dos valores encontrados neste estudo.

Em seus trabalhos buscando determinar o coeficiente de cultivo para o milho irrigado por aspersão, por meio da utilização de lisímetros, Bastos *et al.* (2008) encontraram valores de Kc que oscilaram entre 0,5-0,7; 1,1-1,3 e 0,6 para as fases I, II e III, respectivamente, para as condições climáticas dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí. Bezerra e Oliveira (1999), utilizando o método do balanço de água no solo com o objetivo de determinar o Kc do milho para as condições climáticas de Fortaleza, Ceará, encontraram valores de 0,73; 1,11 e 0,64 para referidas fases. A grande divergência de valores de Kc observados nos diferentes estudos demonstram a necessidade de estudos locais, uma vez que as condições climáticas e agronômicas da maioria dos cultivos são distintas em cada região do país, por isso deve-se evitar utilizar valores de referência e, quando necessário, realizar a sua estimativa regional para não sub ou superestimar as lâminas de água aplicadas às culturas agrícolas em cada região.

O valor de Kc inicial estimado para a cultura do arroz em Sinop-MT foi de 0,86 para a fase I e variou de 1,23 a 1,24 e 0,64 a 0,67, para as fases II e III, respectivamente. Os resultados obtidos neste estudo, para Sinop-MT, foram semelhantes aos valores recomendados por Reichardt (1987), para o manejo da irrigação na cultura do arroz. Os valores de Kc médio e final regionalizados foram maiores que os valores preconizados pela FAO (1,20 e 0,60), como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5. Valores de Kc do arroz recomendados pela FAO e regionalizados para a cidade de Sinop-MT

| ARROZ | | | | | | |
|--|------------------------------|---------|----------|--|----------------|----------|
| Fases do Ciclo | | | | | Início da Fase | |
| Fase I - Plantio até o estabelecimento da cultura (S1- V1) | | | | | 01/05 | |
| Fase II - Crescimento Vegetativo (V1/V2-VF4) | | | | | 17/05 | |
| Fase III - Floração, enchimento dos grãos até a maturação (R0-R6/R7) | | | | | 28/07 | |
| Mês | Kc (FAO) Ciclo da Cultura | | | Kc (Regionalizado) Ciclo da Cultura | | |
| | Fase I | Fase II | Fase III | Fase I | Fase II | Fase III |
| Mai | 1,05 | 1,20 | | 0,86 | 1,23 | |
| Jun | | 1,20 | | | 1,24 | |
| Jul | | 1,20 | 0,60 | | 1,24 | 0,64 |
| Ago | | | 0,60 | | | 0,67 |

S1 – emergência do coleóptilo e radícula; V1 – colar formado na primeira folha do colmo principal; V2 – colar formado na segunda folha do colmo principal; VF-4 – colar formado na folha do primeiro entrenó alongado; R0 – iniciação da panícula; R6 – enchimento de grão R7 – grão maduro de casca amarela.

Fonte: Dados desta pesquisa.

De acordo com Carvalho *et al.* (2013), o coeficiente de cultivo de arroz de terras altas pode ser dividido em quatro fases: da emergência ao afilhamento, o (Kc) é de cerca de 0,58; da fase de afilhamento até a emissão da panícula, o (Kc) cresce para 0,72; da emissão da panícula ao grão pastoso, o (Kc) observado é 1,34 e para a fase final, de grão pastoso na maturidade fisiológica (Kc) diminui para 0,67. Embora os valores de Kc médio obtidos neste estudo tenham sido menores, observa-se a mesma tendência dos valores citados por esses autores e os encontrados neste estudo.

Os valores de Kc estimados para a cultura do trigo na cidade de Sinop-MT foi de 0,86 e 1,18 para as fases I e II, e variou de 0,28 a 0,32 para a fase III, e foram superiores aos valores sugeridos pela FAO, conforme os resultados apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Valores de Kc do trigo recomendados pela FAO e regionalizados para a cidade de Sinop-MT

| TRIGO | | | | | | |
|--|------------------------------|---------|----------|--|----------------|----------|
| Fases do Ciclo | | | | | Início da Fase | |
| Fase I - Plantio até o estabelecimento da cultura (G-GS19) | | | | | 01/05 | |
| Fase II - Crescimento Vegetativo, floração, enchimento dos grãos até (GS20-GS41) | | | | | 18/05 | |
| Fase III - Maturação (GS87/GS91) | | | | | 30/06 | |
| Mês | Kc (FAO) Ciclo da Cultura | | | Kc (Regionalizado) Ciclo da Cultura | | |
| | Fase I | Fase II | Fase III | Fase I | Fase II | Fase III |
| Mai | 0,7 | 1,15 | | 0,86 | 1,18 | |
| Jun | | 1,15 | 0,25 | | 1,18 | 0,28 |
| Jul | | 1,15 | 0,25 | | 1,18 | 0,28 |
| Ago | | | 0,25 | | | 0,32 |

G- Germinação; GS19- 9 ou mais folhas desenvolvidas; GS41- extensão da bainha da folha bandeira (espigamento); GS87- massa dura (com unhas do dedo); GS91- grãos duros (difícil dividir) ZADOKS; CHANG; KONZAK (1974).

Fonte: Dados desta pesquisa.

Libardi e Costa (1997), estudando o coeficiente de cultivo do trigo por meio de lisímetro de pesagem para as condições climáticas de Piracicaba-SP, obtiveram os valores de 0,29 para a fase de estabelecimento, 0,36 para o perfilhamento, 0,76 para a fase de emborrachamento, 1,11 para a fase de floração, 1,16 para a formação de grãos e 0,45 para a maturação. Nota-se que os valores de Kc encontrados por esses autores também foram diferentes dos recomendados pela FAO, o que reforça a necessidade de estudos regionais para a estimativa dos valores de Kc.

O valor de Kc inicial estimado para a cultura do algodão herbáceo em Sinop-MT foi de 0,86 para a fase I e variou de 1,26 a 1,27 e 0,56 a 0,57, para as fases II e III, respectivamente. Os valores de Kc inicial, médio e final regionalizados foram maiores que os valores preconizados pela FAO (0,35, 1,20 e 0,50), como pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7. Valores de Kc do algodão herbáceo recomendados pela FAO e regionalizados para a cidade de Sinop-MT

| ALGODÃO HERBÁCEO | | | | | | |
|--|------------------------------|---------|----------|--|---------|----------|
| Fases do Ciclo | | | | Início da Fase | | |
| Fase I - Plantio até o estabelecimento da cultura (V0-V2) | | | | 01/05 | | |
| Fase II - Crescimento Vegetativo, Floração, frutificação (V3/Vn; B1- Bn) | | | | 17/05 | | |
| Fase III – maturação (C-Cn) | | | | 20/06 | | |
| Mês | Kc (FAO) Ciclo da Cultura | | | Kc (Regionalizado) Ciclo da Cultura | | |
| | Fase I | Fase II | Fase III | Fase I | Fase II | Fase III |
| Mai | 0,35 | 1,20 | | 0,86 | 1,26 | |
| Jun | | 1,20 | 0,50 | | 1,27 | 0,57 |
| Jul | | | 0,50 | | | 0,56 |
| Ago | | | 0,50 | | | 0,59 |

V0- emergência até 1° folha verdadeira; V2- limite anterior até 3° folha verdadeira; V3- limite anterior até 4° folha verdadeira; Vn – enésima folha verdadeira (antes do aparecimento primeiro botão floral); B1- início da fase reprodutiva (1° botão floral visível), Cn- última bola do último ramo transformar-se em capulho.

Fonte: Dados desta pesquisa.

Os resultados obtidos neste estudo, para a cultura do algodão herbáceo em Sinop-MT, apresentaram a mesma tendência dos valores encontrados por Oliveira *et al.* (2013), para a cultura na região de Teresina, Piauí, que também obtiveram valores de Kc superiores aos recomendados pela FAO. Bezerra *et al.* (2012), estudando o coeficiente de cultivo do algodão herbáceo a partir de imagens de sensores orbitais para as condições climáticas de Bom Jesus da Lapa, região do Médio São Francisco, Estado da Bahia, obtiveram os valores de 0,65 para a fase I, 1,18 para a fase II e 0,66 para a fase III. Barreto, Bezerra e Silva (2003) dividiram o coeficiente de cultivo do algodão herbáceo em quatro fases, para as condições climáticas de Barreiras, Bahia: da germinação até 20 dias após a emergência (DAE) obteve um Kc de cerca de 0,45; dos 20 aos 40 (DAE), o Kc observado foi de 0,75; da floração à formação de maçãs, o Kc foi de 1,15; e na fase final, após os 80 (DAE), o Kc observado reduziu a 0,85.

O valor de Kc inicial estimado para a cultura do feijão em Sinop-MT foi de 0,86 para a fase I e variou de 1,15 a 1,16 e 0,35 a 0,39, para as fases II e III, respectivamente. O valor de Kc inicial regionalizado foi maior que o preconizado pela FAO (0,40), já os valores de Kc médio e final regionalizados foram semelhantes aos valores sugeridos pela FAO (1,15 e 0,35), como pode ser observado na Tabela 8.

Os resultados obtidos neste estudo, para Sinop-MT, apresentaram a mesma tendência dos valores encontrados por Conceição *et al.* (2016), para a cultura do feijão na região oeste do Rio Grande do Sul, visto que observaram valores de Kc que variaram de 0,57 a 0,83 para as fases iniciais e 0,31 para a fase final. Nota-se que o valor de Kc inicial para a cultura do feijão aqui obtidos situou-se próximo dos limites encontrados por Conceição *et al.* (2016), já o Kc médio e final foram aproximados dos valores recomendados no boletim FAO-56. Albuquerque *et al.* (2004) determinaram o coeficiente de cultura para feijoeiro, o Kc encontrado para a fase inicial foi de 0,83, o Kc

médio foi próximo a 1,14 e o Kc final obtido foi de 0,34, resultados semelhantes aos encontrados neste estudo. Vale ressaltar que, de acordo com Jadoski *et al.* (2003), a ocorrência de deficiência hídrica na cultura do feijoeiro na fase reprodutiva afeta principalmente a redução no rendimento de grãos ocasionada pela alta taxa de abortamento de óvulos, afetando o número de grãos por vagem.

Tabela 8. Valores de Kc do feijão recomendados pela FAO e regionalizados para a cidade de Sinop-MT

| FEIJÃO | | | | | | |
|--|------------------------------|---------|----------|--|----------------|----------|
| Fases do Ciclo (Precoce) | | | | | Início da Fase | |
| Fase I - Plantio até o estabelecimento da cultura (V0-V3) | | | | | 01/05 | |
| Fase II - Crescimento Vegetativo (V4-R5) | | | | | 26/05 | |
| Fase III - Floração, enchimento dos grãos até a maturação (R6-R8/R9) | | | | | 19/06 | |
| Mês | Kc (FAO) Ciclo da Cultura | | | Kc (Regionalizado) Ciclo da Cultura | | |
| | Fase I | Fase II | Fase III | Fase I | Fase II | Fase III |
| Mai | 0,40 | 1,15 | | 0,86 | 1,16 | |
| Jun | | 1,15 | 0,35 | | 1,15 | 0,35 |
| Jul | | | 0,35 | | | 0,36 |
| Ago | | | 0,35 | | | 0,39 |

V0 – germinação; V3- primeira folha trifoliada aberta e plana; V4- terceira folha trifoliada aberta e plana; R5- primeiro ráculo floral nos nós inferiores (pré-floração); R6 - primeira flor aberta (floração); R8 - enchimento dos grãos; R9 - maturação.

Fonte: Dados desta pesquisa.

O valor de Kc inicial estimado para a cultura do sorgo granífero em Sinop-MT foi de 0,86 para a fase I e variou de 1,17 a 1,18 e 0,62 a 0,65, para as fases II e III, respectivamente, e foram diferentes dos valores sugeridos pela FAO. Os valores de Kc inicial, médio e final regionalizados, para todos os meses, foram maiores que os valores preconizados pela FAO (0,30, 1,10 e 0,55), como pode ser observado na Tabela 9.

Oliveira *et al.* (2014), estudando o coeficiente de cultivo da cultura do Sorgo granífero por meio de lisímetro de pesagem para as condições climáticas do semiárido brasileiro, obtiveram os valores de 0,77 para a fase inicial, 0,93 para a fase vegetativa, 1,36 para a fase de floração e formação de grãos e 1,06 para a maturação fisiológica. Os maiores valores de Kc encontrados por esses autores para a cultura do sorgo, em relação aos recomendados pelo Boletim FAO 56 e os obtidos neste estudo, se justificam pelo fato das condições de elevada demanda evapotranspirométrica do semiárido brasileiro associado ao alto metabolismo da planta nessas condições climáticas.

Tabela 9. Valores de Kc do sorgo granífero recomendados pela FAO e regionalizados para a cidade de Sinop-MT

| SORGO GRANÍFERO | | | | | | |
|--|------------------------------|---------|----------|--|---------|----------------|
| Fases do Ciclo | | | | | | Início da Fase |
| Fase I - Plantio até o estabelecimento da cultura (E0-E1) | | | | | | 01/05 |
| Fase II - Crescimento Vegetativo (E2-E4/E5) | | | | | | 23/05 |
| Fase III - Floração, enchimento dos grãos até a maturação (E6-E8/E9) | | | | | | 29/06 |
| Mês | Kc (FAO) Ciclo da Cultura | | | Kc (Regionalizado) Ciclo da Cultura | | |
| | Fase I | Fase II | Fase III | Fase I | Fase II | Fase III |
| Mai | 0,30 | 1,10 | | 0,86 | 1,17 | |
| Jun | | 1,10 | 0,55 | | 1,18 | 0,63 |
| Jul | | 1,10 | 0,55 | | 1,17 | 0,62 |
| Ago | | | 0,55 | | | 0,65 |

E0- surgimento do coleóptilo na superfície do solo; E1- colar ou cartucho da 3ª folha visível (10 dias após a emergência); E2- colar ou cartucho da 5ª folha visível; E4-visível a última folha e alongamento do colmo; E5- todas as folhas completamente desenvolvidas apresentando máxima área foliar; E6- 50% de floração; E8- grão pastoso; E9- maturação fisiológica.

Fonte: Dados desta pesquisa.

Os valores de Kc obtidos neste estudo poderão contribuir para uma estimativa racional do consumo de água das culturas de interesse econômico para a microrregião de Sinop-MT, servindo de referência para técnicos e produtores rurais no manejo da irrigação.

Pode-se verificar, ao analisar os dados, que os valores de Kc sugeridos pela FAO para as culturas da soja, milho, trigo, algodão herbáceo, feijão e sorgo granífero, quando comparados com os valores de Kc regionalizados obtidos neste estudo, foram menores para as fase I, II e III, que correspondem a todas as fases de desenvolvimento vegetativo até a maturação. Desse modo, se esses valores fossem adotados para as condições climáticas de Sinop-MT, poderia haver uma subestimativa da lâmina aplicada e essas culturas certamente passariam por estresse hídrico em todas as fases de desenvolvimento, acarretando reflexos negativos na produção final. Já para a cultura do arroz, o valor de Kc sugerido pela FAO foi superior na fase I, o que resultaria na superestimativa da lâmina de água aplicada, o que poderia favorecer a lixiviação de nutrientes, gastos desnecessários com energia elétrica e mão de obra. Silva *et al.* (2017) e Silva, Borges e Albuquerque (2014) observaram em seus estudos que os valores do coeficiente de cultivo recomendados pela FAO para a cultura da cana-de-açúcar não são apropriados para regiões tropicais, necessitando de ajustes para ser aplicado às condições climáticas locais. Busato e Busato (2011), em seus estudos sobre o coeficiente de cultivo da videira no Estado do Espírito Santo, não observaram diferenças entre os valores obtidos e os propostos no Boletim FAO, entretanto chamaram a atenção para o fato de que os valores de coeficientes de cultivo devem ser corrigidos para as condições climáticas locais, antes de sua aplicação no campo, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura.

Os dados de coeficientes de cultivos para essas culturas de interesse econômico para Sinop-MT obtidos neste estudo podem ser considerados representativos, pois foram estimados com base no método padrão de Penman-Monteith-FAO (PM-FAO). A FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) e a ICID (International Commission of Irrigation and Drainage) adotaram este método como padrão para a estimativa da ETo, devido a sua formulação técnica e aos excelentes resultados obtidos nas mais distintas condições climáticas (BERNARDO; SOARES; MONTOVANI, 2005). Segundo Carvalho *et al.* (2011), o método Penman-Monteith-FAO é considerado, internacionalmente, o mais apropriado para a estimativa da evapotranspiração de referência (ETo), pois, além de procurar representar, de maneira consistente, o fenômeno biofísico da evapotranspiração, é alimentado por quase todos os elementos meteorológicos observados em estações meteorológicas de superfície.

Conclusões

Os valores de Kc regionais estimados neste estudo foram diferentes dos preconizados pela FAO para as diferentes culturas estudadas em suas diferentes fases de desenvolvimento;

Nas fases I, II e III, a maioria das culturas apresentaram valores de Kc maiores quando comparados com os sugeridos no boletim 56 da FAO e certamente essas culturas passariam por um estresse hídrico, acarretando reflexos negativos na produção final.

Os resultados encontrados nesta pesquisa reforçam a necessidade de estudos locais dos valores de Kc utilizados na estimativa do consumo de água das culturas agrícolas.

Referências

- ALBUQUERQUE, P. E. P. *et al.* Coeficientes de cultivo das principais culturas anuais. **Revista ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n.52/53, p.49-57. 2001. Disponível em:
<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=347195&biblioteca=vazio&busca=assunto:Cultivo&qFacets=assunto:Cultivo&sort=&paginacao=t&paginaAtual=266>. Acesso em: 05 jan. 2018.
- ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, D. P. Gestão da água na agricultura: Coeficientes de cultivo (Kc) e de tanque classe A (Kp). **Revista Irrigação e Tecnologia Moderna – ITEM**, ABID, n.63, p.12-19, 2004. Disponível em:
<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=488422&biblioteca=vazio&busca=assunto:Irriga%C3%A7%C3%A3o&qFacets=assunto:Irriga%C3%A7%C3%A3o&sort=&paginacao=t&paginaAtual=21>. Acesso em: 11 jan. 2018.
- ALLEN, R.G. *et al.* **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO-irrigation and drainage paper, 56).

ANDRADE, A.R.S. *et al.* Estimativa da evapotranspiração e dos coeficientes de cultura para diferentes fases de desenvolvimento da melancia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, n.5, p.1417-1429, set. 2013. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/>. Acesso em: 10 jan. 2018.

BARBOSA, B. D. S.; OLIVEIRA, F. G.; DE FIGUEIREDO, E. P. Determinação do coeficiente de cultivo (kc) do Capim Tanzânia irrigado no norte de Minas Gerais. **Revista Irriga**, Botucatu, p. 11-20, 2015. Edição Especial Irriga & Inovagri. Disponível em: <http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2032>. Acesso em: 10 jan. 2018.

BASTOS, E. A. *et al.* Coeficiente de cultivo do milho nos Tabuleiros Litorâneos do Piauí. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2008, Londrina-PR. **XXVII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. Londrina-PR: Embrapa Milho e Sorgo/Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2008. p. 1-5. Disponível em:

<http://www.cpamn.embrapa.br/soloaguaclima/doc/EdsonBastos/RE3.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2018.

BARRETO, A. N.; BEZERRA, J. R. C.; SILVA, A. A. G. Cálculo da necessidade hídrica do algodoeiro com base na evapotranspiração de referência (ET_o) e no coeficiente da cultura (K_c) para Barreiras – BA. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 4., 2003. Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: Embrapa Algodão. 2003. CD-ROM. Disponível em:

http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/187.pdf. Acesso em: 11 jan. 2018.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MONTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: UFLA, 2005. 625p.

BEZERRA, F. M. L.; OLIVEIRA, C. H. C. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultura para o milho em Fortaleza, CE. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n.1, p. 08-17, 1999.

BEZERRA, M. V. C. *et al.* Evapotranspiração e coeficiente de cultura do algodoeiro irrigado a partir de imagens de sensores orbitais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 64-71, jan-mar, 2012. Disponível em:

<http://www.redalyc.org/html/1953/195320077008/>. Acesso em: 11 jan. 2018.

BUSATO, C.C.M.; BUSATO, C.; Evapotranspiração da videira em Santa Teresa, ES: coeficiente de cultura “único” padrão boletim FAO 56. **Revista Verde**, v.6, n.4, p. 251 – 257. out/dez. 2011. Disponível em:

<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/682>. Acesso em: 11 jan. 2018.

CARVALHO, D. F. *et al.* Demanda hídrica do milho de cultivo de inverno no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1,

p.112–118, jan/mar. 2006. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n1/v10n1a17.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2018.

CARVALHO, I. R. *et al.* Demanda hídrica das culturas de interesse agrônômico. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, 2013.

Disponível em:

<http://conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/DEMANDA%20HIDRICA.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2018.

CARVALHO, L. G. *et al.* Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 456-465, jul./set. 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/2530/253020125020.pdf>.

Acesso em: 11 jan. 2018.

CONCEIÇÃO, C. G. *et al.* Coeficientes de cultura (kc) do feijoeiro comum irrigado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 10, n. 3, 2016. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/30553cfd5da734f87ad37b74fa24eb57/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2033446>. Acesso em: 11 jan. 2018.

FARIAS, J. R. B. *et al.* Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n. 3, p.415-421. 2001.

Disponível em: <http://trigo.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/revista/cap4.pdf>.

Acesso em: 11 jan. 2018.

JADOSKI, S. O. *et al.* Manejo da irrigação para maximização do rendimento de grãos do feijoeiro. **Revista Irriga**, v.8, p.1-9, 2003. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/268430080_MANEJO_DA_IRRIGACAO_PARA_MAXIMIZACAO_DO_RENDIMENTO_DE_GRAOS_DO_FEIJOEIRO. Acesso em:

11 jan. 2018.

LIBARDI, V. C. M.; COSTA, M. B. Consumo d'água da cultura do trigo (*Triticum aestivum*, L.) **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 4, n. 1, p. 16-23. 1997. Disponível em:

<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/1962>. Acesso em: 11

jan. 2018.

LYRA, G.B. *et al.* Coeficiente da cultura da cana-de-açúcar no estágio inicial de desenvolvimento em campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Irriga**, v. 17, n. 1, p. 102-113, jan/mar. 2012. Disponível em:

<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/390>. Acesso em: 07 abr. 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2012v17n1p102>

MENDONÇA, J. C. *et al.* Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 471-475, 2007. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v11n5/v11n05a04.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2018.

MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. Soja: fatores que afetam o crescimento e rendimento de grãos. Porto Alegre, Evangraf, 2005. 31p. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). **Relatórios**. Disponível em: <https://www.fao.org.br/ultimosRelatoriosFao.asp>. Acesso em: 11 jan. 2018.

OLIVEIRA, A. F. M. *et al.* Necessidades hídricas e desenvolvimento do sorgo nas condições do semiárido brasileiro. **II INOVAGRI International Meeting**, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269046860_Necessidades_Hidricas_e_Desenvolvimento_do_Sorgo_nas_Condicoes_do_Semiarido_Brasileiro. Acesso em: 11 jan. 2018.

OLIVEIRA, S. R. M. *et al.* Coeficientes de cultura do algodão herbáceo e do feijão-caupi em sistemas monocultivo e consorciado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 7, n. 3, p. 191-200, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/86229/1/InovareAderson.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2018.

PEREIRA, L.S; ALLEN, R.G.; Novas aproximações aos coeficientes culturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.3, n.4, p.118-143, set/dez. 1997.

REICHARDT, K. **Relações solo-água-plantas para algumas culturas**. São Paulo: Manole, 1987. p.157-71.

SILVA, V. P. R.; BORGES, C.J.R.; ALBUQUERQUE, W.G.; Necessidades hídricas da cana-de-açúcar cultivada em clima tropical. **Semina**, v. 35, n. 2, p. 625-632, mar/abr. 2014. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/12734>. Acesso em: 31 dez. 2017.

SILVA V. P. R.; TAVARES A. L; SOUSA I. F. 2013. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo simples e dual do coentro. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.2, p.255-259.2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v31n2/13.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2018.

SILVA, W. A. *et al.* Crop coefficient regionalization for irrigated agriculture planning in maranhão state-Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 5, p. 953-960, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162017000500953. Acesso em: 04 jan. 2018.

SOUSA, I. F. *et al.* Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p.633-644, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n6/a10v14n6.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2018.

SOUZA, L. S. B. *et al.* Determinação do coeficiente de cultura do milho (*Zea mays* L.) sob condições de semiárido brasileiro. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16., 2010, Belém, PA. A Amazônia e o clima global: **Anais...** Belém, PA: SBMET, 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/871066>. Acesso em: 01 jan. 2018.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed research**, v. 14, n. 6, p. 415-421, 1974. Disponível em: http://old.ibpdev.net/sites/default/files/zadoks_scale_1974.pdf. Acesso em: 11 dez. 2017.

Avaliação do uso de fertilizante organomineral no desenvolvimento de mudas de *Coffea arabica* L.

Evaluation of the use of organomineral fertilizer in the development of *Coffea arabica* L.

Marcelo Corsini¹; Kleso Silva Franco Júnior^{2*}; Giselle Prado Brigante²; Márcio de Souza Dias³; Fabrício Vilela Andrade Fiorini⁴

¹ Graduando em Agronomia pelo Centro Superior de Ensino e Pesquisa (CESEP).

E-mail: marcelocorsini.mc1@gmail.com

² Doutores Engenheiros Agrônomos e Professores no Centro Superior de Ensino e Pesquisa (CESEP).

E-mail: kleso.junior@yahoo.com.br; giselle.brigante@gmail.com

³ Doutor, Biólogo e Professor na Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais.

E-mail: marciodesouzadias2013@gmail.com

⁴ Professor Mestre CESEP.

E-mail: fabriciovaf@hotmail.com

* Autor correspondente: kleso.junior@yahoo.com.br

Resumo: O objetivo, neste trabalho, foi avaliar o efeito do organomineral na disponibilização de fósforo no desenvolvimento inicial do cafeeiro. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Utilizaram-se mudas de café arábica (Catuaí Vermelho MG/144) plantadas em 20 vasos plásticos com capacidade de 10 cm³. Os tratamentos foram os seguintes: dose completa de fertilizante fosfatado organomineral (125g); duas vezes a dose completa do fertilizante fosfatado organomineral (250g); metade da dose de fertilizante fosfatado organomineral recomendada (65g); um terço da dose de fertilizante fosfatado organomineral recomendada (40g); dose completa de superfosfato simples (80g), doses estas calculadas de acordo com resultado da análise de solo. Os parâmetros avaliados ao final do experimento foram: altura da parte aérea das plantas (cm), diâmetro do caule (mm), comprimento de raiz (cm) e peso seco do sistema radicular (g). Os resultados foram submetidos à análise estatística, sendo as médias das variáveis comparadas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de significância. O fertilizante fosfatado superfosfato simples proporcionou melhor desenvolvimento inicial e doses crescentes de fertilizante fosfatado organomineral influenciaram de maneira significativa o desenvolvimento das plantas de café na maioria dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Adubação. Cafeeiro. Fósforo.

Abstract: The objective, in this work, was to evaluate the effect of organomineral in the availability of phosphorus in the initial development of coffee tree. The experimental design was in randomized blocks, with five treatments and four replicates. Arabic coffee seedlings (Catuaí Vermelho MG / 144) were planted in 20 plastic pots with a capacity of 10 cm³. The treatments were the following: complete dose of organomineral phosphate fertilizer (125g); twice the full dose of organomineral phosphate fertilizer (250g); half the dose of recommended organomineral phosphate fertilizer (65g); one third of the recommended amount of

organomineral phosphate fertilizer (40g); complete dose of single superphosphate (80g), these doses were calculated according to the soil analysis results. The parameters evaluated at the end of the experiment were: plant height (cm), stem diameter (mm), root length (cm) and root system dry weight (g). The results were submitted to statistical analysis, and the means of the variables were compared by the Scott-Knott test at 5% significance. The simple superphosphate phosphate fertilizer provided better initial development and increasing doses of organomineral phosphate fertilizer significantly influenced the development of coffee plants in most of the evaluated parameters.

Keywords: Fertilization. Coffee. Phosphor.

Introdução

A cafeicultura é uma das atividades agrícolas de maior importância econômica e social no país, contribuindo na geração de empregos e de renda, promovendo, assim, o desenvolvimento das regiões. Dentre os fatores que mais influenciam na produtividade do cafeeiro, pode-se destacar a fertilidade do solo, pois os solos brasileiros necessitam, em sua grande maioria, de adição de fontes de nutrientes, tendo em vista que são pobres quanto ao quesito fertilidade natural (EMBRAPA SOLOS, 2002). Atualmente, um dos maiores desafios relacionados à nutrição de plantas, principalmente em solos altamente intemperizados, consiste no estudo da dinâmica do fósforo (P) no solo (DIAS, 2012).

O fósforo é um dos elementos essenciais mais limitantes no crescimento e desenvolvimento das plantas. Por ser responsável pela transferência e armazenamento de energia, estando incorporado na estrutura genética fundamental e sendo necessário para fotossíntese e manutenção de vários outros processos fisiológicos das plantas (CANDIDO *et al.*, 2013), é um macronutriente essencial para desenvolvimento das plantas, sendo o seu fornecimento e sua disponibilidade para as plantas influenciado não só pela dosagem de fertilizante fosfatado aplicado, mas também pelas fontes de fósforo utilizadas (MOREIRA; MALAVOLTA; MORAES, 2002; RAMOS *et al.*, 2006), reatividade e velocidade de liberação de fósforo (CAIONE *et al.*, 2012). Em relação à disponibilidade de P no solo, observam-se três problemas principais: seu baixo teor, sua baixa solubilidade e sua indisponibilidade para as plantas (ROLIN NETO *et al.*, 2004)

Com relação à fertilidade do solo, podem-se apontar três principais problemas relacionados ao fornecimento e disponibilidade de fósforo para as plantas, sendo o primeiro com relação ao baixo teor desse elemento na maioria dos solos, o segundo diz respeito à sua baixa solubilidade, tornando-os pouco disponíveis à absorção pelas plantas e o terceiro está relacionado à fixação que ocorre por meio de ligações químicas que tornam o fósforo aplicado indisponível para as plantas (ROLIN NETO *et al.*, 2004).

Dentre as alternativas para o suprimento de fósforo no desenvolvimento inicial do cafeeiro, destacam-se os fertilizantes organominerais e os fosfatos naturais reativos de maior solubilidade (CARMO *et al.*, 2014). A disponibilização do fósforo para as plantas varia não só de acordo com as dosagens de fertilizante fosfatado utilizado, mas também com a composição e solubilidade das diferentes fontes encontradas no mercado bem como as condições do solo em que serão utilizadas (PAJARA, 2014).

Nesse sentido, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito do organomineral na disponibilização de fósforo no desenvolvimento inicial do cafeeiro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na propriedade sítio Boa Vista, localizada na cidade de Poço Fundo – MG. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições.

Tabela 1. Tratamentos aplicados e suas correspondentes doses, calculadas de acordo com os resultados da análise de solo.

| Tratamentos | |
|---------------|-----------|
| Fertilizantes | Doses (g) |
| SS | 80 |
| ORG 2 | 250 |
| ORG 1 | 125 |
| ORG 1/2 | 65 |
| ORG 1/3 | 40 |

Dose completa de superfosfato simples (SS), dose completa de fertilizante fosfatado organomineral (ORG1), dobro da dose completa de fertilizante fosfatado organomineral (ORG2), metade da dose completa de fertilizante fosfatado organomineral (ORG1/2), um terço da dose completa de fertilizante organomineral (ORG1/3).

Fonte: Dados desta pesquisa.

O solo utilizado foi coletado em perfil de subsuperfície (20 – 40 cm) em área de pastagem na propriedade, destorroado, peneirado e analisado. As propriedades químicas apresentaram os seguintes resultados: pH em água = 5,6; teores de P (Mehlich-1), de 12 mg/dm³; K = 92 mg/dm³; e teores trocáveis de Ca = 1,8 cmol_c/dm³; Mg = 0,7 cmol_c/dm³; H + Al = 3,1 cmol_c/dm³; Al 1,7 cmol_c/dm³ e CTC efetiva 7,0 cmol_c/dm³, respectivamente. A saturação por bases (V%) foi 47,5%, SB= 2,7 cmol_c/dm³, saturação de alumínio (m%) = 3,5; e o conteúdo de matéria orgânica, 1,4 dag kg.

O solo utilizado é classificado Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura média (DOS SANTOS *et al.*, 2006), cuja caracterização física foi determinada pelo método da pipeta apresentou os seguintes valores: areia (42%), silte (13%) e argila (45%). Realizou-se a calagem conforme recomendação baseada na análise de solo e de acordo com Guimarães *et al.* (1999).

As mudas de café arábica da cultivar Catuaí vermelho MG /144 foram adquiridas junto a viveiro devidamente credenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram utilizados 20 vasos plásticos com capacidade de 10 cm³, sendo conduzidas em condições naturais de campo durante 120 dias, contendo uma muda por vaso.

Os tratamentos consistiram de diferentes doses de fertilizante fosfatado organomineral contendo as seguintes características: 10% de fósforo solúvel (CNA+H₂O), 0,8% de Carbono Orgânico e CTC (Capacidade de troca de cátions) = 80 mmol_c/kg; e um tratamento com dose completa de superfosfato simples para efeito de

comparação na disponibilização de fósforo para as mudas de café.

A aplicação das diferentes doses e fontes de fósforo utilizadas foi realizada de acordo com o observado por Novais, Neves e Barros (1991), onde, em plantios realizados em vasos, são utilizados três vezes a dose recomendada do fertilizante, sendo totalmente incorporado ao solo antes do plantio das mudas.

Durante a condução do experimento foram realizadas adubações (nitrogênio 100 mg/dm³ e potássio 120 mg/dm³) e irrigação por aspersão, sempre mantendo o solo próximo a 70% de umidade, com uso de tensiômetro para avaliações e tomada de decisão em aplicação de irrigação, visando fornecer água e nutrientes necessários ao desenvolvimento das mudas de café.

Decorridos 120 dias após a implantação do experimento, foram avaliados os seguintes parâmetros: altura de parte aérea das plantas (cm), diâmetro do caule (mm), comprimento de raiz (cm), e peso seco do sistema radicular (g). Os resultados foram submetidos à análise estatística, sendo as médias das variáveis comparadas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Foi possível verificar que, das 20 plantas avaliadas, os tratamentos utilizando o fertilizante superfosfato simples (SS) apresentaram melhores médias em relação às diferentes doses de fertilizante fosfatado organomineral no que diz respeito à altura de plantas, comprimento de raiz, e peso seco do sistema radicular (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados referentes à altura de parte aérea (AT), comprimento do sistema radicular (CR), diâmetro do caule (DC) e peso seco do sistema radicular (PR)

| Tratamentos | AT (cm) | CR (cm) | DC (mm) | PR (g) |
|---------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| SS | 39.75 A | 41.00 A | 5.75 A | 3.57 A |
| ORG2 | 32.25B | 34.75 B | 4.75 A | 3.08 B |
| ORG1 | 27.50 C | 30.75 C | 4.25 B | 2.45 C |
| ORG1/2 | 22.50 D | 26.75 D | 3.75 B | 2.04 D |
| ORG1/3 | 19.00 E | 23.25 E | 3.25 B | 2.26 D |
| CV (%) | 9.64 | 9,46 | 15,13 | 8,8 |

Dose completa de superfosfato simples (SS), dose completa de fertilizante fosfatado organomineral (ORG1), dobro da dose completa de fertilizante fosfatado organomineral (ORG2), metade da dose completa de fertilizante fosfatado organomineral (ORG1/2), um terço da dose completa de fertilizante organomineral (ORG1/3). Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Fonte: Dados desta pesquisa.

Dados obtidos por Caione *et al.* (2012) demonstraram que os fertilizantes fosfatados que utilizam fontes de fósforo solúveis como o superfosfato simples são os mais utilizados, principalmente para mudas, devido à pronta disponibilidade do P para as plantas, promovendo seu melhor desenvolvimento inicial.

Já Nakayama *et al.* (1998) citam que os fertilizantes termofosfatos equivalem ao

super fosfato simples em eficiência agrônômica, mesmo tendo solubilidades diferentes.

O superfosfato simples é produzido por meio da reação do ácido sulfúrico com a rocha fosfatada moída, por isso engloba, em sua composição, o sulfato de cálcio e os nutrientes acompanhantes ou adicionais que interferem na resposta das plantas ao P desse fertilizante (CARMO *et al.*, 2014). Segundo Rabelo (2015), o fósforo presente nos fertilizantes pode em um curto período de tempo reagir com o solo, se convertendo em formas indisponíveis para as plantas, chamado adsorção.

Observou-se que as médias de altura de plantas (AT), comprimento do sistema radicular (CR) e peso seco do sistema radicular (PR) apresentaram diferença significativa entre as crescentes doses de fertilizante fosfatado organomineral.

Conforme descrito por Carmo *et al.* (2014), independentemente da fonte de P utilizada, a disponibilidade de P no solo aumenta com o acréscimo da dose do nutriente no solo. Esse aumento no P disponível deve-se à diminuição da adsorção do P em coloides do solo, à medida que a sua concentração em solo é aumentada (WHALEN; CHANG, 2002). Dessa forma, os tratamentos que receberam doses inferiores a dose recomendada de fertilizante fosfatado organomineral apresentaram médias inferiores em todos os parâmetros avaliados, visto a importância do P no crescimento vigoroso da planta (POTAFÓS, 2004).

Castoldi *et al.* (2011), em sua pesquisa, não evidenciaram diferenças significativas no uso de organomineral, entretanto, resultados diferentes foram obtidos em trabalho realizado por Candido *et al.* (2013), no qual as plantas de café submetidas ao fertilizante organomineral granulado com suplementação fosfatada apresentaram melhor desenvolvimento inicial, e, de acordo com Garcia e Ferreira (1997), a adubação fosfatada de plantio influencia positivamente no crescimento e desenvolvimento do cafeeiro, bem como na sua produtividade.

Conclusão

Conclui-se que o fertilizante fosfatado superfosfato simples proporcionou melhor desenvolvimento inicial e doses crescentes de fertilizante fosfatado organomineral influenciaram de maneira significativa o desenvolvimento das plantas de café na maioria dos parâmetros avaliados.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001 e à Fapemig pela concessão de uma bolsa de doutorado.

Referências

CAIONE, G. *et al.* Produtividade e valor nutricional de variedades de cana-de-açúcar sob diferentes fontes de fósforo. **Ciências Agrárias**, Teresina, v. 33, n. 7, p. 2813-2824, 2012. Disponível em <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/8877>. Acesso em: 23 mar. 2016

CANDIDO, A. de O. *et al.* Fertilizante organomineral no desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica., Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil Salvador – BA. 2013.

Anais do VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Disponível em:
<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/consorcio/separador2/simpósio-de-pesquisa-dos-cafes-do-brasil>. Acesso em: 10 mar. 2016.

CARMO, D. L. do *et al.* Crescimento de mudas de cafeeiro recém plantadas: efeito de fontes e doses de fosforo. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 196-206, 2014.

Disponível em:

http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/viewFile/616/pdf_85. Acesso em: 02 abr. 2016.

CASTOLDI, G. *et al.* Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 139-146, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asagr/v33n1/v33n1a20.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2016.

DIAS, K. G. de L. **Fontes e doses de fosforo para o cafeeiro:** Produtividade, dinâmica de nutrientes no solo e nutrição mineral de plantas. Departamento de ciências do solo, Universidade federal de Lavras – UFLA. 90 fls. (Dissertação de Mestrado) Lavras MG, 2012. Disponível em:

<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/355/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Fontes%20e%20doses%20de%20f%C3%B3sforo%20para%20o%20cafeeiro>. Acesso em: 23 mar. 2016.

DOS SANTOS, H.G. *et al.* (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA SOLOS) (Brasil). **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros:** o recurso natural solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p. (1).

GARCIA, A. W. R.; FERREIRA, R. A. Estudos comparativos de doses de Atifós e outras fontes de P₂O₅ na formação do cafeeiro - Varginha - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 23., 1997, Manhuaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: IBG/GERCA, 1997. p. 4-5.

GUIMARÃES, P.T.G. *et al.* Cafeeiro. In: 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, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 289-302.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; MORAES, L. A.C. Eficiência de fontes e doses de fósforo na alfafa e centrosema cultivadas em Latossolo Amarelo. **Pesquisa**

Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n.10, p. 1459-1466, out. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n10/13225.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2016.

NAKAYAMA, L.H.I. *et al.* Eficiência relativa de fontes de fósforo de diferentes solubilidades na cultura do arroz. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 2, 183-190, 1998.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. *In*: OLIVEIRA, A.J.; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D.; LOURENÇO, S., eds. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília, Embrapa-SEA, 1991. p. 189-254.

PAJARA, F. F. D. **Disponibilidade de fósforo no solo em função da aplicação de adubos fosfatados minerais e organominerais**. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo – área: Química e Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós- Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2014. Disponível em: http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/833/dissertacao_fernando_pajara.pdf. Acesso em: 23 mar. 2016.

POTAFÓS (2004). ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO (Brasil). **Fósforo na Agricultura Brasileira**. Piracicaba - SP: Potafós, 2004. 726 p.

RABELO, K, C, C. **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial**. Goiânia, 2015. 70 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFG, 2015.

RAMOS, L. A. *et al.* Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, set./out. 2006.

ROLIM NETO, F.C. *et.al.* Adsorção de fosforo, superfície específica e atributos mineralógicos em solos desenvolvidos de rochas vulcânicas do alto Paranaíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa MG, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010032004000600003. Acesso em: 23 mar. 2016.

WHALEN, J. K.; CHANG, C. Phosphorus sorption capacities of calcareous soils receiving cattle manure applications for 25 years. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 33, p. 1011- 1026, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2004001200_010. Acesso em: 23 mar. 2016.

Antecipação da adubação potássica na cultura da soja em solos de Cerrado

Anticipation of potassium fertilization in soybean crop in Cerrado soils

Victor Gustavo Soares Ribeiro¹; Carlos Henrique Eiterer de Souza²; Diego Henrique da Mota²; Edilson Sousa Santos¹; Lara Lúcia Gonçalves¹; Miguel Martins Neto¹; Murilo Mendes Machado¹; Paulo Henrique Soares¹

¹ Discente do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
E-mail: victorgustavo.sr@gmail.com

² Docentes do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
E-mail: carloshenrique@unipam.edu.br; diegoh@unipam.edu.br

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de doses e tempos de antecipação da adubação potássica na cultura da soja em solo de Cerrado. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados (DBC). Com um fatorial $4 \times 3 + 1$ (controle sem aplicação de K_2O), com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por três doses de 60, 90 e 120 $Kg\ ha^{-1}$ de K_2O , utilizando como fonte de potássio o fertilizante KCl (Cloreto de Potássio, 60% de K_2O), aplicados manualmente a lanço, combinados com tempos de antecipação de 30, 15, 7 dias e na semeadura (tempo 0). Os resultados obtidos mostram que, para solos que possuem o teor de K-trocável acima de $71\ mg\ dm^{-3}$, a antecipação da adubação potássica pode não influenciar a produtividade na cultura da soja. No entanto, as plantas responderam ao aumento da dose até $120\ kg\ ha^{-1}$ de K_2O .

Palavras chave: Potássio. Produtividade. Adubação.

Abstract: The present work aims to evaluate the influence of potassium fertilization doses and anticipation times on soybean crop in Cerrado soil. The experimental design was a randomized block design (DBC). With a $4 \times 3 + 1$ factorial (control without K_2O application), with three repetitions. The treatments consisted of three doses of 60, 90 and 120 $Kg\ ha^{-1}$ of K_2O , using as potassium source the fertilizer KCl (Potassium Chloride, 60% K_2O), manually applied to haul, combined with anticipation times of K_2O . 30, 15, 7 days and at sowing (time 0). The results show that, for soils that have a K-exchangeable content above $71\ mg\ dm^{-3}$, the anticipation of potassium fertilization may not influence soybean crop yield. However, the plants responded to the dose increase up to $120\ kg\ ha^{-1}$ of K_2O .

Keywords: Potassium. Productivity. Fertilizing.

Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) é de suma importância para a economia brasileira, já que o país é o segundo maior produtor de soja no mundo, atrás dos Estados Unidos e seguido pela Argentina (CONAB, 2017). Em termos de produtividade, Brasil e Estados Unidos estão equiparados, com 123,66 e 118,8 milhões

de toneladas na safra 2018/2019, respectivamente. De acordo com dados de levantamento da CONAB (2019), no território brasileiro, os estados com maiores produções da cultura são Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul.

A maioria das áreas destinadas à cultura da soja no Brasil encontra-se em regiões tropicais (CONAB, 2017), em que predominam solos de elevado grau de intemperismo, com forte destaque para os programas de adubação potássica (BORKERT *et al.*, 2005). Geralmente, nos solos da região do Cerrado, as reservas de potássio não são suficientes para suprir a quantidade extraída pelas culturas, sendo necessária a restituição da quantidade exportada do nutriente, via adubação (TANAKA; MASCARENHAS; BORKERT, 1993).

Existem diversos trabalhos agrônômicos sobre modos de aplicação de fertilizantes, com o objetivo principal de reduzir perdas e aumentar a eficiência do uso dos fertilizantes (FOLONI; ROSOLEM, 2007). De acordo com Matos, Salvi e Milan (2006), a adubação antecipada reduz o tempo das paradas para o abastecimento das semeadoras, com isso ocorre uma grande redução no número de maquinário gastos para a semeadura, possibilitando, assim, o incremento da receita quando comparado ao sistema convencional.

No caso da adubação potássica, o cloreto de potássio (KCl) é a principal fonte de K utilizada nas culturas produtoras de grãos no Brasil (LOPES, 2005). De acordo com estudos feitos por Marschner (1995), o nutriente potássio é o segundo nutriente mineral mais exigido pelas culturas em questões de quantidade. Esse sal é altamente solúvel em água, e o íon K^+ apresenta baixa força de adsorção aos colóides do solo (RAIJ *et al.*, 1997). De acordo com Novais (1999), os teores de K^+ disponíveis tendem a decair rapidamente principalmente em solos de textura média a arenosa.

Estudos feitos por Bataglia e Mascarenhas (1977), mostraram que a maior taxa de absorção de potássio pela cultura da soja acontece na sua fase vegetativa, quando sua extração é de $1,20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de potássio, e, com isso, a soja exporta na colheita aproximadamente 20 kg de K_2O para cada tonelada de grãos produzida (EMBRAPA, 2002). Adicionalmente, de acordo com Zito *et al.* (2007), são necessários 55 kg de potássio para produzir uma tonelada de grão. Meurer (2007) salienta que, para isso ocorrer, depende da espécie vegetal, bem como do seu estágio de desenvolvimento.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de doses e tempo de antecipação de adubação potássica na cultura da soja em solo de Cerrado.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Onça, pertencente ao município de Presidente Olegário, MG, sendo que a localização geográfica da área experimental é: latitude de $18^\circ 23' 44,9''$ S, longitude $46^\circ 33' 13,7''$ W. O clima da região é caracterizado como tropical, com estação seca, de acordo com a Köppen e Geiger (1928). A cultivar de soja que foi utilizada foi a M6410 IPRO da Monsoy, de ciclo indeterminado.

Para o manejo correto da adubação e correção do solo, foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade para análise química (Tabela 1). As análises foram feitas no Laboratório Central de Análises e Fertilidade do

Solo - CEFERT, localizado no Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, Patos de Minas, Minas Gerais.

Tabela 1. Resultado da análise química e física do solo, profundidade 0-20 cm, Fazenda Onça, Presidente Olegário, Minas Gerais

| pH | M.O | P-rem | P-meh | K | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H+Al | SB | t | T | V | m | Argila | Silte | Areia |
|-----|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|-----|--------|--------------------|--------------------|
| | dag kg ⁻¹ | mg L ⁻¹ | mg dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | cmol _c dm ⁻³ | % | % | % | g kg ⁻¹ | g kg ⁻¹ |
| 6,2 | 3,2 | 17,1 | 7,4 | 152,3 | 3,9 | 1,8 | 0 | 1,7 | 6,1 | 6,1 | 7,8 | 78,2 | 0,5 | 420 | 350 | 230 |

OBS: pH em água; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ extrator KCl 1 mol L⁻¹; P-rem solução CaCl 0,01 mol L⁻¹ contendo 60 mg L⁻¹ de P; P-meh e K⁺ extrator mehlich¹; H+Al extrator Acetato de Cálcio 1 mol L⁻¹ a pH 7,0; M.O determinada pelo método Walkley-Black; textura pelo método da pipeta.

Fonte: Dados desta pesquisa.

A área foi manejada em sistema convencional, com uma aração e uma gradagem. A correção e a adubação do solo foram feitas de acordo com o resultado da análise do solo, seguindo a recomendação de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados (DBC). Com um fatorial 4 x 3 + 1 (controle sem aplicação de K₂O), com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por três doses 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando KCl (Cloreto de Potássio, 60% de K₂O), aplicados manualmente a lanço, combinados com quatro tempos de aplicação de 30, 15, 7 de antecipação e no dia da semeadura (tempo O).

No dia da semeadura também foram aplicados 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando como fonte o fertilizante fosfato monoamônio (MAP). As sementes de soja foram tratadas (TS) com um inseticida e fungicida a base de Fipronil, Piraclostrobin e Tiofanato-metílico, na dose de 100 mL para cada 100 kg de semente. Para a melhor eficiência da fixação biológica, foi aplicado também em TS cobalto e molibdênio, utilizando como fontes sulfato de cobalto e molibdato de sódio, sendo as doses recomendadas de 3 g e 20 g ha⁻¹, respectivamente (SFREDO; OLIVEIRA, 2010). Posteriormente foi feita a inoculação das sementes com inoculante turfoso, para a infecção do *Bradyrhizobium japonicum* na semente.

A semeadura foi feita de forma mecanizada, com espaçamento de 0,50 m entre linhas, com uma população de 360.000 mil plantas ha⁻¹. Cada parcela foi demarcada com 7 m de comprimento e 2 m de largura, totalizando 14 m².

Para as avaliações morfológicas de diâmetro, altura e número de vagens por plantas, foram coletadas duas plantas por parcela, estando estas no estágio R6, que é o estágio em que os grãos estão completamente cheios. As plantas coletadas foram encaminhadas para o laboratório Central de Análise de Fertilidade do Solo do UNIPAM (CeFert). Para o auxílio nas medições foi utilizada uma fita métrica graduada em centímetros (altura), medindo até o ápice da planta, um paquímetro digital graduado em milímetros (diâmetro), medindo entre o primeiro e segundo nó, e a contagem de número de vagens por planta foi feita manualmente. Para a avaliação de

massa seca, foram utilizadas as mesmas plantas das avaliações morfológicas, separando-as em folhas, caule e vagens e levadas para secagem em estufa de circulação de ar forçada a 60°C por em média 72 horas, até a massa constante das amostras. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,1 g.

O manejo das plantas daninhas na área experimental foi feito utilizando herbicida a base de glifosato na dose de 2,5 L ha⁻¹, em pré-semeadura, 10 e 30 dias após a emergência das plantas. Para o manejo de pragas (lagarta e percevejo) e doenças (fúngicas), foram aplicados os produtos a base de Indoxabac (inseticida¹) na dose de 0,4 L ha⁻¹, Tiofloxistira Piraclostrobrina + Protiocanazol (fungicida) na dose de 0,4 L ha⁻¹ e Tiametoxam + Lambda-Cialotrina (inseticida²) na dose de 0,18 L ha⁻¹, todos aplicados com volume de calda de 200 L ha⁻¹. O inseticida¹ foi aplicado quando houve presença de lagarta na área experimental, o fungicida foi aplicado como preventivo nos estádios fenológicos Vn e R3 e o inseticida² aplicado em R1 e R4 para o controle de percevejos.

A dessecação para a colheita foi feita utilizando o herbicida a base de Dicloreto de Paraquate na dose de 2,0 L ha⁻¹ com um volume de calda de 200 L ha⁻¹. A colheita foi realizada apenas da área útil da parcela, excluindo as duas linhas das extremidades e um metro no início e fim de cada parcela, e a debulha realizada manualmente.

Após a colheita, os grãos foram padronizados para 13% de umidade, e determinados os resultados de produtividade e massa de 1.000 g.

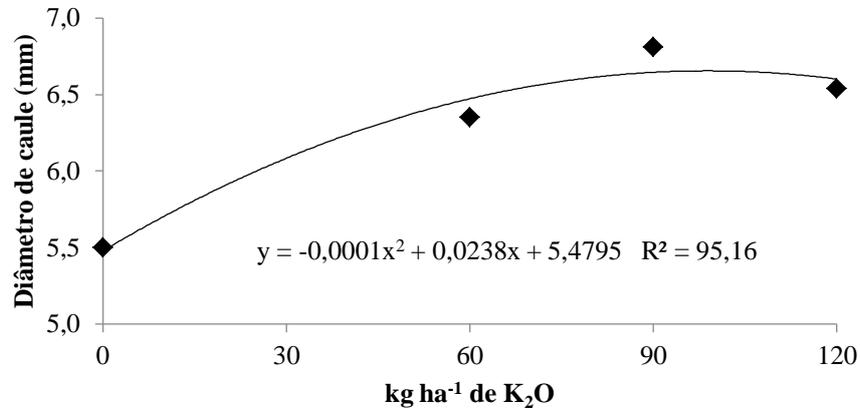
Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância e ajustados modelos de regressão, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2010).

Resultados e Discussões

Houve efeito significativo pelo teste F a 0,05 de probabilidade para doses de K₂O, com ajuste linear para produtividade (Figura 5), e ajuste quadrático a 0,1 de probabilidade para diâmetro de caule, altura de planta, número de vagens e massa seca de folhas, caule e vagens (Figuras 1, 2, 3 e 4).

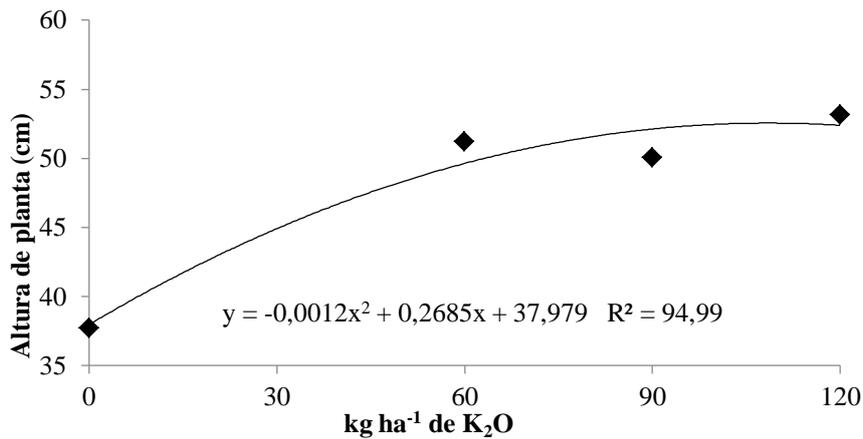
A antecipação da aplicação de potássio na cultura da soja não apresentou influência significativa nos parâmetros avaliados na cultura da soja. O efeito se assemelha aos apresentados por Petter *et al.* (2012), que descreveram a inexistência de respostas da soja à antecipação como atribuída à utilização das reservas de K-trocável pela cultura, uma vez que o nível de K no solo estava acima de 71 mg dm⁻³ (Tabela 1), considerado alto, segundo Ribeiro *et al.* (1999), para solos da região do Cerrado.

Figura 1. Diâmetro de caule de plantas de soja submetidas a doses e tempos de aplicação de adubação potássica em solos de Cerrado, Presidente Olegário, Minas Gerais, UNIPAM (2019)



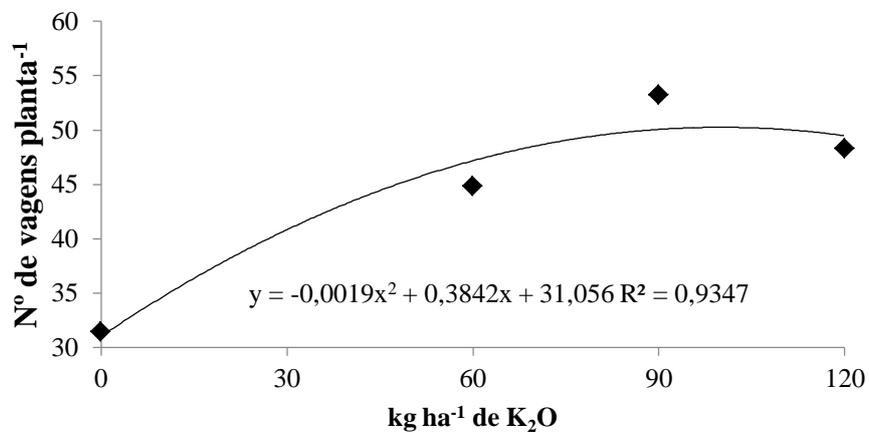
Fonte: Dados desta pesquisa.

Figura 2. Altura de plantas de soja submetidas a doses e tempos de aplicação de adubação potássica em solos de Cerrado, Presidente Olegário, Minas Gerais, UNIPAM (2019)



Fonte: Dados desta pesquisa.

Figura 3. Número de vagens por plantas de soja submetidas a doses e tempos de aplicação de adubação potássica em solos de Cerrado, Presidente Olegário, Minas Gerais, UNIPAM (2019)



Fonte: Dados desta pesquisa.

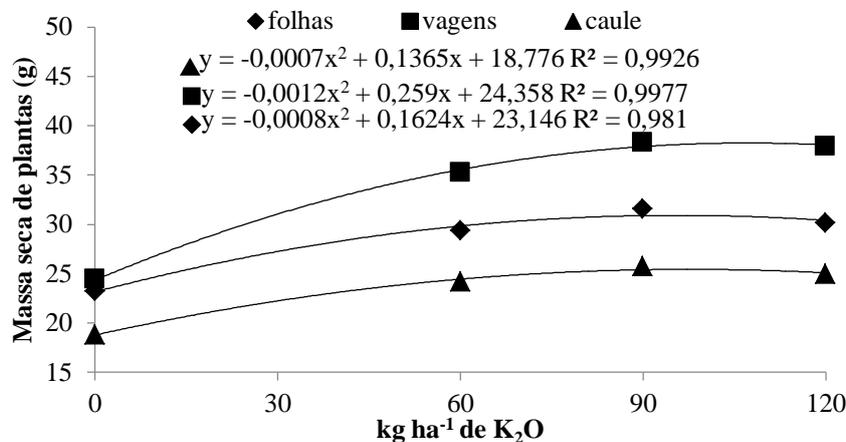
Para diâmetro de caule de plantas (Figura 1), houve um incremento máximo em diâmetro na dose de 116 kg ha⁻¹ de K₂O, obtendo um valor de 6,8 mm. Em contrapartida, pode-se observar que doses maiores que 116 kg ha⁻¹ de K₂O podem ser prejudiciais ao aumento de diâmetro de caule de plantas de soja.

Para de altura de plantas (Figura 2), verificamos o máximo efeito na dose de 111,8 kg ha⁻¹ de K₂O, obtendo uma altura de 52 cm. Resultado esse que se difere dos obtidos por Lana *et al.* (2002), que observaram um aumento quadrático na altura de plantas até a dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O.

Para número de vagens por planta (Figura 3), verificamos que houve ponto de máxima eficiência na dose de 101,1 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo essa dose responsável por um incremento de 62% no número de vagens, quando comparada com o controle. Resultado este que também se difere dos encontrados por Lana *et al.* (2002) e Oliveira *et al.* (1992), que constataram a máxima resposta de número de vagens da soja na dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Em contrapartida, Venturoso *et al.* (2009) obtiveram um aumento de 83% no número de vagens por planta quando comparado com o controle, na dose de 165 kg ha⁻¹ de K₂O.

Já nas avaliações de massa seca de folhas (MSF), caule (MSC) e vagens (MSV) (Figura 4), os máximos valores de massa seca foram encontrados nas doses de 101,5, 97,5 e 107,9 kg ha⁻¹ de K₂O, obtendo valores de 32,2, 26,7 e 36,4 g, respectivamente. Observa-se que tanto para MSF, quanto para MSC e MSV houve um decréscimo na produção de massa seca na dose 120 kg ha⁻¹ de K₂O. Esse resultado corrobora com o resultado encontrado por Martins *et al.* (2013), que relataram efeitos significativos para doses de K₂O na produção de massa seca de plantas de soja, em que a maior dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O apresentou a maior produção de massa seca. Esses resultados apontam que a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O influencia negativamente no incremento de massa seca de plantas de soja. Esse resultado é explicado pelo fato de que o excesso de potássio na planta pode inibir a absorção de cálcio e magnésio, que são essenciais para o desenvolvimento da planta (MARSCHNER, 1995).

Figura 4. Peso de massa seca da soja submetida a doses e tempos de aplicação de adubação potássica em solos de Cerrado, Presidente Olegário, Minas Gerais, UNIPAM (2019)



Fonte: Dados desta pesquisa.

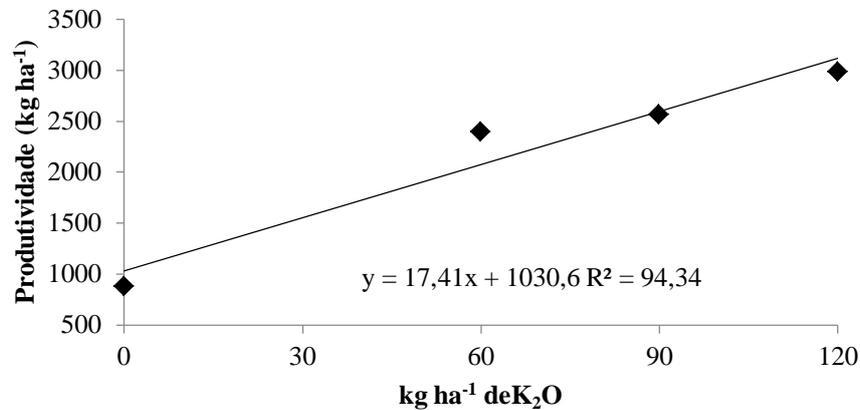
Com relação às avaliações de rendimento da cultura da soja, não houve ajuste modelo de regressão para peso de 1.000 grãos, porém houve ajuste linear significativo para doses para a variável produtividade ha⁻¹ (Figura 5). A inexistência de diferença significativa entre peso de 1.000 grãos corrobora com o resultado encontrado por Sagatelli (2004), que não constatou diferença significativa para este parâmetro ao aplicar adubação potássica antecipada em soja. Em contrapartida, Martins *et al.* (2013) mostraram diferenças significativas para os efeitos das doses e épocas de aplicação de adubação potássica.

Para o parâmetro produtividade, houve ajuste linear ao aumento de doses de K₂O ha⁻¹. A produtividade máxima 2.985 kg ha⁻¹ foi alcançada na dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O. Esse resultado corrobora com o encontrado por Martins *et al.* (2013), que alcançaram produtividades entre 3.112 e 3.227 kg ha⁻¹ na dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O, independentemente da sua época de aplicação. Gonçalves Júnior *et al.* (2010) também verificaram as maiores produtividades da soja com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de K₂O. Adicionalmente, Foloni e Roselem (2007) e Lana *et al.* (2002) encontraram as maiores produtividades de soja na dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O.

Esses resultados podem ser explicados pelo incremento de 62% no número de vagens por planta e pelo fato de que o potássio regula a translocação de nutrientes na planta, aumenta o transporte e o armazenamento de carboidratos, incrementa a absorção do nitrogênio e a síntese de proteínas, além de que participa da síntese de amidos nas folhas, o que explica a resposta linear em produtividade (MARSCHNER, 1995), (TAIZ; ZEIGER, 2004). Outra resposta para esse resultado é que o principal mecanismo de movimentação do potássio no solo é a difusão, sendo assim, quanto maior a concentração de potássio no solo, maior será a taxa de difusão, ou seja, mais potássio será absorvido pela planta (BARBER, 1995). A difusão do potássio ainda é incrementada em solos de textura argilosa (Tabela 1), pois possuem maior capacidade

de retenção de água, o que facilita o processo de difusão (MEURER; TIECHER; MATTIELLO, 2018).

Figura 5. Produtividade de soja submetida a doses e tempos de aplicação de adubação potássica em solos de Cerrado, Presidente Olegário, Minas Gerais, UNIPAM (2019)



Fonte: Dados desta pesquisa.

Dessa forma, ficam evidentes os resultados adversos em relação a épocas e doses de K a serem aplicadas em solos da região do Cerrado. Os resultados controversos encontrados por diversos autores reforçam ainda mais a extrema necessidade de se definir a adubação potássica correta em relação às condições edafoclimáticas específicas de cada região, não podendo ultrapassar as recomendações de fertilizantes de outras regiões. (PETTER *et. al.*, 2012)

Conclusão

A aplicação da dose de 120 kg ha⁻¹, na forma de cloreto de potássio, aumenta a produtividade da cultura da soja.

A antecipação da adubação potássica até 30 dias antes da semeadura é viável.

Doses de K₂O influenciam diretamente no incremento de diâmetro, altura, número de vagens e massa seca de plantas de soja.

Referências

BARBER S. A. **Soil nutriente bioavailability: a mechanistic approach**. 2. ed. New York: John Wiley e Sons, 1995. 414 p.

BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, H. A. **Absorção de nutrientes pela soja em latossolo roxo sob vegetação de Cerrado**. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 36. 1977.

BORKERT, C.M *et al.* O potássio na cultura da soja. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L., eds. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, 2005. p. 671-713.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Estimativa de área cultivada com soja na safra 2016/2017**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 25 fev. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento Soja, Safra 2018/2019**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 25 jun. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologia de Produção de Soja** – Região Central do Brasil - 2003. Londrina, 2002. 199p. (Sistemas de Produção - Embrapa Soja, 1).

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1549-1561, 2008.

FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. **Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema de plantio direto**. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu-SP, 2007.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C. *et al.* Produtividade e componentes de produção da soja adubada Com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 660-666, 2010.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

LANA, R. M. Q. *et al.* Resposta da soja a doses e modos de aplicação de potássio em solo de Cerrado. **Biosci Journal**, v. 18, n. 2, p. 17-23, dez. 2002.

LOPES, A.S. Reserva de minerais potássicos e produção de fertilizantes potássicos no Brasil. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. eds. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, 2005. p.21-32.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic Press, 1995.

MARTINS, I. S. *et al.* Produtividade de soja sob aplicação de cloreto de potássio em pré-plantio e pós-plantio. **Nucleos**, v. 10, n. 2, out. 2013.

MATOS, M. A.; SALVI, J. V.; MILAN, M. Pontualidade na operação de semeadura e a antecipação da adubação e suas influências na receita líquida da cultura da soja.

Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 493-501, 2006.

MEURER, E. J.; TIECHER, T.; MATTIELLO, L. Potássio. *In*: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2. ed. Viçosa, MG: SBCS, 2018. p. 440-464.

MEURER, E. J. Potássio. *In*: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade brasileira de ciência do solo, 2007. cap. 11, p. 281-295.

NOVAIS, R.F. Sugestões de adubação para a cultura da soja. *In*: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 359p.

OLIVEIRA, F. A. *et al.* Doses e métodos de aplicação de potássio na soja em solo dos Cerrados da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol. 27, n. 11, p. 1485-1495, nov. 1992.

PETTER, F. A. *et al.* Desempenho agrônômico da soja a doses e épocas de aplicação de potássio no cerrado piauiense. **Revista Ciências Agrárias**, v. 55, n. 3, p. 190-196, Jul./Set. 2012.

RAIJ, B. V. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas, Fundação IAC, 1997. 285p.

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.

SEGATELLI, C.R. **Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação fosfatada e potássica na cultura de Eleusine coracana (L.) Gaertn.** 2004. 58 f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

SFREDO, G.J.; OLIVEIRA, M.C.N. **Soja: molibdênio e cobalto**. Embrapa Soja, 2010. 32p. (Documentos, 322).

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720 p.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BORKERT, C. M. Nutrição mineral da soja. *In*: **Cultura da Soja nos Cerrados**. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 105-135.

VENTUROSO, L. R. *et al.* Avaliação de duas cultivares de soja sob diferentes doses de potássio, no município de Rolim de Moura, RO. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 4, p. 17-29, 2009.

ZITO, R. K. *et al.* Soja. In: JÚNIOR PAULA, T. J. de; VENZON, M. **101 culturas**: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 699-720.

Turning rain into internal precipitation and stem flow: observations of palm trees in an urban environment

Transformando chuva em precipitação interna e escoamento pelo caule:
observações de palmeiras situadas em um ambiente urbano

*Luiz Felipe Salemi*¹

¹ Professor Adjunto II da Universidade de Brasília, Faculdade de Planaltina, Área de Ciências da Vida e da Terra.
E-mail: lfsalemi@unb.br

Abstract: Numerous articles have quantified rainfall, internal precipitation and stem flow. However, few have documented how, in fact, rain turns into internal precipitation and stem flow. Given this gap, this note used palm trees (*Roystonea regia*) to illustrate how such a phenomenon occurs. When photographing rain events below the canopy, it is shown that effective precipitation reaches the ground mainly through water flowing from leaflets to the rachis and petiole. As water flows through the rachis and petiole, one portion becomes internal precipitation and another portion follows a path accumulating in the sheath and, after such compartment is full, it is drained toward the soil surface. Another variation of stem flow generation occurs when sheaths overlap.

Keywords: Water. Vegetation. Canopy. Interception. Wet Canopy Evaporation.

Resumo: Inúmeros artigos quantificaram chuva, precipitação interna e escoamento pelo caule. No entanto, poucos documentaram como, de fato, a chuva se transforma em precipitação interna e escoamento pelo caule. Diante tal lacuna, a presente nota usou palmeiras (*Roystonea regia*) para exemplificar como tal fenômeno ocorre. Ao fotografar eventos de chuva abaixo do dossel, mostra-se que a precipitação efetiva atinge o solo principalmente através da água que flui dos folíolos para a ráquis e o pecíolo. Conforme a água flui através da ráquis e pecíolo, uma porção se torna precipitação interna e outra porção segue um caminho se acumulando na bainha e, após tal compartimento se apresentar cheio, drena em direção à superfície do solo. Outra variação da geração de escoamento pelo caule ocorre quando há sobreposição de bainhas.

Palavras-chave: Água. Vegetação. Dossel. Interceptação. Evaporação do Dossel Molhado.

Introduction

Throughfall and stemflow are important hydrological processes in ecosystems. The former can be defined as the portion of rainfall which reaches the ecosystem floor as crown drip whereas the latter may be defined as the portion of rainfall which reaches the ecosystem floor through the stem of trees and shrubs.

Knowledge about throughfall and stemflow is essential in order to understand the actual water inputs into the soil in areas covered with different types of vegetation. Studies that quantified stemflow and throughfall in different types of vegetation such as crops (BÄSE et al., 2012; FERNANDES et al., 2017), planted forests (BUTTLE et al., 2014; BENYON; DOODY, 2015) and natural forests (GERMER; WERTHER; ELSENBEER, 2010) abound in the literature. However, basic, simple and direct observations of the actual paths that rain water takes on a leaf or a stem of trees, though very interesting, are still lacking. Thus, the present paper aimed to answer the following question: how rainfall is transformed into throughfall and stemflow?

In this paper, we used photographs taken during rain events to document the transformation of rainfall into stemflow and throughfall in palms located in an urban area. Though very simple, such approach can provide interesting records of the paths that water takes as running towards the soil. This, in turn, may provide interesting insights to improve our understanding of the actual paths through which rainwater converts into stemflow and throughfall.

Material and Methods

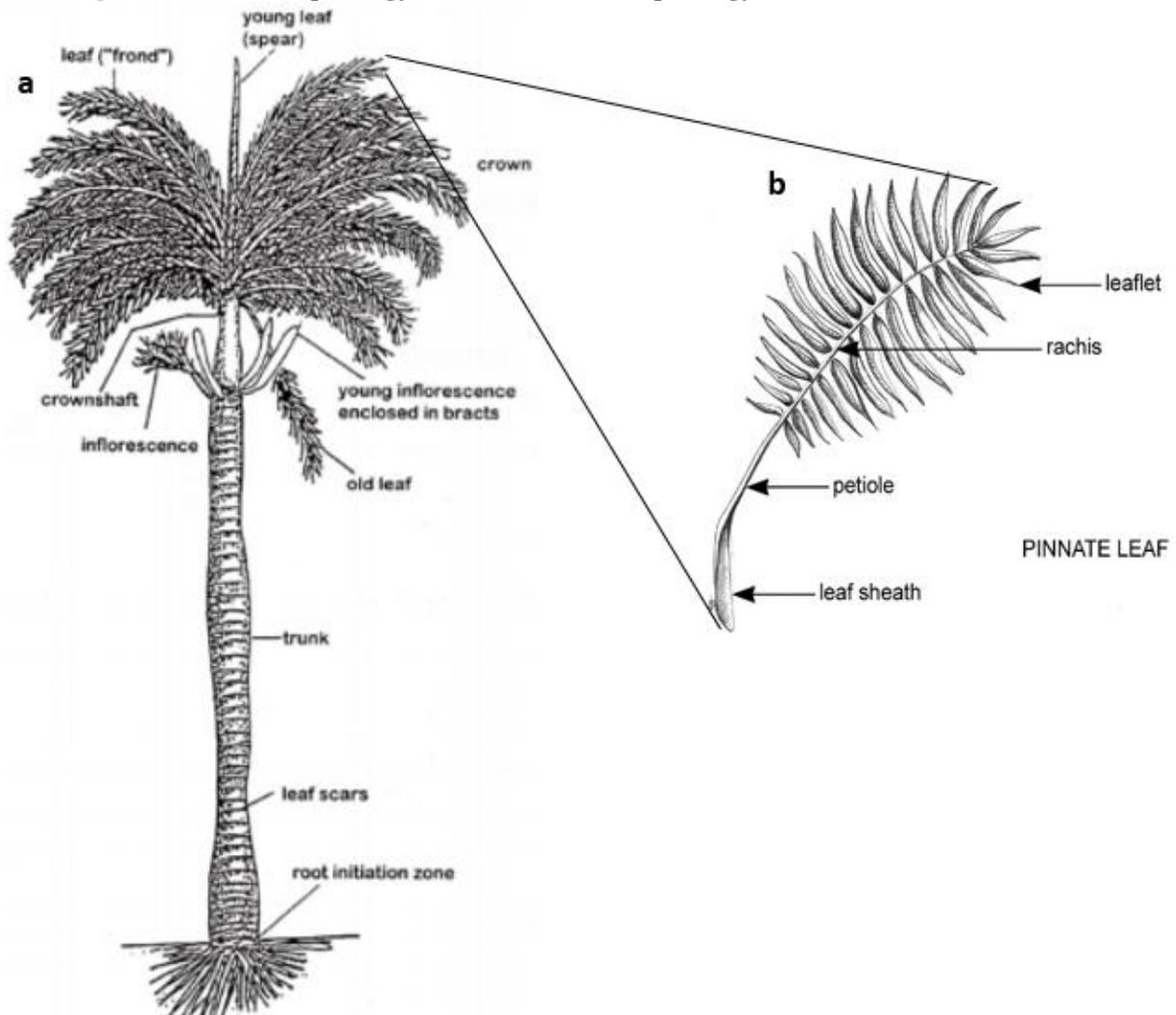
Study area

The study was carried out in a periurban area in Brasília, Distrito Federal, Brazil (15°40'21.99"S and 47°51'10.86"O). Ornamental palm trees (*Roystonea regia*, Arecacea) are present in such area. Tree height was about 10-15 meters and diameter at breast height was about $51 \pm 3,8$ cm (mean \pm standard deviation).

Palm trees morphology in brief

Palms differ substantially in their overall form and structure (morphology) (LORENZI et al., 2010). In the case of *Roystonea regia*, leaves are generally pinnate (feather-like leaves) (Figure 1 and stems present leaf scar rings (Figure 1A and 1B).

Figure 1. Palm morphology (A). Palm leaf morphology (B) (credits for (A) A.W.



Meerow – University of Florida and for (B) to <http://idtools.org/id/palms>).

Photographs of water flowing through the leaves and stems have been recorded during five rainfall events using Samsung 8 GB A5 Camera. Rainfall events were not measured using rain gauges. Thus, unfortunately there is no information on rainfall amount and intensity for such events.

Results and Discussion

To the best of our knowledge, there is no clear visual description of rainfall pathways once reaching a tree crown. Though conceptually well described in papers and many textbooks, most studies focused solely in describing throughfall and stemflow amounts (see GERMER; WERTHER; ELSENBEEER, 2010; BÄSE et al., 2012; BUTTLE et al., 2014; BENYON; DOODY, 2015; FERNANDES et al., 2017). So, to the best of our knowledge, this is a first paper clearly dedicated to the photographed description of such canopy pathways.

Throughfall

Throughfall reached the floor mainly running on the surface of leaflets towards the rachis and petiole. Leaflet parallel venation may generate small surface depressions which contributed to direct water to the rachis. As water flows through the rachis and petiole, the excess water overflowing the small depression falls as throughfall (Figure 2A). The water in a straight line on the floor clearly indicated concentration of throughfall falling along the rachis/petiole (Figure 2B).

Figure 2. Water falling through rachis and petiole leaves straight lines in the soil surface (A). The same pattern is shown highlighted in blue lines (B).



Stemflow

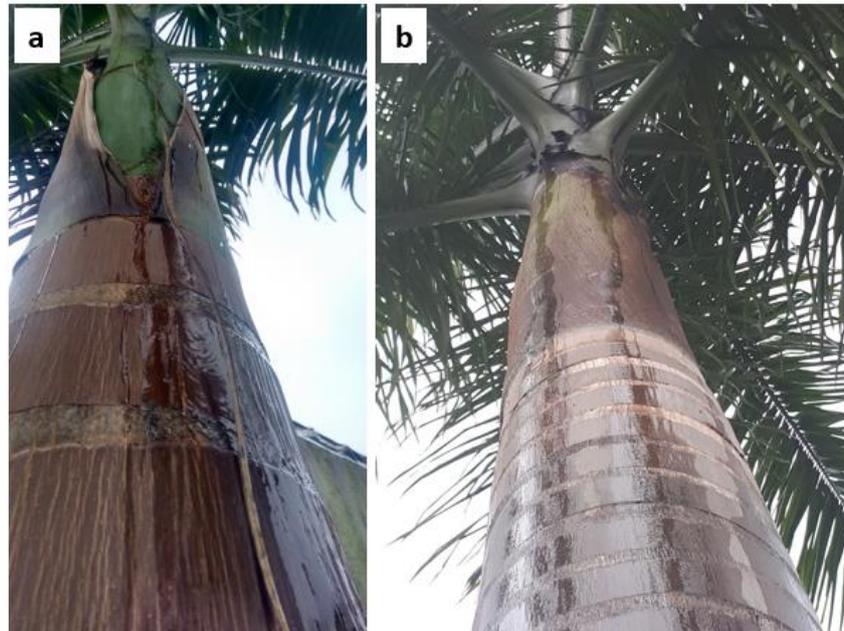
As water flows through the rachis/petiole, one part falls as throughfall (as previously described) and the other not overflowing part follows a downward path through the rachis/petiole towards the leaf sheath where it accumulates. When such compartment between leaf sheath and stem is completely filled, water finally flows into the stem (Figure 3A).

Other variation of stemflow generation might be through the crownshaft where stemflow may arise from the individual leaf sheaths superimposing each other (Figure 3B).

Once flowing through the stem, stemflow tends to spread towards the stem basis (Figure 2A and 2B). That is, the area used to flow downward is increased (Figure 2A and 2B). In this pathway, water retention may occur in stems possibly increasing interception.

Field observations during rainfall events also showed that, in isolated trees such as the ones shown here, direct horizontal rainfall may also become stemflow through falling directly into the stem (that is, not being channelized through the canopy). While such process might not be important in the interior of closed canopy forest ecosystems, it may be important in closed forest edges and open forests as well as savannas.

Figure 3. Stemflow originating from the terminal end of leaf sheath (A). Two main flows from the crownshaft where leaves sheath superimpose (B).



Finals remarks

This paper was the first photographed documentation of rainfall transforming into stemflow and throughfall. Moreover, it is an attempt to join inherently related subjects often considered very distant in science: hydrology and plant morphology. Rain water is transformed into throughfall mainly overflowing as travelling through the leaf rachis/petiole. Furthermore, other part follows directly towards the leaf sheath where it is transformed into stemflow. Though descriptive, the present study may offer insights that may improve our understanding of canopy hydrological processes which, in turn, also have implications for modelling at the canopy, plot, and watershed scales. Likewise, it illustrates plant hydrology to all level students. We encourage other authors to also photograph all types of hydrological pathways normally neglected in hydrological papers.

References

BÄSE, F. et al. Differences in throughfall and net precipitation between soybean and transitional tropical forest in the Southern Amazon, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 159, p. 19-28, 2012.

BENYON, R.G.; DOODY, T.M. Comparison of interception, forest floor evaporation and transpiration in *Pinus radiata* and *Eucalyptus globulus* plantations. **Hydrological Processes**, v. 29, p. 1173-1187, 2015.

BUTTLE, J.M. et al. Stemflow and soil water recharge during rainfall in a red pine chronosequence on the Oak Ridges Moraine, Southern Ontario, Canada. **Journal of Hydrology**, v. 517, p. 777-790, 2014.

FERNANDES, R.P. et al. The influence of sugarcane crop development on rainfall interception losses. **Journal of Hydrology**, v. 551, p. 532-539, 2017.

GERMER, S.; WERTHER, L.; ELSENBEEER, H. Have we underestimated stemflow? Lessons from an open tropical rainforest. **Journal of Hydrology**, v. 395, n. 3, p. 169-179, 2010.

LORENZI, H. et al. **Flora Brasileira Lorenzi: Arecaceae (Palmeiras)**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2010. 296p.

Soil bioactivator in the development of corn plants

Bioativador de solo no desenvolvimento da planta de milho

*Ivan Alves Milan Filho¹, Kleso Silva Franco Júnior², Giselle Prado Brigante²,
Fabrício Vilela A. Fiorini³, Márcio de Souza Dias⁴*

¹ Agrônomo pelo Centro Superior de Ensino e Pesquisa (CESEP).

E-mail: ivanalves16@hotmail.com

² Doutores, Engenheiros Agrônomos e Professores no Centro Superior de Ensino e Pesquisa (CESEP).

E-mail: kleso.junior@yahoo.com.br; giselle.brigante@gmail.com

³ Mestre, Engenheiro Agrônomo, CESEP.

E-mail: fabriciovaf@hotmail.com

⁴ Doutor, Biólogo e Professor na Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais.

E-mail: marciodesouzadias2013@gmail.com

Abstract: Corn is a plant that requires significant concentrations of phosphorus (P) to complete its development. The objective of this work was to verify the efficiency of soil bioactivator (Penergetic K®) associated with simple super phosphate applications in the phosphorus release adsorbed to corn plants. The research was conducted in a greenhouse, in a randomized block design with three replications, arranged in a 4 x 2 factorial scheme, with four doses, with and without bioactivator addition (600g ha⁻¹), totaling eight treatments in 24 hours. Plots: 0% single superphosphate (with and without bioactivator), 25% single superphosphate (with and without bioactivator), 50% single superphosphate (with and without bioactivator) and 100% single superphosphate without bioactivator. The plots consisted of 10 dm³ pots with two plants per pot (Biomatrix 2b655 hybrid). The parameters related to the characteristics of vegetative growth (plant height), root length, root dry weight and aerial part dry weight were evaluated. The results were subjected to analysis of variance using the 5% Scott-Knott test with the aid of SISVAR® software and then plotted on graphs for analysis of the results. The application of Penergetic K® soil bioactivator did not interfere with the initial development of corn crop.

Keywords: Adsorption. Penergetic K®. Phosphorus.

Resumo: O milho é uma planta que requer concentrações significativas de fósforo (P) para completar seu desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência do bioativador do solo (Penergetic K®) associado a aplicações de superfosfato simples na liberação de fósforo adsorvido a plantas de milho. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, em delineamento de blocos casualizados, com três repetições, dispostos em esquema fatorial 4 x 2, com quatro doses, com e sem adição de bioativador (600g ha⁻¹), totalizando oito tratamentos em 24 horas. Parcelas: 0% de superfosfato simples (com e sem bioativador), 25% de superfosfato simples (com e sem bioativador), 50% de superfosfato simples (com e sem bioativador) e 100% de superfosfato simples sem bioativador. As parcelas consistiram de vasos com capacidade de 10 dm³, com duas plantas por vaso (híbrido Biomatrix 2b655). Foram avaliados os parâmetros relacionados às características de crescimento vegetativo (altura das plantas), comprimento de

raiz, peso da massa seca da raiz e massa seca da parte aérea. Os resultados foram submetidos à análise de variância, usando o teste de Scott-Knott a 5% com auxílio do software SISVAR® e posteriormente plotados em gráfico para análise dos resultados. A aplicação do bioativador do solo Pernergetic K® não interferiu no desenvolvimento inicial da cultura do milho.

Palavras-chave: Adsorção. Pernergetic K®. Fósforo.

Introduction

The corn crop (*Zea mays* L.) is one of the most important in the world, cultivated areas, value of production and the main source of carbohydrates. In Brazil, corn has been grown in the most varied climatic and soil conditions, whose annual production is estimated at billions of tons, which requires a constant search for new technologies that provide greater stability, profitability, cost reduction and consequently greater profitability.

Crop productivity depends, among other factors, on the adequate supply of nutrients, and the supply of phosphorus (P) via fertilization is an essential practice in Brazilian soils (STAUFFER; SULEWSKI, 2003). Although phosphorus requirements are much lower than those in nitrogen and potassium, the normally recommended doses are high, due to the low efficiency (20 to 30%) of this nutrient used by the crop due to the phosphorus adsorption high capacity added to the soil, reducing its availability to the plants, since the occurrence of the adsorption sites of P in the soil by the organic matter, where the carboxylic and phenolic functional groups of the organic acids bind to the hydroxyls of the iron oxides and aluminum and complex the aluminum in solution (BASTOS et al., 2010).

The organic matter can also originate organic binders released during the mineralization process, which can form complexes with aluminum or soluble complexes with the P of the soil solution, avoiding that it is adsorbed. (CORRÊA et al., 2008). Phosphorus is crucial in plant metabolism, playing an important role in cell energy transfer, respiration and photosynthesis. The adequate supply of P is thus extremely important in the early stages of plant growth (GRANT et al., 2001). This element is an integral part of several chemical molecules, such as phosphate sugars, nucleotides, coenzymes, phospholipids, phytic acid, as well as being a structural part of adenosine diphosphate (ADP) and adenosine triphosphate (ATP). It is also related to root growth, fruit maturation, grain formation, fruit and fiber, and plant vigor. (VITTI; WIT; FERNANDES, 2004).

To supply the demand for P in the corn crop, after several studies, the technology of soil bioactivators (Pernergetic K®) was developed, based both on the methods and practices of the classical natural sciences and on phenomena that were object of extensive experimentation and observation, but whose mechanisms cannot yet be exhaustively described in terms of traditional theoretical models. Pernergetic K®, developed in Europe, aims to improve and accelerate the process of decomposition and mineralization of straw, establishing a better balance of soil microorganisms, promoting a better rooting and microbial symbiosis, increasing the surface area of soil radicular, mineralize and solubilize phosphorus (P) immobilized in the soil, leading to

the economic and sustainable use of fertilizers (FERNANDES; SANTINATO; SILVA, 2014). In addition, Penegetic K[®] has an action on soil bacteria, increasing its activity, resulting in an improvement and acceleration of the organic matter decomposition process, which establishes a better balance of soil microorganisms, mineralizing and solubilizing immobilized phosphorus in the soil, these are some of the benefits of the product (FERNANDES; SANTINATO; SILVA, 2014). Its composition presents SiO₂ (560g kg⁻¹) and other nutrients such as Al₂O₃ (160 g kg⁻¹), Fe₂O₃ (40 g kg⁻¹), MgO (40 g kg⁻¹), K₂O (20 g kg⁻¹) and Na₂O (4 g kg⁻¹). The corn crop is 250 to 300 g ha⁻¹(COBUCCI; NASCENTE; LIMA, 2015).

Several studies have demonstrated the benefits of Si in several crops, such as: low transpiration coefficient with better water use, higher chlorophyll content, greater tissue structural rigidity with more upright increased mechanical resistance of the leaves, larger photosynthetic area and greater absorption of CO₂. In the present study, it is suggested that soil bio-activators preserve and stimulate the ability of plants to tolerate adversities, since they increase the biological, physiological and energetic balance of the cultivated plants. The objective of this study was to verify the efficiency of soil bioactivator (Penegetic K[®]) for single super phosphate applications in the release of phosphorus adsorbed to corn plants.

Material and Methods

The research was carried out in September 2016 in the municipality of Carvalhópolis - MG, located at approximately 860 m above sea level, average rainfall of 1500 mm per year. The climate was classified as Cwa, according to the international classification of Köppen (CUNHA; MARTINS, 2009). The predominant vegetation type in the region is forest type and the topography of the place is flat.

The corn cycle (Biomatrix 2b655), of precocious cycle, with medium size, presenting protandria, was used. Its characteristics are semi-red grains of orange-red color, requiring 840 degrees days to bloom.

Penegetic K[®], in a single dose of 600 g ha⁻¹, was applied as a soil bioactivator and the phosphorus source used was the single super phosphate containing 18% P₂O₅. The experiment was carried out in a randomized block design with three replicates, arranged in a 4 x 2 factorial scheme, with four doses, with and without the addition of a bioactivator, totaling eight treatments in 24 plots: 0 % of single super phosphate, 50 % of single super phosphate and 100 % of single super phosphate, with and without bioactivator, with the standardization of single super phosphate 250 kg ha⁻¹. In this study, the soil was classified as an Oxisol (dysphric red oxisol), presenting characteristics of high or low clay activity, being generally moderately acidic soils (EMBRAPA, 2006).

The soil used in the study was classified as Oxisol, with a clay texture, with the following chemical properties analyzed in the upper layer 0-20 cm (SILVA, 1999): pH (H₂O) = 5,5; P-Mehlich = 8,2 mg dm⁻³; K⁺ = 275 (mg dm⁻³); Mg²⁺ = 1,0 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 3,4 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0 cmol_c dm⁻³; H + Al = 4,7 cmol / dm⁻³; sum of bases = 5,1 cmol_c / dm⁻³ base saturation (V%) = 52; organic matter (OM) = 3,2 dag kg⁻¹; t = 5,1 cmol_c / dm⁻³; T = 9,8 cmol_c / dm⁻³.

Liming was performed aiming to raise the saturation value by 70 %, with the need for liming calculated by the method of base saturation in which dolomitic limestone was used with 45 % Ca, 9 % Mg and 95 % PRNT (ALVAREZ; RIBEIRO, 1999). All treatments received the same basic fertilization for macros and micronutrients (except phosphorus element), which doses were varied and tested for potted cultures (ALVES et al., 1999).

Six seeds were sown per pot of the Biomatrix 2b655 hybrid and, when emerged, thinning was performed where only two plants per pot were maintained, the most vigorous. Cover fertilization was carried out 19 and 35 days after emergence of the seedlings, using 155 kg ha⁻¹ of urea when the plants were 3 to 6 leaves, respectively, according to recommendation Francelli (2001).

In irrigation control, soil moisture characteristic curve data, determined by tensiometers installed at a depth of 0,15 m distance from the stem, were used. The water content in the soil / pot system was monitored and always maintained above 60 % of the soil field capacity.

On reaching the flowering stage, the parameters of vegetative growth characteristics were evaluated, such as: plant height, root length, dry root weight, and dry weight of shoot. It was used for drying the forced air greenhouse at 60 °C for 7 days to determine the root dry mass and area.

The results were submitted to analysis of variance, using the Scott-Knott test, with the aid of statistical software SISVAR (FERREIRA, 2014).

Results and Discussion

The present research evidences that the treatment with 100 % of P₂O₅ in corn crop was what promoted a better development when compared to the treatment where P₂O₅ was associated with bioactivator, that presented same result of the treatment where it was used only with P₂O₅, not differing statistically. The evaluated parameters were the characteristics related to plant height, shoot green weight, dry shoot weight, root dry weight, and are shown in Table 1.

Table 1. Results of plant height, green shoot weight, shoot dry matter weight and dry weight of the root system, Machado - MG, 2016.

| TREATMENTS | Penergetic K [®] | PLANT HEIGHT (m) | GREEN WEIGHT GIVES AIR PART (g) | DRY WEIGHT FROM AIR PART (g) | DRY WEIGHT ROOT (g) |
|-------------------------------------|------------------------------|------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|
| 100 % P ₂ O ₅ | + | 1.12Aa | 194.33Aa | 47.32Aa | 19.85Aa |
| 100 % P ₂ O ₅ | - | 0.93Aa | 189.03Aa | 42.38Aa | 19.82Aa |
| 50 % P ₂ O ₅ | + | 0.91Ba | 85.50Bb | 21.03Bb | 16.78Aa |
| 50 % P ₂ O ₅ | - | 0.89Ba | 84.53Bb | 23.06Bb | 20.33Aa |
| 25 % P ₂ O ₅ | + | 0.65Cb | 28.73Cc | 13.53Cc | 12.16Bb |
| 25 % P ₂ O ₅ | - | 0.57Cb | 35.93Cc | 15.91 Cc | 12.21Bb |
| 0 % P ₂ O ₅ | + | 0.41Dc | 16.10Cd | 11.47Cc | 11. 43Bb |
| 0 % P ₂ O ₅ | - | 0.37Dc | 20.63Cc | 12.51Cc | 11.01Bb |
| CV % | | 7.42 % | 31.75 % | 14. 32 % | 9. 68 % |

Equal capital letters in the column do not differ at the 5% significance level. Lower case letters on the same line do not differ at the 5% significance level.

For the characteristic plant height, the phosphorus dose interfered, conditioning the statistical differences between the dosages, and between the association with the use of the bioactivator. There were also differences between the associations with phosphorus doses, observed in the treatments with 25 % and 0 %.

In relation to the green and dry weight of the aerial part, the bioactivator action was observed in the 100 % dosage when compared to the others, the 100 % dosage of phosphorus was also superior to the other treatments.

In relation to root dry weight the P dosage had an influence on the results, where above 50 % of the dosage values were the best, and below this dose a statistical difference was observed, which was also observed in these dosages when associated with bioactivator.

As it can be observed, the treatment that received 100% of P₂O₅ had a satisfactory result compared to the other treatments, evidencing that the application of the soil bioactivator does not interfere with the growth and development of the corn plant. It can also be observed that as the dose of P₂O₅ was reduced, the performance was also reduced in the same proportion. According to Souza (2010), the application of soil bioactivator did not provide significant differences in the height parameter of plants in wheat crop, besides not having changed the values for a thousand grain weight.

According to the results found by Pádua (2010), it can be verified that the soil bioactivator has a positive effect on the productivity of the bean crop, being justified by the silicon-based composition, which acts at the adsorption sites of phosphorus. But according to the experiment conducted by Franzote et al. (2004), the application of silicon does not interfere in the increase of productivity. Therefore, the application of soil bioactivator has not been shown to promote statistically significant differences in corn crop.

Conclusions

According to the results obtained, the application of Pernergetic K[®] soil bioactivator in the present study did not interfere in the initial development of corn crop.

Acknowledgments

The authors are grateful to CAPES and the Scientific Directorate of the Foundation for Research Support of the State of Minas Gerais (Fapemig) for the grant of a doctoral scholarship. To the Center of Higher Education and Research of Machado - MG (CESEP). The Technical Assistance and Rural Extension Company of the State of Minas Gerais (EMATER - MG).

References

ALVAREZ, V.H.V.; RIBEIRO, A.C. Calagem. *In*: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.;

ALVAREZ, V.H.V. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais**: 5º Aproximação. Viçosa, 1999, p. 43- 60.

ALVES, V.M.C. et al. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais**: 5º Aproximação. Viçosa, 1999, p. 314-316.

BASTOS, A.L. et al. Resposta do milho a doses de fosforo. **Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, PB. v. 14, n. 5, p. 485-491, 2010.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Raposo/publication/262595403_Respons_e_of_corn_to_doses_of_phosphorus/links/54dde9fa0cf2814662ebd9c5.pdf. Acesso em: 10 jun. 2019.

COBUCCI, T.; NASCENTE, A.S.; LIMA, D.P. Adubação fosfatada e aplicação de Pengergetic na produtividade do feijoeiro comum. **Revista Agrarian**, v. 8, n. 30, p. 358-368, 2015.

CORRÊA, R.M. et al. Disponibilidade e níveis críticos de fósforo em milho e solos fertilizados com fontes fosfatadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, p. 218-224, 2008.

CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Revista Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, R.; SILVA, R. O. **Estudo da viabilidade de disponibilização de potássio e fósforo em solos de cerrado com a utilização do Pengergetic K® em 3 safras**. 2014. Disponível em:

[http://fundacaoprocafe.com.br/sites/default/files/1-%20pengergetic k® 2014.pdf](http://fundacaoprocafe.com.br/sites/default/files/1-%20pengergetic%20k%202014.pdf). Acesso em: 20 jun. 2019.

FERREIRA, D.F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2. p. 109-112, 2014.

FANCELLI, A.L. Nutrição e adubação do milho. In: ALOISI, R.R. (Coord.). **Curso de atualização em manejo racional do solo e nutrição de plantas**. Módulo III. 11ª aula. 18p. 2001.

FRANZOTE, B.P. et al. **Aplicação foliar de silício em feijoeiro comum**. Lavras: ESAL, 2004, p 957-960.

GRANT, C.A. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações agrônomicas**, Piracicaba, n. 95, 2001. Disponível em:

[http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/B70BBB24C44D200283257AA30063CAA6/\\$FILE/Jornal%2095.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/B70BBB24C44D200283257AA30063CAA6/$FILE/Jornal%2095.pdf). Acesso em: 20 jun. 2019.

PÁDUA, G. S. **Avaliação da eficiência agronômica da utilização de Penergetic K® na cultura do feijão**. Alfenas, MG, 2010, p. 23, 2010.

SOUZA, J.A. **Projeto de validação de tecnologia**. EPAMIG, Uberaba, MG. 2010.

STAUFFER, M.D.; SULEWSKI, G. Fósforo: nutriente essencial para a vida. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 1, n. 102, p. 1-2, 2003.

VITTI, G.C.; WIT, A.; FERNANDES, B.E.P. Eficiência agronômica dos termofosfatos e fosfatos reativos naturais. *In*: **Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 690-694.

Desenvolvimento inicial de cafeeiro em função de diferentes fontes de fósforo em condições de campo

Initial development of coffee tree as a function of different phosphorus sources under field conditions

Frederico Augusto Silva Silvério¹; Itamar Prada Neto²; Ellen Júnia Canedo³; Leticia Mendes Pinheiro⁴

¹ Graduado em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM
E-mail: frederico_agro@hotmail.com

² Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia
E-mail: ithamar.prada.neto@gmail.com

³ Aluna de Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba

E-mail: ellencanedo@hotmail.com

⁴ Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba
E-mail: leticiamp93@gmail.com

Resumo: O fósforo (P) é um nutriente de elevada importância para o cafeeiro e sua deficiência pode limitar a produção da cultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes de fósforo no desenvolvimento inicial do cafeeiro em condições de campo. Fosfato natural de Araxá, fosfato natural reativo, superfosfato simples, superfosfato triplo, multifosfato magnésiano e termofosfato magnésiano foram aplicados em cova de plantio de café cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 no município de Ibiá/MG. A quantidade de P₂O₅ foi de 64 g por cova e plantas cultivadas sem fósforo no plantio foram usadas como controle. O delineamento adotado foi delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas foram avaliados aos 12 meses após a instalação do experimento. Em nenhum dos tratamentos observou aumento na altura de plantas em relação ao controle com aplicação da fonte de fósforo. Superfosfato triplo, multifosfato e fosfato Araxá aumentaram o diâmetro de caule e o número de folhas de café. A aplicação de superfosfato triplo, multifosfato, termofosfato e fosfato Araxá na cova de plantio do café aumenta o diâmetro do caule e o número de folhas, sem afetar a altura da planta.

Palavras-chave: fertilizantes fosfatados. Catuaí Vermelho IAC 99. Fertilidade do solo.

Abstract: Phosphorus (P) is a nutrient of great importance for coffee tree and its deficiency may impair crop production. The objective of this work was to evaluate the effect of different sources of phosphorus on the initial development of coffee under field conditions. Araxá natural phosphate, reactive natural phosphate, super simple phosphate, super triple phosphate, magnesium multi-phosphate, and thermophosphate were applied in the planting hole of coffee cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 in the municipality of Ibiá/MG. The amount of P₂O₅ was 64 g per pit and no phosphorus plants were used as a control. The adopted design was a randomized block design with four replications. Plant height, stem diameter and leaf number

were evaluated at 12 months after the installation of the experiment. None of the treatments observed increase in plant height in relation to the control with phosphorus source application. Super triple phosphate, magnesium multi-phosphate, and Araxá natural phosphate increased the stem diameter and the number of coffee leaves. The application of triple superphosphate, multiphosphate, thermophosphate and phosphate Araxá in the coffee planting pit increases the stem diameter and number of leaves, without affecting plant height.

Keywords: Phosphatized fertilizers. Catuaí Vermelho IAC 99. Soil fertility.

Introdução

O cafeeiro, gênero *Coffea*, é uma planta da família Rubiaceae, com mais de 90 espécies descritas mundialmente. Porém, de interesse comercial, destacam-se duas espécies, *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (SOUZA *et al.*, 2004). É uma planta originária do continente africano, atual região da Etiópia e antiga Abnísia. O café foi introduzido no Brasil pelo sargento-mor Francisco de Mello Palheta, em 1727; a planta veio da Guiana Francesa e entrou no território brasileiro pela antiga Capitania do Grão Pará, atual região norte do país. Mais tarde o café alcançou as regiões centro-sul do país, atingindo os estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina (MARTINS, 2008).

Coffea arabica é a espécie mais importante de café, correspondendo a cerca de 70% da produção e comercialização mundial. Quando conduzido corretamente apresenta uma bebida de superior qualidade, consumida pura ou misturada com outras espécies (SOUZA *et al.*, 2004). O cafeeiro arábica é uma planta autógama, se reproduzindo, portanto, majoritariamente por autofecundação. Seus frutos, quando maduros, podem ser vermelhos ou amarelos, sendo constituído de casca ou exocarpo, mesocarpo, contendo a polpa e mucilagem e o grão, recoberto pelo pergaminho (DEDECCA, 1957). O endosperma possui altas quantidades de polissacarídeos, lipídeos e proteínas, substâncias estas que estão intimamente relacionadas com o sabor e aroma da bebida (SOUZA *et al.*, 2004).

O fósforo é um dos principais nutrientes para o cafeeiro e está associado a diversas atividades metabólicas na planta; além de ser elemento constituinte de diversas moléculas. O fósforo é altamente adsorvido pelos coloides do solo, o que faz com que apenas 5% a 20% desse nutriente aplicado no solo seja efetivamente absorvido pelo cafeeiro (ALCARDE; PROCHNOW, 2003), fator que faz com que as doses aplicadas sejam maiores do que a demanda da cultura (FURTINI NETO *et al.*, 2001). As fontes de fósforo variam quanto à granulometria, à composição química e à solubilidade e sua eficiência pode ser variável em função dessas características (DIAS, 2012). O fósforo é essencial para o cafeeiro jovem, uma vez que seu sistema radicular ainda é pequeno (MELO *et al.*, 2005). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes doses de fósforo no desenvolvimento inicial do cafeeiro em solo de cerrado.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na fazenda Bom Retiro, situada no município de Ibiá, Minas Gerais. A altitude é de 1045 m. A declividade do terreno era de 5 a 8%, o solo é classificado como LVdf (Latosolo Vermelho distroférico), e a cultivar utilizada no experimento foi a Catuaí Vermelho, linhagem MG 99, com espaçamento adotado de 3,80 x 0,80 m.

O experimento constituiu-se de seis fontes de fósforo (superfosfato simples, fosfato natural reativo, superfosfato triplo, fosfato natural de Araxá, multifosfato magnésiano e termofosfato) e o controle (Tabela 1), com quatro repetições. Considerando que as fontes de fósforo possuem diferentes concentrações de P₂O₅, aplicaram-se doses variadas para padronizar 64 g de P₂O₅ por cova em cada tratamento (Tabela 1).

Tabela 1. Fontes, doses e concentrações de P₂O₅ de cada tratamento aplicado no cafeeiro

| Fonte de fósforo | Dose por cova (g) | Concentração de P ₂ O ₅ (%) |
|--------------------------|-------------------|---|
| Superfosfato simples | 355 | 18 |
| Fosfato natural reativo | 220 | 29 |
| Superfosfato triplo | 146 | 44 |
| Fosfato natural de Araxá | 267 | 24 |
| Multifosfato magnésiano | 267 | 24 |
| Termofosfato | 355 | 18 |
| Controle | - | - |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

Foi realizada a análise de solo na área experimental (Tabela 2) e estimada a quantidade de corretivos e fertilizantes a serem aplicados de acordo com a 5ª Aproximação (GUIMARÃES *et al.*, 1999).

Tabela 2. Análise do solo da área experimental

| Prof. | M.O. | pH (água) | P | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H+Al | SB | t | T | V | m |
|-------|--------|--------------|--------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------------|------|------|------|------|----|---|
| cm | dag/kg | - | mg/dm ³ | | | cmolc/dm ³ | | | | | | % | |
| 0-20 | 3,9 | 5,25 | 2,86 | 10,11 | 2,5 | 0,9 | 0,1 | 5,4 | 3,43 | 3,53 | 8,87 | 39 | 3 |
| 20-40 | 3,1 | 4,9 | 0,55 | 4,49 | 1 | 1 | 0,1 | 4,8 | 2,01 | 2,11 | 6,8 | 30 | 5 |

SB: Soma de bases / t: CTC efetiva / T: CTC a pH 7,0 / V: Saturação de bases / m: Saturação por Alumínio; P, K: [Mehlich - 1, HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ 0,0125 mol/L]; Ca, Mg, Al: [KCl 1mol/L]; H+Al: [Solução tampão - SMP a pH 7,5]; M.O.: Método titulométrico.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

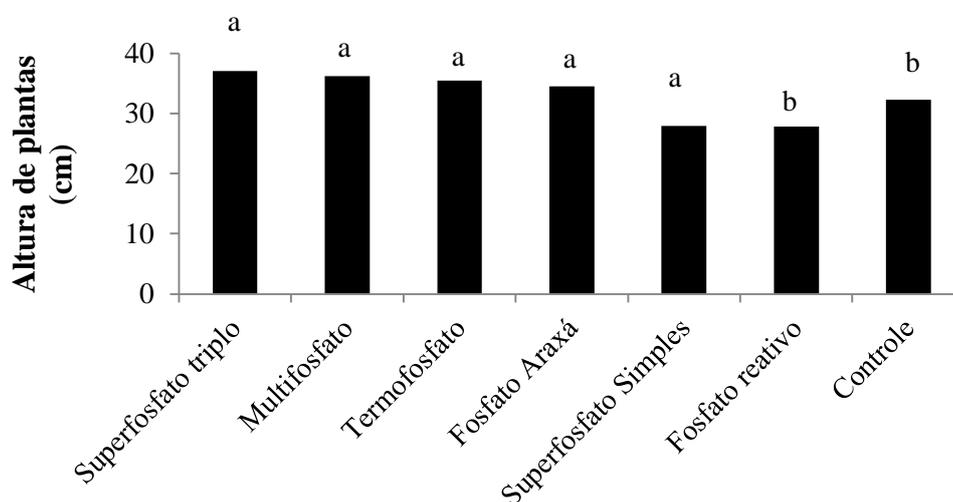
A aplicação de fungicidas, inseticidas e herbicidas foi realizada de acordo com a necessidade da lavoura, a partir da análise de dados obtidos pelo monitoramento da cultura e posterior tomada de decisões. Foram seguidos padrões de lavouras comerciais para a tomada dessas decisões e aplicação desses produtos.

As plantas foram analisadas aos 12 meses após a instalação do experimento. As características avaliadas foram altura da planta (a partir do colo da planta até o meristema apical), diâmetro do caule (2 cm acima do colo) e número de folhas. A altura das plantas foi mensurada com trena e o diâmetro do caule foi medido com paquímetro. Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância e comparação entre médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, com uso do software R versão 3.4.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017).

Resultados e Discussão

Em nenhum dos tratamentos observou aumento na altura de plantas em relação ao controle com aplicação da fonte de fósforo (Figura 1). Plantas adubadas com superfosfato simples e fosfato reativo cresceram menos do que o controle. A redução foi de 13,78% para o fosfato reativo e de 13,49% para o superfosfato simples (Figura 1). Diferentes concentrações de fósforo no solo podem afetar seu conteúdo na planta, o que influenciará na taxa de crescimento, na partição da biomassa entre raiz e parte aérea e na taxa de absorção de P por unidade de raiz (NOVAIS *et al.*, 2007). Vilela *et al.* (2017) verificaram que plantas de café atingiram ponto máximo em altura de 34,8 na dose de 73,6 g (92%) de P_2O_5 fornecidas via adubação no solo com superfosfato simples.

Figura 1. Altura de plantas cultivadas com diferentes fontes de fósforo



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, CV: 6,97%.

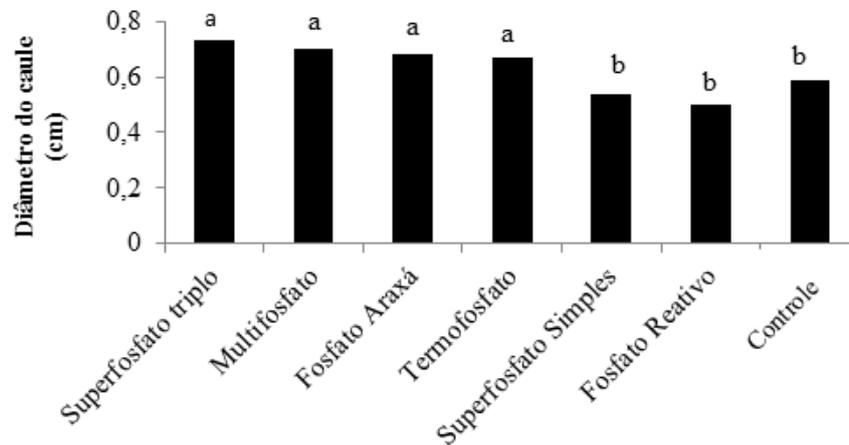
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

O diâmetro do caule de cafeeiros que receberam superfosfato triplo, multifosfato e fosfato Araxá e o termofosfato foram maiores do que o controle (Figura 2). As plantas demandam altas doses de fósforo para seu desenvolvimento, pois se

trata de um nutriente essencial em processos metabólicos e como constituinte de diferentes moléculas nas plantas. As proteínas utilizam o P para formação dos vasos xilêmicos. Conseqüentemente, com a deficiência desse nutriente, as plantas reduzem o crescimento radial do caule (BLEVINS, 1999).

O Termofosfato apresenta em sua composição 18% de P_2O_5 , 20% de Ca, 9% de Mg e 25% de SiO_2 , sendo grande parte solúvel em ácido cítrico (VITTI; TREVISAN, 2000). É uma fonte, portanto, de P, Ca, Mg e Si; e, além disso, possui ação corretiva de pH devido a sua reação alcalina e também tem efeito sobre a saturação por bases. Essa elevação de pH e da saturação por bases, porém, pode ter efeito negativo na disponibilidade de micronutrientes para a planta, podendo levar à deficiência desses e também na redução da produtividade (DIAS, 2012).

Figura 2. Diâmetro do caule de plantas cultivadas com diferentes fontes de fósforo

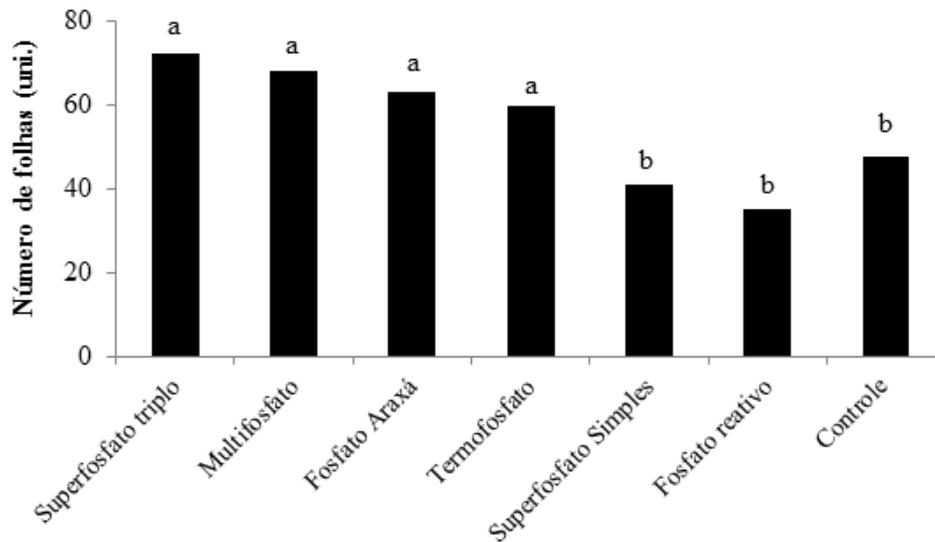


Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. CV: 10,64%.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

A aplicação de superfosfato triplo, multifosfato, fosfato Araxá e termofosfato na cova de plantio do café também aumentou o número de folhas da planta (Figura 3). Silva *et al.* (2010) demonstraram que a maior disponibilidade de fósforo no solo promoveu alta produção de matéria seca.

Figura 3. Número de folhas de plantas cultivadas com diferentes fontes de fósforo



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. CV: 16,93%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

A fonte de fósforo aplicada pode interferir na absorção e produtividade do cafeeiro, principalmente na relação de Ca/Mg, que, se for inadequada, pode reduzir o crescimento da planta, em função dos desequilíbrios nutricionais, pois esses nutrientes competem entre si por sítios de troca no solo e por locais de aquisição de raízes (SILVA, 2008).

Os solos brasileiros são, de forma geral, bastante intemperizados e possuem baixa fertilidade, apresentando naturalmente valores baixos de fósforo para a implantação de uma cultura como a do cafeeiro. Devido a esse elevado grau de intemperização, esses solos apresentam altas concentrações de óxidos e hidróxidos de Fe^{2+} e Al^{3+} , o que faz com que o fósforo, quando aplicado, fique retido nos coloides do solo, tornando-se importante dreno desse nutriente (DIAS, 2012). O fósforo adsorvido fica indisponível para absorção pelas plantas, pois sai da solução do solo (NOVAIS *et al.*, 2007). Esse processo faz com que as doses do nutriente aplicadas sejam muito acima da demanda da cultura, já que grande parte fica retida do solo e indisponível para absorção vegetal (FURTINI NETO *et al.*, 2001). Doses crescentes de fósforo levam a uma resposta positiva na produtividade do cafeeiro, provavelmente associada com maior disponibilidade do nutriente para a planta (DIAS, 2012).

Um experimento conduzido em Martins Soares/MG mostrou que as aplicações de MAP e fosfato natural reativo apresentaram resultados de produtividade (sacas/ha) superiores a superfosfato triplo, quando a aplicação foi feita imediatamente antes do plantio (ROSA *et al.*, 2013). Candido (2013) avaliou diferentes fontes de fósforo no desenvolvimento inicial do cafeeiro em casa de vegetação. No primeiro experimento, a aplicação de fertilizante organomineral granulado apresentou melhores resultados aos 150 dias de cultivo. No segundo experimento, aos 150 dias de cultivo, a aplicação de superfosfato simples até a dose de 152,76% do recomendado apresentou aumento da qualidade do cafeeiro.

Conclusão

A aplicação de superfosfato triplo, multifosfato, termofosfato e fosfato Araxá na cova de plantio do café aumenta o diâmetro do caule e o número de folhas, sem afetar a altura da planta. Com base no desenvolvimento inicial das plantas, essas fontes de fósforo são mais indicadas para aplicação na implantação da lavoura de café. Estudos futuros devem ser conduzidos para avaliar se essas fontes de fósforo influenciam a produtividade da cultura.

Referências

ALCARDE, C. J.; PROCHNOW, L. I. Metodologias de extração para avaliar a eficiência de fertilizantes fosfatados. *In*: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Ed.). **Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, p. 4, (Informações Agronômicas, 102), 2003.

BLEVINS, D.G. Better Crops. **Norcross**, v.83, n. 2, p. 29, 1999. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/D1835A605AECC1F885257980007CC EAF/\\$FILE/BC-1999-2.pdf](http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/D1835A605AECC1F885257980007CC EAF/$FILE/BC-1999-2.pdf). Acesso em: 11 fev. 2019.

CANDIDO, A. O. **Desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica sob fontes de fósforo**. 2013. 66f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Espírito Santo, 2013.

DEDECCA, D.M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. *Typica* Cramer. **Bragantia**, v. 16, p. 315-355, 1957. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10903/Bragantia_v.%2016_n.%2023_p.%20315%20-%20367_1957.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 11 fev. 2019.

DIAS, K. G. L. **Fontes e doses de fósforo para o cafeeiro: produtividade, dinâmica de nutrientes no solo e nutrição mineral das plantas**. 2012. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras. Lavras/MG, 2012.

FURTINI NETO, A. E. *et al.* **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p.

GUIMARÃES, P.T.G. *et al.* (Eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 289-302.

MARTINS, A. L. **História do café**. São Paulo: Contexto, 2008.

MELO, B. *et al.* Fontes e doses de fósforo no desenvolvimento e produção do cafeeiro, em um solo originalmente sob vegetação de cerrado de Patrocínio – MG. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 315-321, 2005.

NOVAIS, R. F. *et al.* **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa/MG, 2007. 1017 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2017. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 23 fev. 2019.

ROSA, G. N. G. P. *et al.* **Efeito de diferentes fontes de fósforo e épocas de aplicação na cova de plantio sobre a produtividade inicial do cafeeiro**. Trabalho apresentado no 39º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. 2013. Disponível em <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/7049>. Acesso em: 28 fev. 2019.

SILVA, I. R. *et al.* Protective effect of divalent cations against aluminum toxicity in soybean. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 2061-2071, set./out. 2008.

SILVA, L. *et al.* Fotossíntese, relações hídricas e crescimento de cafeeiros jovens em relação à disponibilidade de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 965-972, 2010.

SOUZA, F. F.; SANTOS, J. C. F.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, M. M. **Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia**. Embrapa Rondônia, Documentos 93. Porto Velho/RO, 2004.

VILELA, D. J. M. *et al.* Crescimento inicial de cultivares de cafeeiro com diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 552-561, 2017.

VITTI, G. C.; TREVISAN, W. Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 90, p. 16, 2000.

Ocorrência de galhas em *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Matayba guianensis* Aubl. em fragmento de Cerrado

Gall occurrence in *Miconia albicans* (Sw.) Triana and *Matayba guianensis* Aubl. in Cerrado fragment

*Hugo Humberto de Araújo*¹; *Ana Paula Silva*¹; *Rafaela Ribeiro Furtado*¹;
*Renata Aparecida Martins da Mota*¹; *Lorrayne de Barros Bosquetti*²

¹ Graduados em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

² Doutora em Ecologia. Docente no curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

E-mail: lorryneb@unipam.edu.br

Resumo: As galhas consistem em alterações atípicas dos tecidos vegetais ocasionadas pelo desenvolvimento de diversos organismos galhadores, como os ácaros, nematoides e insetos principalmente. O objetivo do presente estudo foi verificar a ocorrência de galhas em *Miconia albicans* e *Matayba guianensis* em diferentes ambientes em um fragmento de Cerrado no município de Lagoa Formosa- MG. Para o estudo foram amostradas folhas de indivíduos de cada espécie em três pontos distintos da área em estudo. Foi quantificado o número de galha por folha, umidade relativa do ar e temperatura nos pontos de coleta. Os resultados demonstram que houve maior ocorrência de galhas em ambiente fechado em comparação aos ambientes abertos, além de uma possível interferência das queimadas na distribuição dessas estruturas. Esses resultados contribuem para melhor compreensão da diversidade de galhas no cerrado e dos fatores que afetam sua distribuição.

Palavras-chave: Ambiente savânico. Ecologia. Galhadores. Queimada.

Abstract: Galls consist of atypical changes in plant tissues caused by the development of various galling organisms, such as mites, nematodes and insects mainly. The aim of the present study was to verify the occurrence of galls in *Miconia albicans* and *Matayba guianensis* in different environments in a Cerrado fragment in Lagoa Formosa- MG. For the study, leaves of individuals of each species were sampled in three distinct points of the studied area. The number of gall per leaf, relative humidity and temperature at the collection points were quantified. The results show that there was a higher occurrence of galls indoors compared to open environments, as well as a possible interference of fires in the distribution of these structures. These results contribute to a better understanding of gall diversity in the cerrado and the factors that affect its distribution.

Keywords: Savanna environment. Ecology. Gall makers. Fire.

Introdução

O Cerrado sentido restrito (*stricto sensu*) é a fitofisionomia característica do bioma Cerrado, composta por um estrato herbáceo lenhoso, com vegetação de pequeno porte, sendo sua maioria com cerca de 2 m de altura. Apresenta árvores de caule tortuoso e inclinado, de casca grossa, raízes profundas e folhas grandes, características estas que, em sua maioria, estão relacionadas com as adaptações que adquirem para sobreviverem a este ambiente, principalmente devido à grande ocorrência de queimadas (SANTOS *et al.*, 2012).

De acordo com Da Silva e Bates (2002), grande parte do Cerrado não possui mais cobertura original, sendo atualmente ocupado por paisagens modificadas. A principal consequência das atividades antrópicas é a fragmentação da paisagem natural, resultando em sérios efeitos em sua fauna e flora. Além disso, decorrente da intervenção antrópica, ocorrem queimadas recorrentes neste ambiente, o que pode modificar a paisagem, composição vegetal e até mesmo a fauna local (ARAÚJO, 2000; FRIZZO *et al.*, 2011).

As galhas são definidas como formações atípicas ocasionadas por alterações celulares, teciduais ou órgãos de plantas, que, por estímulo de organismos estranhos, se desenvolvem patologicamente, por hipertrofia e hiperplasia, isto é, aumento do tamanho e número de células, respectivamente. Os organismos indutores de galhas são chamados cecidógenos, sendo estes os fungos, bactérias, ácaros, nematoides e insetos. A interação desses organismos com as plantas acontece devido à relação de sua atividade alimentar e fisiologia nutricional (ALCÂNTARA; SOUZA; BRAGA, 2016).

A quantidade de insetos que induzem galhas pode variar de acordo com cada região. No Brasil, muitas plantas se destacam pelo grande número de insetos galhadores. As espécies de *Matayba guianensis* (cambotoá) e *Miconia albicans* (canela-de-velho), especificamente, são plantas que ocorrem no Cerrado *stricto sensu* e podem apresentar diversas interações ecológicas, inclusive relacionadas aos insetos galhadores (CARNEIRO *et al.*, 2009).

O estudo das galhas tem sido cada vez mais explorado, pois a ocorrência e diversidade dessas estruturas podem ser um importante indicador da qualidade ambiental em áreas de preservação e fragmentos de vegetação nativa. O maior conhecimento sobre as galhas e insetos galhadores pode ser importante, inclusive para agricultura, pois esses organismos podem causar danos consideráveis às plantas cultivadas. Esses estudos podem contribuir ainda para uma melhor compreensão dos efeitos da ação antrópica no Cerrado que interferem diretamente nos mais diversos processos ecológicos e ecossistêmicos, incluindo as interações entre insetos e plantas (FERNANDES; MARTINS, 1985; FERNANDES; ALMADA; CARNEIRO, 2010; SANTOS; RIBEIRO, 2015).

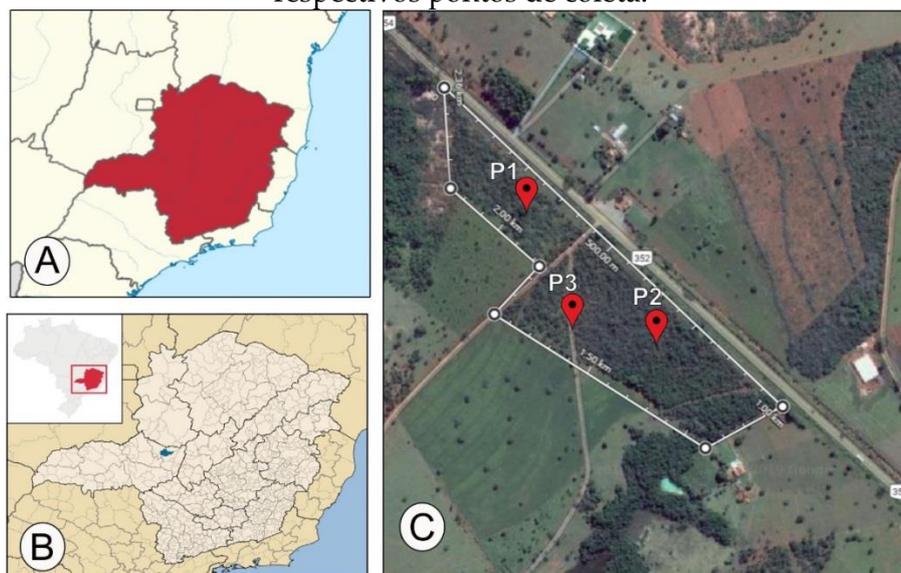
O objetivo deste estudo foi avaliar a ocorrência de galhas em duas espécies vegetais em um fragmento de cerrado sentido restrito (*stricto sensu*) no município de Lagoa Formosa – MG.

Materiais e Métodos

O estudo foi conduzido na Fazenda Mata-burros, município de Lagoa Formosa – MG, próximo a Patos de Minas, em setembro e outubro de 2018. A área de aproximadamente 178.700 m² fica localizada às margens da BR – 354, na região do Alto Paranaíba (Figura 1). Situada no domínio do bioma Cerrado, o local de estudo constitui um fragmento de cerrado onde ocorrem áreas de vegetação campestre, savânica e fragmentos de formação florestal. A área frequentemente é alvo de queimadas de origem antrópica.

No estudo foi investigada a ocorrência de galhas nas espécies *Miconia albicans* e *Matayba guianensis* em três pontos distintos na área de estudo. As amostras foram destinadas ao laboratório Herbário *Mandevilla* sp. do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) para processamento de dados e confecção de exsicatas.

Figura 1. Localização da área em estudo na BR – 354 e distribuição dos três pontos de coleta de dados em fragmento de cerrado da fazenda Mata-burros. A. localização do estado de Minas Gerais; B. município de Lagoa Formosa (em azul); C. área de estudo e respectivos pontos de coleta.



Fonte: Adaptados de Google Earth (2019).

As coletas foram realizadas em pontos (Figura 1 C) com diferentes características vegetacionais, como o proposto no estudo de Alvim e Fernandes (2001). O ponto 1 (P1) é o local em que as espécies em estudo têm maior sombreamento, onde as espécies vegetais de fragmento de formação florestal possuem maior porte. O ponto 2 (P2) caracteriza-se por ser região com espécies de porte médio e médio sombreamento, sendo este um ponto de transição entre ambiente campestre e florestal. Já o ponto 3 (P3) é caracterizado pela maior incidência solar sobre as plantas em estudo e fisionomia típica de campo, com predomínio do estrato herbáceo e arvoretas espaçadas.

A metodologia realizada foi uma adaptação daquela proposta por Santos *et al.*

(2012). Para tal, realizou-se busca ativa das espécies de interesse em cada um dos pontos de coleta. Após identificação dos indivíduos, foram coletadas amostras para herborização e posterior confecção das exsiccatas. No momento das coletas foram realizadas medições dos níveis de umidade relativa do ar e temperatura em cada um dos pontos com auxílio de termo higrômetro digital. Em cada ponto foram amostradas folhas representativas para objetivos da pesquisa em três indivíduos de cada espécie. Com auxílio do podão de mão foram coletadas três folhas completamente expandidas de ramos de cada indivíduo, a uma altura aproximada de 2 m do nível do solo. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em saco de papel para posterior análise. Foi quantificado o número de galhas por folha, bem como seu aspecto macroscópico e registro com câmera digital. Para melhor caracterização das galhas, foram realizadas observações em lupa estereoscópica.

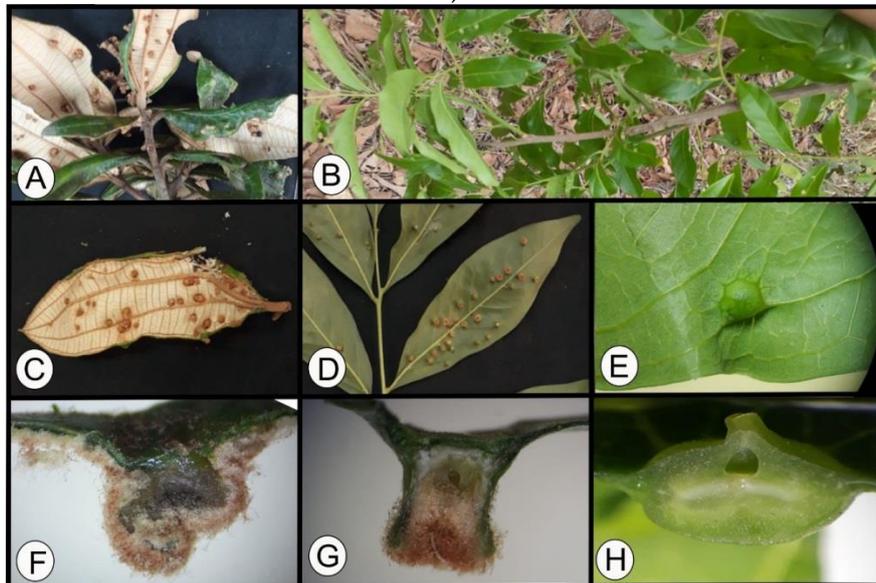
Os ramos com estruturas reprodutivas foram processados em conformidade com as técnicas usuais em herborização, sendo o material desidratado em estufa de circulação aberta a 60°C por três dias. Posteriormente o material foi costurado em folhas de cartolina com devida ficha de identificação e foram adicionadas ao acervo do Herbário *Mandevilla* sp. do UNIPAM com os números de tombo 219.11.2 e 240.9.1, respectivamente como *Miconia albicans* e *Matayba* sp.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 0.05% de probabilidade com uso do software SISVAR 5.6.

Resultados e Discussão

A partir da análise dos dados, observaram-se dois padrões de galhas em folhas de *Matayba guianensis* e apenas um padrão em *Miconia albicans* (Figura 2). As galhas encontraram-se distribuídas em ambas as faces das folhas das espécies vegetais em estudo, sendo que em *Matayba* elas possuíam aspecto globoso liso glabro (Figura 2E e H), com maior projeção na face abaxial das folhas. Outro padrão encontrado também em *Matayba* se apresentava mais evidente na face abaxial, porém caracterizada pela presença de pilosidade com coloração avermelhada (Figura 2D e G). Em *Miconia albicans*, as galhas se distribuíram em ambas as faces, apresentando projeções com aspecto ferrugíneo (Figura 2A, C e F), com maior volume ou protuberância e desenvolvido para a face abaxial. Devido ao estado inicial de desenvolvimento das galhas, não foi possível definir o organismo indutor.

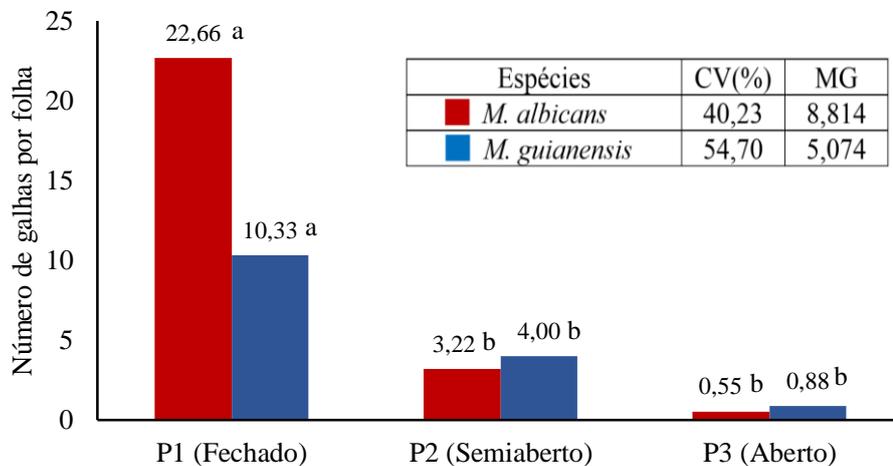
Figura 2. Galhas encontradas nas duas espécies em estudo. *Miconia albicans* (A, C e F) e *Matayba guianensis* (B, D, E, G e H). Aspectos na face abaxial das folhas (C-E) e detalhe na observação do limbo em seção transversal em lupa, 4-5x de aumento (F-H).



Fonte: Dados da pesquisa.

A variação do número de galhas por folha em ambas as espécies foi significativa nos diferentes ambientes amostrados (Figura 3). A partir da análise dos dados, notou-se que em ambiente sombreado (P1), caracterizado por ambiente florestado ou fechado, mais úmido, há a maior incidência de galhas em ambas as espécies. Em seguida, os pontos P2 e P3, caracterizados por ambiente mais ensolarado e mais seco, apresentaram quantidades significativamente similares e menores. Vale ressaltar que, nesses dois últimos pontos específicos da área de estudo, o fogo, natural em Cerrado, foi um fator presente em 2017 e 2018, mantendo a vegetação mais aberta e esparsa.

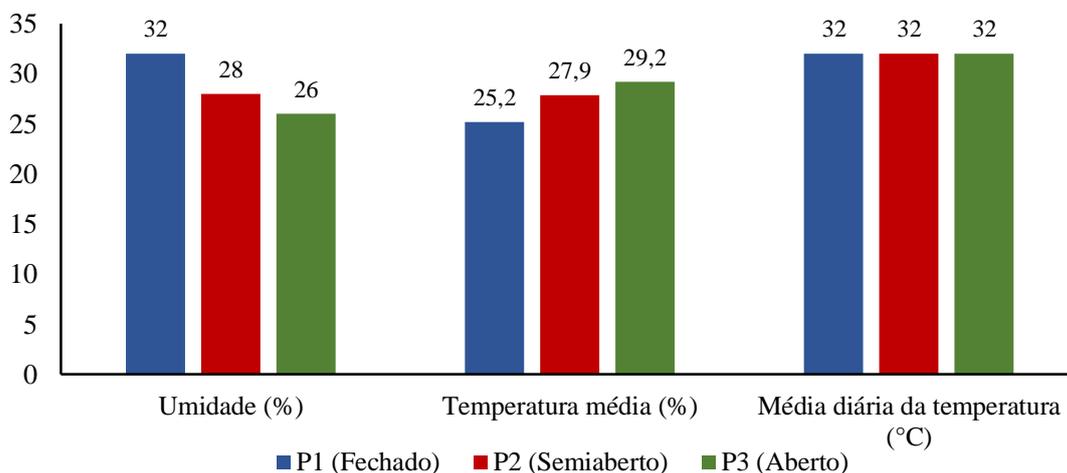
Figura 3. Distribuição do número médio de galhas por folha nas diferentes espécies em relação aos diferentes pontos de coleta. CV. Coeficiente de variação; MG. Média geral. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Dados da pesquisa.

No que se refere à diferença de temperatura e umidade relativa do ar, foram notadas variações consideráveis em cada ambiente no ponto de coleta, apesar da média diária se manter a mesma para todos os três pontos, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4. Relação entre temperatura, umidade e média de temperatura diária em cada ponto de coleta



Fonte: Dados da pesquisa.

No ambiente fechado foi encontrado um maior número de galhas por folha, cerca de 22,67 em *Miconia albicans* e 10,33 em *Matayba guianensis*. Sugere-se que o maior sombreamento, a menor temperatura e a maior umidade avaliados neste ponto de coleta são fatores propícios à ocorrência de galhas. Fernandes e Price (1988)

afirmam que os insetos galhadores têm poucos predadores em ambientes secos e quentes, fazendo com que se desenvolvam melhor em ambientes abertos, tendo preferência por ambientes como de Cerrado *stricto sensu* (xéricos) a matas de galeria (mésicos) na mesma altitude. No entanto, fatores como a umidade são importantes para as fases de vida do inseto, sendo que as condições ambientais favoráveis auxiliam na reprodução desses organismos.

Foi notada uma menor ocorrência de galhas no ambiente aberto ou campestre (P3), sendo 0,55 galhas por folhas em *Miconia albicans* e 0,88 galhas por folhas em *Matayba guianensis*. Nesse ambiente ocorre uma maior exposição aos raios solares contribuindo para diminuir a umidade do ambiente e aumentar a temperatura. Os insetos galhadores apresentam características biológicas distintas, por se desenvolverem no interior dos tecidos vegetais e são frequentemente encontrados em ambientes xéricos. Quanto à sua abundância e riqueza, há uma diversidade no sentido do cerrado à mata (ARAÚJO; GOMES-KLEIN; DOS SANTOS, 2007).

De acordo com Matioli *et al.* (1998), as condições climáticas como pluviosidade, temperatura, umidade e fertilidade do solo, além do tipo e densidade dos tricomas, influenciam as populações de ácaros nas plantas. Contradizendo tanto Leite *et al.* (2003), que afirmam que em clima mais quente e seco o crescimento populacional de herbívoros, fungos e ácaros é favorecido, quanto Fernandes e Price (1992), que abordam que os processos ecológicos da exposição ao sol possibilitam alterações na disponibilidade de nutrientes e água, alterando aspectos fisiológicos das plantas, que facilitam a ação de organismos galhadores. No caso desta pesquisa, acredita-se que valores específicos de cada fator seja definidor de condições ideais, pois no ambiente caracterizado como ambiente seco, com alta luminosidade e com uma umidade menor (P3) foram encontradas a menor quantidade de galhas por folhas. Especula-se que seja pela ação anterior do fogo e pela formação e composição do solo, bem como pelos nutrientes presentes no mesmo.

Mendonça e Almeida-Cortez (2007) notaram que durante a época chuvosa tanto a pluviosidade quanto a temperatura interferem na ocorrência de galhas. Ainda observou-se que, com a diminuição significativa no número de galhas, uma hipótese levantada é que em períodos chuvosos aumenta a formação de folhas jovens, não tendo tempo suficiente para que sejam atingidas por predadores (SKRZYPCZYŃSKA, 2004).

No ambiente semiaberto (P2), a incidência de galhas também foi baixa, porém maior que nos ambientes abertos, com cerca de 3,22 galhas por folhas em *Miconia albicans* e 4,0 galhas por folha em *Matayba guianensis*. A umidade e temperatura nesses dois ambientes P2 e P3 foram próximas (ver Figura 4). Segundo Moreira *et al.* (2007), os organismos galhadores ocorrem com frequência em ambientes com uma diversidade de plantas hospedeiras altas, além de influenciada pela idade dos indivíduos e a complexidade estrutural da vegetação.

Durante a coleta de dados na área aberta (P3) e semiaberta (P2), foram observados indícios de queimada recente, fator esse que pode interferir na disponibilidade de recursos para os organismos galhadores e na ocorrência de galhas, seja pela redução temporária de recursos disponíveis ou morte dos organismos em galhas em desenvolvimento.

Dados similares foram descritos por Marini-Filho (2000), que observou que algumas morfoespécies de galhas e minadores foram negativamente afetados pela ação do fogo, apresentando uma menor abundância. Segundo o mesmo autor, o processo de recolonização por organismos galhadores de área sujeitas à queimada se dá de maneira exógena principalmente. A recolonização exógena caracteriza-se pela morte local dos indivíduos e o estabelecimento de indivíduos imigrantes que venham de áreas adjacentes.

Outro aspecto a se considerar é que algumas espécies como *Miconia albicans* e *Matayba guianensis* podem apresentar maior abundância de galhas devido à ação do fogo. Isto é, nos meses que se sucedem à queimada, exatamente setembro a outubro, muitas espécies emitem inúmeras folhas jovens, que são mais macias e susceptíveis ao ataque por organismos galhadores. Vieira, Andrade e Price (1996) relataram maior sobrevivência e estabelecimento de galhas em plantas que foram expostas ao fogo.

Conclusão

No presente estudo observou-se maior ocorrência de galhas em *Miconia albicans* e *Matayba guianensis* em ambientes fechados. Sugere-se que valores ideais de fatores ambientais como chuva, umidade, disponibilidade hídrica e interferência antrópica, associada às queimadas, podem estar relacionados ao padrão encontrado.

Os dados obtidos reforçam a importância do monitoramento da ocorrência de galhas em ambientes fragmentados como um indicativo da qualidade desses ambientes. Além disso, possibilita uma melhor compreensão das interações entre insetos e plantas em áreas de cerrado antropizados.

Referências

ALCÂNTARA, J. A.; SOUZA, E. B.; BRAGA, P. E. T. Ocorrência e caracterização de galhas em duas áreas do noroeste do Ceará, Brasil. **Natureza Online**, v. 15, n. 1, p. 33-40, 2016.

ALVIM, S.J. G; FERNANDES, G. W. Comunidades de insetos galhadores (Insecta) em diferentes fisionomias do cerrado em Minas Gerais, Brasil. **Revista Bras. Zool.** v.18 , n. 1, p. 289 - 305. 2001.

ARAÚJO, M. A. R. **Conservação da biodiversidade em Minas Gerais: em busca de uma estratégia para o século XXI.** Belo Horizonte: Unicentro Newton Paiva, 2000.

ARAÚJO, W. S.; GOMES-KLEIN, V. L.; DOS SANTOS, B. B. Galhas entomógenas associadas à vegetação do Parque Estadual da Serra dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 45-47, 2007.

CARNEIRO, M. A. A.; BORGES, R. A. X.; ARAÚJO, A. P. A.; FERNANDES, G. W. Insetos indutores de galhas da porção sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 4, p. 570-592, 2009.

DA SILVA, J. M.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical Savanna Hotspot: the Cerrado, which includes both forest and savanna habitats, is the second largest South American biome, and among the most threatened on the continent. **AIBS Bulletin**, v. 52, n. 3, p. 225-234, 2002.

FERNANDES, G. W. ; PRICE, P. W. The adaptive significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. **Oecologia**. v. 90, p. 14-20. 1992.

FERNANDES, G. W. ; PRICE, P. W. Biogeographical gradients in galling species richness. **Oecologia**. v. 76, p. 161-167, 1988.

FERNANDES, G. W.; ALMADA, E. D.; CARNEIRO, M. A. A. Gall-inducing insect species richness as indicators of forest age and health. **Environmental entomology**, v. 39, n. 4, p. 1134-1140, 2010.

FERNANDES, G. W.; MARTINS, R. P. As galhas: tumores de plantas. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 19, p. 58-64, 1985.

FRIZZO, T. L. M.; BONIZÁRIO, C.; BORGES, M. P.; VASCONCELOS, H. L. Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. **Oecologia Australis**, v.15, (2), p. 365-379, Junho 2011.

LEITE, G.L.D.; PICANÇO, M.; ZANUNCIO, J.C.; MARQUINI, F. Factors affecting mite herbivory on eggplants in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**. v. 31, p. 243-252, 2003.

MARINI-FILHO, O.J. Distance-limited recolonization of burned Cerrado by leaf-miners and gallers in central Brazil. **Environmental Entomology**, v. 29, p. 901-906, 2000.

MATIOLI, A.L.; LEITE, G.L.D.; PALLINI FILHO, A. ; PICANÇO, M. Distribuição espacial e temporal e efeito de diferentes tratamentos culturais em ácaros associados a laranja pêra-rio. **Agro-Ciência**, v. 14, p. 395-405, 1998.

MENDONÇA, Isabela Vieira dos Santos; ALMEIDA-CORTEZ, Jarcilene Silva. Caracterização da galha induzida por ácaro em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (Combretaceae). **Biota Neotropica**, Campinas, vol.7, n. 3, 2007.

MOREIRA, R.G.; FERNANDES, G.W.; ALMADA, E.D.; SANTOS, J.C. Galling insects as bioindicators of land restoration in an area of Brazilian Atlantic Forest. **Lundiana**, v.8, p. 107-112, 2007.

SANTOS, B. B.; RIBEIRO, B. A.; SILVA, T. M.; ARAÚJO, W. S. Galhas de insetos em

uma área de cerrado sentido restrito na região semi-urbana de Caldas Novas (Goiás, Brasil). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 439-445, 2012.

SANTOS, P.O.; RIBEIRO, J. E. L. S. Ocorrência e caracterização de galhas em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e Saúde**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 15-24, 2015.

SKRZYPCZYŃSKA, M. Studies on population frequency of insects and mites causing galls on the leaves of the European aspen *Populus tremula* L. in southern Poland. **J. Pest. Sci.**, v.77, p.119-122, 2004.

VIEIRA, E.M.; ANDRADE, I.; PRICE, P.W. Fire effects on a *Palicourea rigida* (Rubiaceae) gall midge: a test of the plant vigor hypothesis. **Biotropica**, v. 28, p. 210-217, 1996.

Sensibilidade de híbridos de milho ao *Meloidogyne incognita* para a região do Alto Paranaíba – MG

Sensitivity of the corn hybrids to the *Meloidogyne incognita* to the region of Alto
Paranaíba – MG

Gustavo Braga Babilônia¹; Regiane Corrêa Araújo¹; Lucas da Silva Mendes²

¹ Graduandos em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

E-mail: gustvobabilonia0@gmail.com; regianearaujo@unipam.edu.br

² Professor do curso Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

E-mail: lucassm@unipam.edu.br

Resumo: A cultura do milho (*Zea mays*) é destinada para os mais diversos setores, como alimentação humana, alimentação animal e produção de combustível, além de ser uma das principais plantas utilizada em rotação e sucessão de culturas, muitas vezes com o intuito de reduzir problemas fitossanitários. Dentre estes problemas, destaca-se o nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*), que causa prejuízos à cultura do milho. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a reação de 10 híbridos de milho ao *M. incognita*. Os híbridos de milho utilizados foram FS 403 PW; 20 A30 VIP3; AG 84 80; NS 90 PRO 2; 22 S18 VT3; 2BS12 PW; NS 72 VIP3; FS 505 PW; 2B 587 PW; e 2B 647 PW. Nos híbridos juntamente com a testemunha constituída por pimentão cultivar Magali foram inoculadas com 5000 ovos, e mantidas em casa de vegetação. O experimento foi montado no delineamento em blocos ao acaso, constituído por seis repetições. 60 dias após a inoculação, foram extraídos ovos das raízes e do substrato, em seguida calculado e avaliado o fator de reprodução (FR). A viabilidade do inoculo foi confirmada em razão do alto FR obtido nas plantas de pimentão. Todos os híbridos se diferenciaram estatisticamente da testemunha, porém não se diferenciaram entre eles, se mostrando suscetíveis ao *M. incognita* em razão do alto FR constatado. Os resultados mostraram que nenhum híbrido se comportou como resistente ao *M. incognita*, e que os nematoides se reproduzem na presença dos respectivos híbridos.

Palavras-chave: Fator de reprodução. Fitossanitários. Inoculação.

Abstract: The corn (*Zea mays*) is intended for the most diverse sectors, as human food, animal food and fuel production, besides being one of the main plants used in crop rotation, sometimes with the aim of reducing phytosanitary problems. Among these problems, stands out the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*), causing damage in the corn, where it can also reproduce. The aim of the experiment was to evaluate the reaction of 10 corn hybrids in the presence of *M. incognita*. The corn hybrids used were FS 403 PW; 20 A30 VIP3; AG 84 80; NS 90 PRO 2; 22 S18 VT3; 2BS12 PW; NS 72 VIP3; FS 505 PW; 2B 587 PW; e 2B 647 PW. In the hybrids together with the witness constituted by peppers were inoculated with 5000 eggs, and were kept in greenhouse. The experiment was established in the randomized block design, constituted by six repetitions. 60 days after the inoculation, the eggs of the roots and the substrate were extracted, then it was calculated the reproduction factor (RF). The inoculum viability was confirmed by

the high RF obtained in the pepper plants. All hybrids were statistically different from the control, but did not differ between them, proving susceptible to the *M. incognita* by the high RF obtained in the hybrids. The results showed that no hybrid behaved as resistant to the *M. incognita*, and the nematodes reproduce in the presence of their hybrids.

Keywords: Reproduction factor. Phytosanitary. Inoculation.

Introdução

Pertencente à família das monocotiledôneas e poaceae, o milho (*Zea mays* L.) está entre as plantas mais cultivadas. Originado na América Central, tornou-se grande fonte de alimento humano e animal em todo o mundo e é utilizado como uma das principais fontes de matéria-prima para a produção de etanol (NIKUMA *et al.*, 2012). Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor do mundo, tendo produzido na safra 18/19 101 milhões de toneladas, sendo antecedido pela China com 257,3 milhões, e pelos Estados Unidos, com 366,3 milhões (FIESP, 2019).

Para que cheguemos a tal produção e continuemos a aumentá-la, é necessário estar atento a alguns fatores, como, por exemplo, os problemas fitossanitários. Entre os problemas fitossanitários que ocorrem no milho, os nematoides destacam-se por causarem perdas significativas enquanto a cultura se desenvolve no campo, sendo representados por mais de 40 espécies e 12 gêneros que parasitam as raízes do cereal (CASELA; FERREIRA; PINTO, 2006). Entre estes gêneros, o *Meloidogyne* spp. ou nematoide das galhas, como conhecido popularmente, se destaca, compondo o grupo de nematoides de maior importância econômica (MOENS; PERRY; STARR, 2009).

Esse gênero é composto por diferentes espécies, dentre elas o *Meloidogyne incognita*. Os nematoides do gênero *Meloidogyne* spp. e a espécie *M. incognita* se encontram amplamente distribuídos por todo o mundo, com altas severidades de danos causados em diferentes culturas, e encontrando grande dificuldade no controle (BELLÉ *et al.*, 2017). Em países com clima tropical como o Brasil, a espécie *M. incognita* encontra condições ideais para reprodução, como umidade e temperatura (DIAS-ARIEIRA *et al.*, 2003)

A reprodução do *M. incognita* ocorre por meio de partenogênese mitótica, com um ciclo de vida que varia de seis a oito semanas (SOUZA JÚNIOR, 2011). Se a situação do parasitismo for favorável, principalmente no que se refere à temperatura, eles se diferenciam em fêmeas, adquirindo o formato de uma pera, penetrando as raízes e tornando-se sedentárias (SOUZA JÚNIOR, 2011).

Para o controle do nematoide, tem se mostrado eficiente a prática de rotação de culturas com plantas antagonistas, mantendo as populações abaixo do limiar de dano econômico, não oferecendo riscos ao ambiente (FERRAZ; VALLE, 1995). Realizar este controle de forma eficiente é importante, uma vez que os nematicidas químicos têm seu uso cada vez mais restrito devido sua alta toxicidade e baixa eficácia de controle depois de repetidas aplicações (DONG; ZHANG, 2006). Se o cultivo de plantas com tais características não for realizado em uma área de alta infestação, a área poderá ficar ainda mais infestada, inviabilizando outros cultivos no local (NEVES *et al.*, 2016).

O milho é utilizado como planta antagonista para o controle de nematoide das galhas. No entanto, também é frequente a utilização de forma incorreta, não sendo utilizados híbridos com Fator de Reprodução (FR) que indique imunidade ou resistência, o que contribui fortemente para o aumento da população de nematoides, pois, além de ser suscetível, o milho se comporta como multiplicador de *M. incognita* em razão de cultivares com FR considerado alto (CAMPOS; ROCHA, 2007).

Diante desse cenário, é necessário avaliar a sensibilidade de híbridos de milho ao *M. incognita*, uma vez que o nematoide causa significativos prejuízos quando ataca a cultura do milho, além de poder se reproduzir em grande escala na presença da cultura. A completa erradicação desses organismos em uma área infestada é praticamente impossível (NEVES *et al.*, 2016). Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a sensibilidade de híbridos de milho ao nematoide das galhas *M. incognita*.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido do dia 26/02/2019 a 13/05/2019 na casa de vegetação do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas-MG, cidade localizada a uma altitude de 850 m, em latitude: 18° 34' S, e longitude: 46° 30' O.

Para o estabelecimento do experimento, adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso (DBC). Foram utilizados 10 híbridos de milho, sendo eles: FS 403 PW; 20 A30 VIP3; AG 84 80; NS 90 PRO 2; 22 S18 VT3; 2BS12 PW; NS 72 VIP3; FS 505 PW; 2B 587 PW; e 2B 647 PW.

No dia 26/02/2019 foram semeadas cinco sementes de milho em vasos com capacidade de 5 L, contendo substrato autoclavado por 20 minutos a 120°C, preparado com solo e areia lavada em proporção 2:1. Cada híbrido correspondeu a um tratamento e como testemunhas foram utilizadas plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.). O experimento foi constituído por 11 tratamentos (Tabela 1), com por 6 repetições, totalizando em 66 parcelas.

Tabela 1. Descrições dos tratamentos aplicados no experimento conduzido na casa de vegetação do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas-MG, 2019.

| Tratamentos | Descrição |
|-------------|-------------------|
| T1 | Pimentão Magali R |
| T2 | FS 403 PW |
| T3 | 20 A30 VIP3 |
| T4 | AG 84 80 PRO3 |
| T5 | NS 90 PRO2 |
| T6 | 22 S18 VT3 |
| T7 | 2B 512 PW |
| T8 | NS 72 VIP3 |
| T9 | FS 505 PW |
| T10 | 2B 587 PW |
| T11 | 2B 647 PW |

Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

Foi aplicada em todas as parcelas, a cada quinze dias, começando um dia após a emergência, a solução nutritiva, conforme proposta por Johnson *et al.* (1957). A irrigação foi feita diariamente de modo a manter o substrato úmido.

No dia 12/03/2019, quando as plantas atingiram o estágio V3, foi realizado um desbaste, de modo a deixar apenas uma planta por vaso. No dia 12/03/2019 também foi realizada a inoculação de 5000 ovos de *M. incognita* por tratamento com o auxílio de uma pipeta, utilizando o inóculo calibrado em 1000 ovos por mL. O inóculo foi obtido de plantas de pimentão e quiabo mantidas em casa de vegetação pelo Laboratório de Fitopatologia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). O inóculo foi extraído baseando-se na metodologia de Boneti e Ferraz (1981), que consistiu em triturar as raízes por 20 segundos em um liquidificador a baixa rotação, juntamente com 25 mL solução de hipoclorito de sódio a 0,5% de concentração. Em seguida, a solução foi passada por um jogo de peneiras de 20 e 500 mesh acopladas, em que a solução que sobra na peneira de 500 mesh foi lavada com água corrente. Baseando-se também na metodologia de Jenkins (1964), a solução lavada foi transferida para tubos falcon com água destilada para que pudesse ser centrifugada com o auxílio de uma centrífuga durante 4 minutos a uma velocidade de 1800 RPM. Após os 4 minutos, descartou-se o líquido sobrenadante dos tubos falcon, completando a solução restante no fundo dos tubos com solução de sacarose na proporção de 454g de açúcar refinado para 1L de água, encaminhando novamente para centrífuga durante 1 minuto na velocidade de 1800 RPM. Completando 1 minuto, a solução sobrenadante foi despejada novamente sobre a peneira de 500 mesh, sendo lavada em seguida com água destilada para a retirada da sacarose, encaminhando a solução da peneira para um Becker com o auxílio de uma pisseta. Após o inóculo extraído, o mesmo foi calibrado de modo a manter aproximadamente mil ovos por mL. Assim, foram pipetados e depositados 5 mL nas proximidades da raiz.

No dia 13/05/2019, totalizando 60 dias após a inoculação, o experimento foi encaminhado para o Laboratório de Fitopatologia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). No laboratório foi realizada a extração de ovos das raízes e do substrato, para, em seguida, serem realizadas as avaliações.

A extração de ovos das raízes foi realizada baseando-se na metodologia de Boneti e Ferraz (1981) e Jenkins (1964) citadas anteriormente. Para realizar a extração de ovos e eventuais juvenis do substrato foi utilizado o método de Jenkins (1964), sendo coletados 100 centímetros cúbicos de solo por cada vaso. Posteriormente misturou-se em 2L de água corrente com o auxílio de um balde. Após a solução se homogeneizar, esperou-se 1 minuto para ser decantada. Após a decantação, despejou-se a solução sobrenadante sobre uma peneira de 20 mesh acoplada à outra de 400 mesh, lavando-se a solução da segunda peneira com água corrente. O restante do processo foi o mesmo utilizado para a extração das raízes.

Após a extração de cada tratamento, foi estimado número de ovos por sistema radicular, e ovos e juvenis do solo com o auxílio de microscópio e lamina de Peters, e em seguida foi calculada a variável fator de reprodução (FR) (COOK; EVANS, 1987), dividindo-se a população final pela população inicial. Os resultados obtidos foram

submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade com o auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

Condições favoráveis

Conforme apresentado na Tabela 2, durante a condução do experimento, a temperatura sofreu pouca oscilação no interior da casa de vegetação, o que se mostra benéfico para a reprodução do *M. incognita*. Oliveira (2007) confirmou em uma temperatura média de 35,7°C de máxima e 19,4°C de mínima como condições favoráveis ao desenvolvimento de *M. incognita*, sendo a média da condução do experimento de 31,5°C de máxima e 12,8°C de mínima. Vrain e Barker (1978) constataram em experimento que, na temperatura de 8°C, os ovos de *M. incognita* não se desenvolvem, no entanto, na temperatura de 10°C, a espécie já foi capaz de se desenvolver.

Os juvenis de segundo estágio que eclodem dos ovos se diferenciam em fêmeas apenas se a situação do parasitismo for favorável, entrando nessa situação a temperatura (SOUZA JÚNIOR, 2011). Após se diferenciarem, as fêmeas adquirem o formato de uma pera, tornando-se sedentárias, se alimentando do conteúdo citoplasmático das células gigantes multinucleadas que começaram a ser induzidas quando os nematoides estavam no segundo estágio (SOUZA JÚNIOR, 2011).

Tabela 2. Médias das temperaturas máximas e mínimas em °C obtidas no interior da casa de vegetação durante o período de condução do experimento. Patos de Minas-MG, 2019.

| Períodos | Temperaturas médias em °C | |
|-------------------------|---------------------------|--------|
| | Máxima | Mínima |
| 12/03/2019 a 12/04/2019 | 33,7 | 13,3 |
| 13/04/2019 a 13/05/2019 | 29,33 | 12,4 |
| Médias | 31,5 | 12,8 |

Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

Viabilidade do inóculo

A viabilidade do inóculo de *M. incognita* foi confirmada em razão do elevado FR obtida nas plantas de pimentão cultivar Magali (Tabela 3). Esses resultados, além de confirmarem a viabilidade do inóculo, confirmam a afirmativa de Huang (1992), em que ressalta que a maioria das cultivares de Pimentão são suscetíveis ao *M. incognita*, sendo mais comum cultivares resistentes ao *M. javanica*. Após Peixoto, Maluf e Campos (1995) terem confirmado, com exceção da cultivar Yolo Wonder, a suscetibilidade de todas suas cultivares analisadas, Peixoto et al. (1996) verificaram outra vez a suscetibilidade de diversas cultivares de pimentão a *M. incognita*. Confirmando a alta suscetibilidade da maioria das espécies de pimentão ao *M. incognita*, Oliveira (2007), ao

testar 10 cultivares, constatou que todas foram suscetíveis e se portaram como multiplicadores do patógeno.

A cultivar de pimentão Magali atingiu as expectativas como testemunha, não apresentando mecanismos prejudiciais à reprodução de *M. incognita*. Silva, Ferraz e Santos (1989) afirmam que a resistência de certas plantas aos nematoides do gênero *Meloidogyne* spp. envolve vários mecanismos que são ativos antes, durante e depois da penetração do nematoide na planta. Esses mecanismos podem agir como barreiras mecânicas, fisiológicas ou químicas, que impedem o contato do nematoide com o tecido, ou resultam em alterações morfológicas e fisiológicas em resposta à infecção (SILVA; FERRAZ; SANTOS, 1989).

A interação entre a planta hospedeira e nematoides endoparasitas sedentários como os do gênero *Meloidogyne* spp. é altamente especializada e complexa (WILLIAMSON; HUSSEY, 1996). Os eventos envolvendo estímulo para incubação, atração, penetração dos tecidos do hospedeiro, assim como o reconhecimento do tecido suscetível e indução do sítio de alimentação por meio da modificação anatômica nas células e alterações na expressão genética da planta são fundamentais para que a infecção aconteça com êxito (DAVIS; MITCHUM, 2005).

Sensibilidade dos híbridos de milho

Para a sensibilidade ao *M. incognita* não houve diferença estatística entre os híbridos de milho avaliados. Entretanto, todos os híbridos se diferiram estatisticamente da testemunha composta por pimentão. Foi observado que todos os híbridos atuam como multiplicadores de *M. incognita*, uma vez que o fator de reprodução (FR) obtido em todos os híbridos é >1 (Tabela 3), que, segundo a escala proposta por Oostenbrink (1966), é o fator máximo para que os híbridos sejam considerados resistentes. Desse modo, todos os híbridos testados permitem grande aumento na população de *M. incognita*.

Tabela 3. Fator de reprodução (FR) obtido após a avaliação dos tratamentos. Patos de Minas-MG, 2019.

| Híbridos | FR |
|-----------------|---------|
| 2B 647 PW | 19,00 a |
| FS 505 PWU | 21,88 a |
| 22 S18 VT3 | 23,12 a |
| 2B 587 PW | 23,38 a |
| 2B 512 PW | 24,80 a |
| NS 90 PRO2 | 24,90 a |
| 20 A30 VIP3 | 25,18 a |
| AG 8480 PRO3 | 25,27 a |
| NS 72 VIP3 | 25,79 a |
| FS 403 PW | 29,89 a |
| Pimentão Magali | 51,45 b |
| CV(%) = 23,89 | |

Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

² Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

O FR constatado confirma a afirmativa de Lordello *et al.* (1986), que ressaltam que, embora na planta do milho o sintoma de galhas seja pouco visível ou não visível a olho nu, a planta sofre pelo seu parasitismo, sendo capaz de multiplicar o patógeno.

Os resultados obtidos entram em contradição com os resultados de Levy *et al.* (2009), em que foram testados 18 híbridos de milho e todos se comportaram como resistentes ao *M. incognita*, no entanto, na metodologia empregada no experimento de Levy *et al.* (2009), é avaliada apenas a quantidade de ovos contida nas raízes, desconsiderando a quantidade presente no substrato. É importante constatar a importância de usar a quantidade de ovos avaliada no substrato no momento de calcular o FR, pois a não realização desse processo ocasiona em erro bastante significativo no valor final do FR, podendo constatar que um híbrido é resistente ou imune no momento em que este, na verdade, é suscetível.

Entretanto, os resultados obtidos se assemelham com os resultados de Dias-Arieira *et al.* (2003), em que, durante avaliação de diferentes plantas gramíneas para o controle de *M. incognita* e *M. javanica*, a cultivar BR-106 de milho neste experimento testada reproduziu significativamente tanto *M. incognita* quanto *M. javanica*, embora também tenham avaliado apenas a quantidade de ovos contida nas raízes. Nesse caso, a cultivar definida como suscetível, mesmo definida com o cálculo do FR utilizando apenas a quantidade de ovos obtidos nas raízes das plantas, não teria sua definição alterada com a inclusão da quantidade obtida no solo, sendo definida ainda como suscetível.

Os resultados também se assemelham com os de Lordello, Lordello e Sawazaki (2001), em que, após serem avaliados 29 híbridos de milho, todas se comportaram como suscetíveis e multiplicadoras de *M. incognita*. Ferraz e Freitas (2008) ressaltam a indisponibilidade de variedades resistentes para o agricultor, sendo essa resistência normalmente voltada para poucas espécies ou raças do patógeno.

Resultados obtidos por Ribeiro *et al.* (2002) apresentam elevados fatores de reprodução em genótipos como CMS 97 2 C e CMS 99 15 C. Outros genótipos também avaliados por Ribeiro *et al.* (2002) apresentaram boa resistência, como CMS 100 02 2, HS 723x724, 97 HT 14 A, BRS 2114, BRS 3123, CMS 14 B, CMS 2000 17 A, CMS 99 14 C, 52 HT03-QPM e HS 111764040. Na metodologia empregada por Ribeiro *et al.* (2002), também foi calculado o FR considerando apenas a quantidade de ovos constatada nas raízes.

O fato de existirem híbridos de milho com elevado FR, permitindo a multiplicação de *M. incógnita*, é preocupante, uma vez que o milho é uma das culturas mais utilizadas como rotação e sucessão de culturas no Brasil, como cita Neves *et al.* (2016). Muitas das vezes, essa rotação é realizada com olerícolas como cenoura, pimentão, jiló, quiabo, entre outras, que são altamente suscetíveis ao nematoide.

Conclusão

Nas condições em que o experimento foi avaliado, todos os híbridos se comportam como suscetíveis ao parasitismo de *M. incognita*, e atuam como multiplicadores do patógeno.

Referências

BELLÉ, C. *et al.* Plantas daninhas como hospedeiras alternativas para *Meloidogyne incognita*. **Nematropica**, v. 47, n.1, p. 26-33, 2017.

BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua* no cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.

CAMPOS, H. D.; ROCHA, M. R. Reações de genótipos de milho (*Zea mays L.*) aos nematoides de galhas (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 29, n. 2, p. 13-17, 2007.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; PINTO, N. F. J. A. Doenças na cultura do milho. **Embrapa milho e sorgo**, Sete Lagoas, 2006. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19627/1/Circ_83.pdf. Acesso em: 25 fev. 2019.

COOK, R.; EVANS, K. Resistance and tolerance. *In*: BROWN, R. H.; KERRY, B. R. **Principles and practice of nematode control in crops**. New York: Academic Press, 1987. p. 179-231.

DAVIS, E. L.; MITCHUM, M. G. Nematodes: sophisticated parasit of legumes. **Plant Physiology**, Raleigh, v. 49, p. 1182-1188, 2005.

DIAS-ARIEIRA, C. R. *et al.* Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 473-477, 2003.

DONG, L. Q.; ZHANG, K. Q. Microbial controlo f plant-parasitic nematodes: a five-party interaction. **Plant Soil**, The Hague, v. 288, n. 1, p. 31-45, 2006.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. O controle de fitonematóides por plantas antagonistas e produtos naturais. **Departamento de Fitopatologia- UFV**, p. 1-17, 2008. Disponível em: <http://www.ufv.br/dfp/lab/nematologia/antagonistas.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2019.

FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C. Utilização de plantas antagonicas no controle de fitonematoides. Congresso nacional de nematologia tropical, 4, 1995, Rio Quente. **Anais...** Rio Quente: SBN/ONTA, 1995. p.257-276.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para análise de variância) para Windows versão 4.0. Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45., São Carlos, 2000. **Anais...** São Carlos, Universidade de São Carlos, 2000. p. 255-258.

FIESP. **Safra mundial de milho 2018/19** – 12º levantamento do USDA. Informativo, Abril, 2019.

HUANG, S. P. Nematoides que atacam olerícolas e seu controle. **Informe Agropecuário**, v. 16, p. 31-36, 1992.

JOHNSON, C. M. *et al.* Comparative chlorine requeriment off diferent plant species. **Plant and Soil**, Berkeley, v. 8, n. 3, p. 337-353, 1957.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating namatodes from soil. **Plant disease reporter**, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

LEVY, R. M. *et al.* Reação de genótipos de milho ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. paranaensis*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, p. 575-578, 2009.

LORDELLO, R. R. A.; LORDELLO, A. I. R.; SAWAZAKI, E. Avaliação da resistência do milho à *Meloidogyne incognita* raça 3. **Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 27, n. 1, p. 145-149, 2001.

LORDELLO, R. R. A. *et al.* Nematode das galhas danifica lavoura de milho em Goiás. **Nematologia Brasileira**, v. 10, p. 86-88, 1986.

MOENS, M.; PERRY, R. N.; STARR, J. L. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: MOENS, M.; PERRY, R. N.; STARR, J. L. **Root-knot Nematodes**. Cambridge: CABI, 2009. Cap. 1, p. 1-13.

NEVES, S. S. *et al.* Desempenho de híbridos de milho sob a ação de *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaei*. **Nematropica**, v. 46, n. 1, p. 71-75, 2016.

NIKUMA, H. *et al.* Avaliação da Resistência de genótipos de milho e sorgo ao nematoide das lesões, *Pratylenchus brachyurus*. **Ciência & tecnologia: Fatec-JB**, Jaboticabal, v. 4, Suplemento, 2012.

OLIVEIRA, C. D. **Enxertia de plantas de pimentão em *Capsicum* spp. no manejo de nematoide de galha**. 2007, 155f. (Tese de Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededeligen Landbowhogeschool**, v. 66, p. 03-46, 1966.

PEIXOTO, J.R.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P. Avaliação de genótipos de pimentão quanto à resistência a *Meloidogyne incognita* (raça 2) e *Meloidogyne javanica*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, nov. 1995.

PEIXOTO, J.R. *et al.* Seleção de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.) resistentes a *Meloidogyne incognita* raça 2. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p. 55-58, mar. 1996.

RIBEIRO, N. R. *et al.* Avaliação da resistência de genótipos de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raça 3. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 3, p. 102-106, 2002.

SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria* spp. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 13, p. 151-163, 1989.

SOUZA JÚNIOR, J. D. A. **Análise funcional de genes de *Meloidogyne incognita*, envolvidos na interação planta-nematoide**. 2011, 164f. (Tese de Doutorado em Biologia Molecular) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

VRAIN, T. C.; BARKER, K. R. Influence of low temperature on development of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* eggs in eggs masses. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.10, n. 4, p. 311-313, 1978.

WILLIAMSON, V. M.; HUSSEY, R. S. Nematode pathogenesis and resistance in plants. **The Plant Cell**, v. 8, p. 1735-1745, 1996.

Uso de *Trichoderma harzianum* na produção de mudas de mamoeiro

Use of *Trichoderma harzianum* in the production of papaya seedlings

*Regiane Corrêa Araújo*¹; *Gustavo Braga Babilônia*¹; *Lucas da Silva Mendes*²;
*Janaine Myrna Rodrigues Reis*²

¹ Graduandos em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
E-mail: regianearaujo@unipam.edu.br; gustvobabilonia@gmail.com

² Professores do curso Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
E-mail: lucassm@unipam.edu.br; janaine@unipam.edu.br

Resumo: Para se ter pomares de mamoeiro mais produtivos é indispensável a aquisição de mudas com elevado padrão de qualidade. O *Trichoderma* spp. é um microrganismo que atua nas raízes, favorecendo maior desenvolvimento das plantas, devido à secreção de fitohormônios, os quais proporciona uma melhor assimilação de água e nutrientes pelas plantas. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do fungo *Trichoderma harzianum* como potencial indutor de crescimento de mudas de mamoeiro. O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Centro Universitário de Patos de Minas MG (UNIPAM). Foram utilizadas sementes de mamão Papaya Gold. O fungo *Trichoderma harzianum*, produto comercial (Trianum®) foi aplicado no substrato nas concentrações 0 (T1); 2 (T2); 4 (T3); 6 (T4); 10 g L⁻¹ (T5) no momento da semeadura. Foram avaliados altura da parte aérea, diâmetro de caule, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições e cada parcela experimental foi composta por cinco plantas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e as médias ajustadas ao modelo de regressão com auxílio do programa estatístico SISVAR. Dentre os parâmetros avaliados, todos foram significativos. O tratamento T4 (6 g L⁻¹) foi o que obteve melhor eficiência em relação altura da parte aérea, diâmetro de caule, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes. Pode-se concluir que o uso da dose 6 g L⁻¹ do fungo *Trichoderma harzianum* influenciou na produção de mudas de mamoeiro cultivar Papaya Gold.

Palavras-chave: *Carica papaya* L. Indutor de crescimento. Microrganismo

Abstract: To have more productive papaya orchards, it is essential to purchase seedlings with high quality standard. The *Trichoderma* spp. It is a microorganism that acts on the roots, favoring greater plant development due to the secretion of phytohormones, which provides a better assimilation of water and nutrients by the plants. Therefore, the objective of the present study was to evaluate the effect of the fungus *Trichoderma harzianum* as a potential growth inducer of papaya seedlings. The experiment was carried out in the greenhouse of the University Center of Patos de Minas MG (UNIPAM). Papaya papaya seeds were used. The fungus *Trichoderma harzianum*, commercial product (Trianum®) was applied to the substrate at concentrations 0 (T1); 2 (T2); 4 (T3); 6 (T4); 10 g L⁻¹ (T5) at sowing time. Shoot height, stem diameter, shoot dry mass, root dry mass were evaluated. A randomized block design was used. with five treatments and four replications and each experimental plot consisted of five plants. The obtained data were submitted to 5% significance analysis of variance and the means

adjusted to the regression model with the aid of the SISVAR statistical program. Among the evaluated parameters, all were significant. Treatment T4 (6 g L⁻¹) foi which is obtained eve better efficiency in height ratio of shoots, stem diameter, shoot dry weight, root dry weight. It can be concluded that the use dose 6 g L⁻¹ of the fungus *Trichoderma harzianum* influence the production of papaya cultivar Papaya Gold.

Keywords: *Carica papaya* L. Growth inducer. Microorganism.

Introdução

O mamoeiro, espécie da família Caricaceae e nome científico *Carica papaya* L., é uma árvore frutífera cultivada nas regiões tropicais e subtropicais (ANANDAN *et al.*, 2010). Essa cultura apresenta grande importância social e elevada expressão econômica (MURAYAMA, 1986), sendo ampla a utilização na alimentação decorrente tanto dos benefícios nutricionais quanto das várias aplicações medicinais do fruto (MALABADI *et al.*, 2011).

Em relação à produção, o Brasil destaca-se no cenário mundial como segundo maior produtor de mamão. A produção anual de mamão no país é de 1.517.696 toneladas por ano e os estados responsáveis pelas maiores produções da cultura são Bahia, Espírito Santo e Ceará. Destaca-se que esses três estados respondem por 96,65% da produção nacional (EMBRAPA, 2013).

Segundo Dantas, Dantas e Lima (2002), a produção de frutos ocorre durante o ano todo, o que gera a necessidade de se renovarem os pomares de mamoeiro. Nesse processo de renovação, faz-se indispensável a aquisição de mudas com elevado padrão de qualidade (FRANCO; PRADO, 2008). Dessa forma, torna-se fundamental que as técnicas para produção de mudas sejam otimizadas, uma vez que o desenvolvimento inicial da muda pode influenciar o potencial de produção do pomar e a obtenção de frutos de qualidade (TRINDADE, 2000).

Nesse contexto, prioriza-se que as mudas de mamão sejam produzidas com reduzido tempo de viveiro, sendo necessário o rápido desenvolvimento destas, o que resulta na redução nos custos produtivos demandados. Dessa forma, uma das estratégias adotadas para se obter mudas de qualidade em menor tempo é a indução do crescimento das plantas por intermédio de microrganismos benéficos presente no solo (PEREIRA, 2012).

Dentre esses microrganismos, destaca-se o fungo de solo *Trichoderma* spp., o qual atua como bioestimulante, favorecendo o crescimento de plantas. Fungos do gênero *Trichoderma* são uns dos principais microrganismos de importância para o aumento do crescimento vegetal. Esse fungo pode influenciar positivamente na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento da cultura devido, também, à produção de substâncias promotoras de crescimento (OLIVEIRA *et al.*, 2012; CHAGAS *et al.*, 2016).

Desse modo, evidencia-se que a associação desse fungo com as plantas contribui para o ciclo de nutrientes e para o desenvolvimento vegetal. Além disso, destaca-se a importância de se conhecer ao máximo esse microrganismo e melhor explorar as suas propriedades benéficas na interação com as plantas (PEREIRA, 2012).

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de *Trichoderma harzianum* como potencial indutor de crescimento de mudas de mamoeiro.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação pertencente ao Centro Universitário de Patos de Minas, MG (UNIPAM), no período de março a maio de 2019. As avaliações foram realizadas no laboratório de Bromatologia, localizado no Bloco H do UNIPAM.

Foram utilizadas sementes de mamão da cultivar Papaya Gold, as quais foram semeadas em sacos de polietileno de cor preta com dimensões de 12x20 cm, contendo substrato comercial Carolina Soil®. Foram utilizadas três sementes por saco e a semeadura foi realizada na profundidade aproximada de um centímetro. Foi realizado desbaste quando as mudas atingiram cinco centímetros de altura, com o intuito de manter apenas uma muda por recipiente. As mudas foram irrigadas diariamente de acordo com a necessidade hídrica das plantas até o dia da avaliação.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, o que totalizou 20 parcelas experimentais. Cada parcela foi composta por oito plantas, o que totalizou 160 plantas. Os tratamentos que foram utilizados estão descritos na Tabela 1.

O fungo *Trichoderma harzianum*, produto comercial (Trianum®), foi aplicado no substrato nas concentrações 0, 2, 4, 6, 10 g L⁻¹ no momento da semeadura. A solução foi distribuída na parcela com sua respectiva dose, e cada saquinho recebeu 125 ml.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos que foram utilizados no experimento com *Trichoderma harzianum* em diferentes doses.

| Tratamentos | Especificações |
|----------------|--|
| T ₁ | Controle- sem adição de <i>Trichoderma harzianum</i> |
| T ₂ | <i>Trichoderma harzianum</i> (2 g L ⁻¹) |
| T ₃ | <i>Trichoderma harzianum</i> (4 g L ⁻¹) |
| T ₄ | <i>Trichoderma harzianum</i> (6 g L ⁻¹) |
| T ₅ | <i>Trichoderma harzianum</i> (10 g L ⁻¹) |

Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

As avaliações das mudas foram realizadas 60 dias após a emergência e os parâmetros avaliados foram altura de parte aérea, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e massa seca das raízes. A altura da parte aérea foi considerada a partir do nível do substrato até o ápice da planta e foi determinada com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. O diâmetro do caule foi determinado em milímetros com o uso de um paquímetro, adotando-se como critério a distância entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal do ramo principal. As determinações de massa seca das raízes e de parte aérea foram efetuadas em balança de precisão após as amostras passarem por estufa de circulação de ar forçado a 65°C por 48 horas.

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e as médias ajustadas aos modelos de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2014).

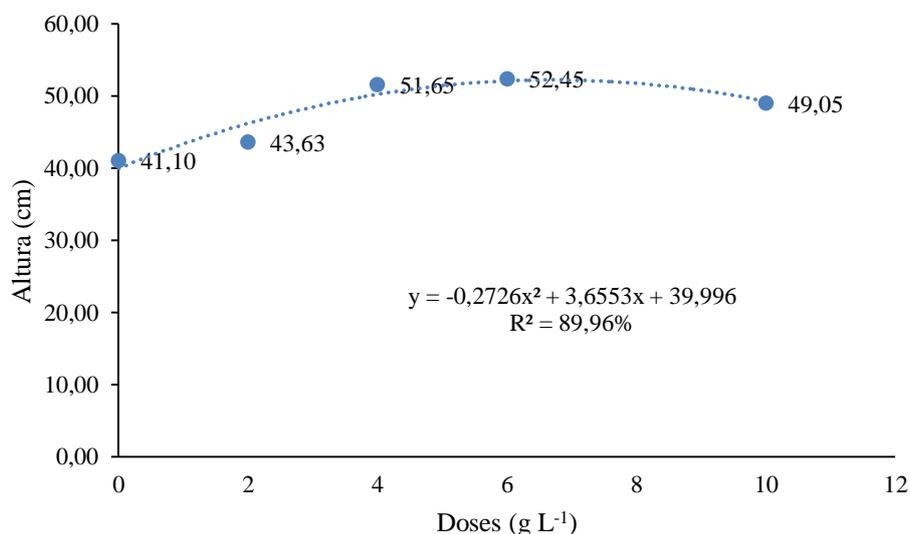
Resultados e Discussão

Para os parâmetros altura de parte aérea, diâmetro de caule e massa seca da parte aérea e raízes, verificou-se efeito significativo das doses de *Trichoderma harzianum* pela análise de regressão ao nível de 5% de significância.

Para o parâmetro altura das mudas de mamoeiro, as médias se ajustaram ao modelo quadrático, sendo que o tratamento quatro, correspondente à dose 6 g L⁻¹ de *T.harzianum*, mostrou-se superior às demais doses aplicadas, sendo obtida altura de mudas de 52,45 cm. O tratamento controle (0 g L⁻¹) apresentou a menor média de altura de plantas. Em relação aos tratamentos três e quatro, os mesmos obtiveram valores aproximados, sendo 51,65 e 52,45 cm, respectivamente, como mostra o gráfico 1.

Carvalho Filho (2008), trabalhando com *Trichoderma* como promotor de crescimento em mudas de eucalipto, com foco no desenvolvimento da parte aérea, verificou que o isolado CEN 262 de *Trichoderma harzianum* diferiu de todos os isolados utilizados, produzindo plantas mais robustas. Além disso, a utilização desse isolado resultou em um aumento médio de altura de 43% em relação à testemunha. Esses resultados corroboram com o presente trabalho, uma vez que também demonstram que *T. harzianum* atua promovendo o crescimento das mudas e proporcionando maior altura da planta.

Gráfico 1. Altura de mudas de mamoeiro em função da aplicação de diferentes doses de *Trichoderma harzianum* no substrato. Patos de Minas, Minas Gerais, 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

Contudo, os resultados obtidos neste trabalho diferem dos obtidos por Resende *et al.* (2004), os quais utilizaram sementes de milho inoculadas com *Trichoderma*

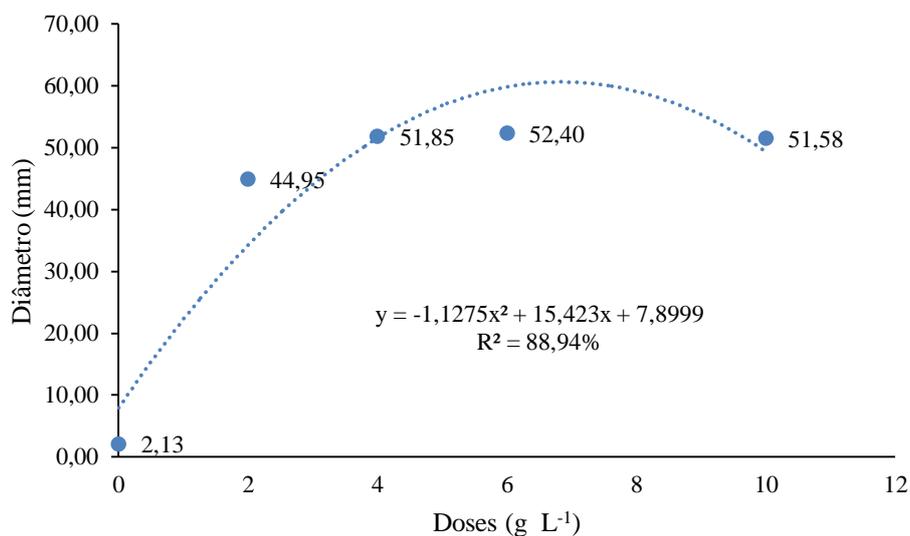
harzianum e verificaram que a utilização do fungo não resultou em resultados satisfatórios. Nesse estudo, os autores não obtiveram bons resultados para altura de plantas e aumento de massa fresca da parte aérea. Entretanto, é importante enfatizar que, no presente estudo, o melhor resultado ocorreu na aplicação de 6 g L⁻¹, o que permite supor que a dose utilizada pode ter sido o diferencial sobre a altura de mudas de mamoeiro.

Observa-se que o diâmetro das mudas teve melhores resultados nos tratamentos três e quatro, os quais correspondem a 4 e 6 g L⁻¹ de *T. harzianum*. No gráfico 2, está apresentado o ajuste das médias de diâmetro de mudas de mamoeiro ao modelo matemático quadrático e a equação que permite estimar o diâmetro das mudas na aplicação de doses entre 0 e 10 g L⁻¹ de *T. harzianum*.

Resultados semelhantes foram observados no trabalho desenvolvido por Amaral *et al.* (2017), em que foi observado que o diâmetro do coleto de mudas de *Jacaranda micranta* Cham (caroba) foi significativamente influenciado pela inoculação de *Trhicordema asperelloides*. Nesse estudo, os autores puderam perceber que a aplicação de *T. asperelloides* em 50% de vermicomposto resultou em mudas de caroba com diâmetro superior ao observado para o tratamento controle.

Em estudos realizados por Pereira (2017), a inoculação de *Trichoderma asperellum*, isolado I51, resultou em um maior crescimento de mudas seminais de *Pinus taeda* L., o que afetou positivamente as variáveis altura e diâmetro do coleto. Cabe salientar que a variável diâmetro do coleto é essencial na avaliação do potencial de sobrevivência da muda no campo. Além disso, essa variável é de grande importância sobre o crescimento da planta após o plantio (DANIEL *et al.*, 1997).

Gráfico 2. Diâmetro de mudas de mamoeiro em função da aplicação de diferentes doses de *Trichoderma harzianum* no substrato. Patos de Minas, Minas Gerais, 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

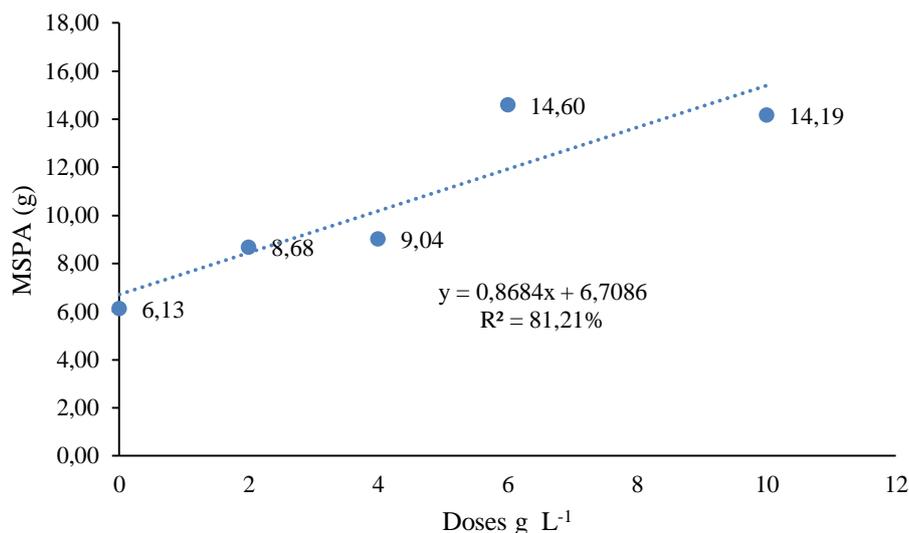
Weiler (2004) observou um incremento de peso seco de parte aérea e raízes em plantas tratadas com isolados de *Trichoderma* sp, o que concorda com os resultados

obtidos neste estudo. A análise do gráfico 3 permite inferir que a utilização de *T. harzianum* proporciona a obtenção de mudas de mamoeiro com massa seca da parte aérea superiores a não aplicação desse microrganismo.

As médias de massa seca da parte aérea se ajustaram ao modelo linear crescente. Dessa forma, pode-se afirmar que o aumento na dose de *T. harzianum* resulta em um maior acúmulo de massa de matéria seca nas folhas e caules na cultura do mamoeiro durante a etapa de produção de mudas.

Os dados obtidos para a variável massa seca da parte aérea concordam com trabalho de Prates, Lavres Júnior e Rossi (2007). Os autores, avaliando o efeito da composição mineral de mudas cítricas e das aplicações de *Trichoderma* spp., relataram a obtenção de melhores resultados quando o *Trichoderma* foi adicionado ao substrato. O uso do fungo na etapa de produção de mudas refletiu em maior comprimento e superfície total de raízes, o que afetou positivamente o vigor das mudas, devido à maior absorção de água e nutrientes.

Gráfico 3. Matéria seca da parte aérea de mudas de mamoeiro em função da aplicação de diferentes doses de *Trichoderma harzianum* no substrato. Patos de Minas, Minas Gerais, 2019.

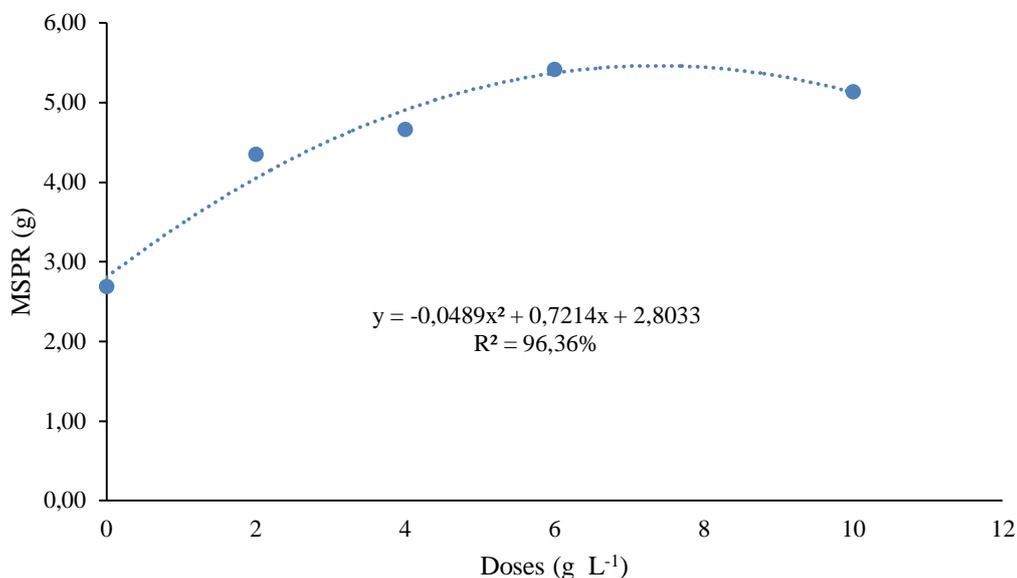


Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

Podemos observar no gráfico 4 que o tratamento quatro foi o que apresentou maior massa seca de raiz. O efeito da dose de *Trichoderma* foi quadrático, sendo que a não aplicação do fungo resultou no menor valor de massa seca do sistema radicular.

Lohmann e Mascarin (2009), ao contrário do observado neste estudo, não encontraram efeito positivo do uso de *Trichoderma harzianum* sobre a massa fresca da parte aérea e massa seca das raízes de mudas de eucalipto. Por outro lado, Carvalho Filho *et al.* (2008), também trabalhando com mudas clonais de eucalipto, observaram um incremento significativo da massa seca das raízes, da parte aérea e da altura das mudas.

Gráfico 4. Matéria seca da raiz de mudas de mamoeiro em função da aplicação de diferentes doses de *Trichoderma harzianum* no substrato. Patos de Minas, Minas Gerais, 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

Assim como neste estudo, Resende *et al.* (2004) constataram superior acúmulo de matéria seca em raízes de milho oriundas de sementes também inoculadas com *T. harzianum* em relação ao tratamento controle. O isolado T-22 de *T. harzianum*, devido a sua capacidade em solubilizar vários nutrientes importantes para as plantas, pode ter proporcionado maior crescimento das plantas de milho (ALTOMARE *et al.*, 1999)

Os resultados obtidos neste trabalho também estão em concordância com relatos de Pereira (2012), que verificou, em estudos com as espécies *Trichoderma virens*, *Trichoderma longibrachiatum*, *Trichoderma harzianum*, que espécies do gênero *Trichoderma* foram capazes de colonizar endofiticamente e promover o crescimento em mudas de maracujazeiro amarelo. Além disso, essas espécies proporcionaram maior acúmulo na massa fresca, seca e total da parte aérea e da raiz.

Resende *et al.* (2004) também observaram efeito positivo da aplicação de *Trichoderma harzianum*, a qual estimulou maior acúmulo de matéria seca em plântulas de milho (*Zea mays* L.). Resultados encontrados por Tavares *et al.* (2009) também demonstram o efeito positivo de dois isolados de *Trichoderma* spp. (*Trichoderma harzianum* e *Trichoderma virens*) sobre incremento de massas seca e fresca em mudas de mamoeiro. Para ambos os parâmetros, os autores verificaram respostas superiores da aplicação dos isolados em comparação ao tratamento controle.

Segundo Harman (2000), o tratamento de sementes com alguns microrganismos tem sido utilizado, pois, além de proteger as plantas contra fitopatógenos, pode promover o seu crescimento. Esse mecanismo se refere ao desenvolvimento das plantas de forma geral, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência e desenvolvimento das plantas e produção de grãos e frutos. Portanto, os resultados obtidos neste trabalho corroboram com dados obtidos por diferentes autores,

mostrando o grande potencial de uso agrícola desse fungo para o crescimento de mudas de mamoeiro.

Conclusão

Pode-se concluir que o uso da dose 6 g L⁻¹ do fungo *Trichoderma harzianum* influenciou na produção de mudas de mamoeiro cultivar Papaya Gold.

Referências

- ANANDAN, R. *et al.* Somatic Embryogenesis in *Carica papaya* through Zygotic Embryo Derived Callus Culture. In: International Symposium on Papaya, 2, 2010, Madurai. **Anais...** Madurai: ISHS, 2010. 201-208 p.
- ALTOMARE, C. *et al.* Solubilization of phosphates and micronutrientes by the plantgrowthpromoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 7, p. 2926-2933, 1999.
- AMARAL, P. P. *et al.* Promotores de crescimento na propagação de caroba. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 90, p. 149-157, abr.-jan. 2017.
- CARVALHO FILHO, M. R.T. *et al.* Avaliação de isolados de *Trichoderma* no controle da mancha foliar do Eucalipto in vitro e quanto a esporulação em dois substratos sólidos. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Brasília, DF; Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008.
- CHAGAS, L. F. B. *et al.* Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 01-11, 2016.
- DANIEL, O. *et al.* Aplicação de fosforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 163-168, set. 1997.
- DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L.; LIMA, J. F. de. Mamoeiro. In: BRUCKNER, C. H. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 309-349.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mandioca e frutíferas**. Cultivos. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355135/1905918/b1mamao.pdf/3a813ef8a67c-4002-b6c7-1e7ed3c01dbd>. Acesso em: 21 fev. 2019.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparison. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRANCO, C. F.; PRADO, R. M. Nutrição de micronutrientes em mudas de goiabeira em resposta ao uso de soluções nutritivas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 403-408, 2008.

HARMAN, G. E. Myths and dogmas of biocontrol- changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, v. 84, n.4, p. 377-392, 2000.

LOHMANN, T. D.; MASCARIN, G. M. Efeito da aplicação de *Trichoderma harzianum* na Supressão de Doenças e no Desenvolvimento de mudas de Eucaplito. Resumo do VI. CBA e II CLAA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

MALABADI, R. B. et al. Induction of somatic embryogenesis in Papaya (*Carica papaya*). **Research in Biotechnology**, v. 2, n. 5, p. 40-55, 2011.

MURAYAMA, S. J. **Fruticultura**. 2. ed. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986.

OLIVEIRA, A. G. *et al.* Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012.

PEREIRA, G. **Promoção do crescimento de mudas de maracujazeiro inoculadas com *Trichoderma* spp.** 2012, 67 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012.

PEREIRA, F. B. **Fungos promotores de crescimento e produção de mudas de *Pinus taeda* L.** 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Estadual do Centro Oeste. UNICENTRO, Irati- PR, 2017.

PRATES, H. S.; LAVRES JUNIOR, J. L.; ROSSI, M. L. Composição mineral de mudas cítricas com aplicação de *Trichoderma* spp. **Informações Agronômicas**. São Paulo, 2007.

RESENDE, M. L. *et al.* Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n. 4, p. 793-798, 2004.

TAVARES, G. **Podridão do Pé do Mamoeiro:** Infestação em solos de cultivo, controle alternativo com indutores de resistência e *Trichoderma* e avaliação dos mecanismos de defesa envolvidos. Recife, PE, março de 2009.

TRINDADE, A. V. **Mamão produção:** aspectos técnicos. Brasília, DF: Embrapa, 2000. p. 77.

WEILER, C. A. **A interação Fumo-*Trichoderma* sp no sistema floating de produção de mudas**. 2004. 42 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

Sensibilidade de híbridos de milho ao *Meloidogyne javanica*

Sensitivity of the corn hybrids to the *Meloidogyne javanica*

*Lucas Braga Marcozzi¹; Gustavo Braga Babilônia¹; Regiane Corrêa Araújo¹;
Lucas da Silva Mendes²*

¹ Graduandos em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
E-mail: lucasmarcozzi@hotmail.com; gustvobabilonia@gmail.com;
regianearaujo@unipam.edu.br

² Professor do curso Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
E-mail: lucassm@unipam.edu.br

Resumo: O nematoide das galhas pertencente ao gênero *Meloidogyne* spp. e está entre os principais agentes fitopatogênicos em diversas culturas. Portanto, objetivou-se neste trabalho avaliar a sensibilidade de diferentes híbridos de milho sob o parasitismo de *Meloidogyne javanica*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas MG, adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com 10 tratamentos e cinco repetições. Os híbridos utilizados foram SHS 7990 PRO 2, SHS 7930 PRO 2, 2A 401 PW, 2A 521 PW, 2B 610 PW, 2B 587 PW, SHS 5560, BM 915 PRO, BM 845 PRO 2, SHS 7939 PRO 2. As plantas foram inoculadas com 5.000 ovos de *M. javanica* e como testemunha foi utilizado o pimentão (*Capsicum annuum*) para testar a viabilidade do inóculo. 60 dias após a inoculação (DAI) os sistemas radiculares e as amostras de solo foram coletados, e em seguida encaminhados para a extração e quantificação de ovos e juvenis, determinando o Fator de Reprodução (FR). Os resultados mostraram que a temperatura dentro da casa de vegetação, no qual, o experimento foi conduzido, obteve-se um padrão constante de 31,5°C de máxima e 12,8°C de mínima sendo favorável para o desenvolvimento do patógeno. Os FR's dos tratamentos variaram entre 7,78 e 16,08, confirmando que todos os híbridos avaliados nesse estudo se comportaram como multiplicadores de *M. javanica* obtendo-se o FR maior que 1.

Palavras-chave: Fator de Reprodução. Nematoide. Rotação de cultura.

Abstract: The root-knot nematode, belonging to the genus *Meloidogyne* spp., it's the main phytopathogenic agents in several cultures. Thus, the objective of this study was to evaluate the sensitivity of different maize hybrids under *M. javanica* parasitism. The experiment was conducted in a greenhouse belonging to the University Center of Patos de Minas (UNIPAM), in Patos de Minas MG. The experimental design was randomized blocks (DBC), with 10 treatments and five replications. hybrids used were SHS 7990 PRO 2, SHS 7930 PRO 2, 2A 401 PW, 2A 521 PW, 2B 610 PW, 2B 587 PW, SHS 5560, BM 915 PRO, BM 845 PRO 2, SHS 7939 PRO 2. Plants were inoculated with 5,000 eggs of *M. javanica* and as a control the bell pepper (*Capsicum. annuum*) was used to test the viability of the inoculum. 60 days after inoculation (DAI) root systems and soil samples were collected, and then sent for the extraction and quantification of eggs and juveniles submitted by Jenkins method (1964), determining the Reproduction Factor (FR). The results show that the temperature inside the greenhouse, in

which the experiment was conducted, obtained a constant pattern of maximum 31.5 ° C and minimum 12.8 ° C, being favorable for the pathogen development. The FRs of the treatments ranged from 7.78 to 16.08, confirming that all hybrids evaluated in this study behaved as multipliers of *M. javanica* obtaining the $RF > 1$.

Keywords: Reproduction factor. Nematode. Culture rotation.

Introdução

Nos últimos anos, dentre vários fatores prejudiciais à cultura do milho, principalmente com problemas fitossanitários que relativamente reduzem sua produtividade, podem-se destacar os nematoides formadores de galhas do gênero *Meloidogyne* spp., importantes parasitas de plantas, responsáveis por perdas consideráveis de extensas áreas de produção agrícola do Brasil (DERPSCH; CALEAGARI, 1985).

Esses nematoides pertencem ao filo nematoda do reino animalia. São tipicamente vermiformes invertebrados, de simetria bilateral, não segmentado, ovíparo, dioico e com sistema reprodutivo e digestivo completo. Medem aproximadamente em média de 0,1 a 4,0 mm de comprimento (FIORENTIN, 2010). O grupo mais abundante são os fitófagos, devido às interações complexas com suas plantas hospedeiras. Esses nematoides resultam em mudanças morfológicas que afetam diretamente os principais processos fisiológicos, como absorção e translocação de água e nutrientes, fotossíntese e balanço hormonal. Os nematoides formadores de galhas são endoparasitas obrigatórios que se alimentam de células vegetais, encontradas no interior do sistema radicular das plantas, o resultado desse parasitismo se decorre com a indução de formação de galhas (MOURA, 1997).

Os primeiros indícios no Brasil de ataques significativos de nematoide do gênero *Meloidogyne* spp., parasitando a cultura do milho, foram relatados por Lordello *et al.* (1986), sendo que a presença de galhas é o sintoma mais característico em raízes infectadas, dificilmente podendo ser observada a olho em genótipos de milho.

Assim, pelo fato desses nematoides serem polípagos, obtendo-se entre seus hospedeiros espécies de importância econômica até plantas daninhas, vêm se tornando um motivo de grande preocupação no sentido de viabilizar o cultivo em áreas infestadas, dificultando medidas de controle adequadas por parte dos agricultores (SILVA *et al.*, 2001). Na busca por alternativas de controle de nematoides em áreas com altas populações, a utilização de sucessão ou rotação de culturas com plantas não hospedeiras vem se tornando alternativa eficiente e viável economicamente (FERRAZ; VALLE, 1997).

Nesse sentido, a cultura do milho é indicada em programas de rotações de culturas, uma vez que é cultivado em todo país, visando à redução da população de *Meloidogyne* spp. no solo em áreas infestadas (ASMUS; FERAZ; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2000). Sendo assim, para se obter sucesso em relação a esse método, é necessário o conhecimento das espécies de nematoides presentes na área e da reação das cultivares e híbridos de milho utilizados em programas de rotação frente a espécies

Meloidogyne, principalmente quanto à possibilidade de reprodução desses nematoides (WILCKEN *et al.*, 2006).

Tal fato tem estimulado o estudo de diferentes genótipos e híbridos de milho frente a *M. javanica*, visando sua viabilidade de plantio em aéreas infestadas, tornando assim importante o conhecimento em relação à sensibilidade dessa espécie vegetal a esses patógenos por meio do fator de reprodução (FR) dos mesmos (WILCKEN *et al.*, 2006). Com isso, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a sensibilidade de 10 híbridos de milho ao parasitismo de *M. javanica*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), localizado na cidade de Patos de Minas – MG, no período de fevereiro a maio de 2019. Como se mostra na tabela 2, a temperatura foi favorável para o desenvolvimento do patógeno durante a condição do experimento.

Tabela 1. Médias das temperaturas máximas e mínimas em °C obtidas no interior da casa de vegetação durante o período de condução do experimento. Patos de Minas, Minas Gerais, 2019.

| Períodos | Temperaturas médias em °C | |
|-------------------------|---------------------------|--------|
| | Máxima | Mínima |
| 11/03/2019 a 11/04/2019 | 33,7 | 13,3 |
| 11/04/2019 a 10/05/2019 | 29,33 | 12,4 |
| Médias | 31,5 | 12,8 |

Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

Para a realização do experimento foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), composto por 10 tratamentos e uma testemunha com cinco repetições cada, totalizando 55 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por 10 híbridos comerciais de milho, descritos na Tabela 2. Para testemunha foram utilizadas plantas de pimentão (*Capsicum annuum*), devido a sua suscetibilidade aos nematoides das galhas, para atestar a viabilidade do inóculo.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento intitulado “Sensibilidade de híbridos de milho ao *M. javanica*” Patos de Minas, Minas Gerais, 2019.

| Tratamentos | Híbridos |
|-------------|-------------------------------------|
| T1 | SHS 7990 PRO 2 |
| T2 | SHS 7930 PRO 2 |
| T3 | 2A 401 PW |
| T4 | 2A 521 PW |
| T5 | 2B 610 PW |
| T6 | 2B 587 PW |
| T7 | SHS 5560 |
| T8 | BM 915 PRO |
| T9 | BM 845 PRO 2 |
| T10 | SHS 7939 PRO 2 |
| TESTEMUNHA | Pimentão (<i>Capsicum annuum</i>) |

Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

No dia 25/02/2019 foram semeadas cinco sementes de milho em vasos com capacidade de 5 L, contendo substrato preparado com solo e areia lavada na proporção de 2:1 previamente autoclavados. O substrato foi autoclavado por 20 minutos a 120 °C no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia, situado no primeiro piso do bloco H do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em seguida foram levados para a casa de vegetação.

Duas semanas após o plantio, 11/03/2019, realizou-se o desbaste das plantas de milho, com a finalidade de manter apenas uma planta por vaso. Em seguida, no mesmo dia, realizou-se a inoculação em parcela por meio da adição de 5,0 mL da suspensão contendo 5.000 ovos de *M. javanica*. Os inóculos dos nematoides utilizados no experimento foram obtidos de populações puras de *M. javanica* mantidas em plantas de pimentão, cedidos pelo Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia – UNIPAM. Os ovos foram extraídos baseando-se na metodologia descrita por Boneti e Ferraz (1981) e Jenkins (1964), em que as raízes de pimentão foram separadas do solo e lavadas em água corrente, para que em seguida fossem trituradas com um liquidificador adicionando um litro de água, até encobrir todas as raízes. A trituração foi realizada por 20 segundos em rotação baixa e a suspensão obtida foi vertida em peneira de 100 mesh sobreposta por uma peneira de 400 mesh. O resíduo da peneira de 400 mesh foi recolhido para um Becker.

A suspensão foi processada pela técnica de flutuação de centrifuga em solução de sacarose, sendo distribuída em tubos de centrifuga balanceados que foram então centrifugados. A centrifugação ocorreu por 4 minutos à velocidade de 1750 RPM, e, após esse período, o sobrenadante foi descartado e, ao resíduo, adicionou a solução de sacarose (454 g de açúcar cristal.L⁻¹ de água). Os tubos foram centrifugados novamente, a uma velocidade de 1750 RPM, durante 1 minuto, e o sobrenadante foi vertido na peneira de 500 mesh. O resíduo dessa peneira foi recolhido, com auxílio de jatos de água, de uma pisseta até o Becker, onde o mesmo foi calibrado para manter

aproximadamente mil ovos por mL, sendo pipetados e depositados 5 mL nas proximidades da raiz.

Aos 60 dias após inoculação (DAI), 10/05/2019, realizou-se a extração dos ovos das raízes, utilizando a mesma metodologia anteriormente citada, para que, posteriormente, os ovos de nematoides fossem contados, com o auxílio de um microscópio óptico e um contador manual, com intuito de determinar a população de ovos de *M. javanica* presentes nas raízes.

Ao realizar a extração do substrato, utilizou-se a metodologia proposta por Jenkins (1964), em que foram coletadas amostras compostas por 100 cm³ de solo em cada parcela, adicionando-as em um balde com 2 litros de água, e, a seguir, foram homogeneizadas com as mãos, ocasionando a quebra de partículas maiores do solo, ocorrendo uma melhor liberação dos nematoides presentes nas mesmas para a solução, logo após, houve repouso de 1 minuto para que as partículas mais pesadas se sobreponham ao fundo do balde, ao término do processo, verteu-se a solução livre na peneira de 100 mesh acoplada com a de 400 mesh. Para o processamento de flutuação de centrífuga em solução de sacarose, utilizou-se a mesma metodologia descrita anteriormente para a extração dos ovos das raízes, realizando a contagem de ovos e eventuais juvenis pelo mesmo método.

Ao término das extrações e contagem de ovos de *M. javanica*, foi realizada a determinação do Fator de Reprodução (FR) de cada tratamento (COOK; EVANS, 1987), dividindo-se o número final de ovos obtidos por sistema radicular somado com os ovos e eventuais juvenis do substrato pelo número inicial de ovos inoculados, para diferenciar possíveis variedades imunes, resistentes e suscetíveis. Foram considerados imunes aqueles genótipos com FR igual a 0; resistentes os com FR menor que 1,0 e suscetíveis aqueles que apresentaram FR maior que 1,0, segundo escala proposta por Oostenbrink (1966). Os dados obtidos foram submetidos à ANAVA, quando observado significância. Para tratamentos, utilizou-se o teste de Scott Knot a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Sensibilidade dos híbridos de milho

Os valores de FR's obtidos para os híbridos foram significativos pelo teste de F situando-se na tabela 3. Conforme Oonstebrink (1966), todos os materiais estudados comportaram-se como suscetíveis, apresentando FR>1, indicando que a população do nematoide aumentou após a inoculação. Dentre os resultados obtidos, os FR's variaram entre 7,78 e 16,08, mostrando que nas condições do experimento a espécie *M. javanica* variou conforme a patogenicidade do nematoide frente a cada híbrido.

Tabela 3. Resultados do fator de reprodução (FR), e quantidades de ovos e juvenis obtidos por meio da extração da raiz e solo em híbridos de milho submetidos à inoculação de *Meloidogyne javanica*. Patos de Minas, Minas Gerais, 2019.

| Tratamentos | Solo | Raiz | FR |
|---------------------|---------|---------|-------|
| T8 BM 915 PRO | 26.000 | 13.000 | 7,78 |
| T1 SHS 7990 PRO 2 | 28.000 | 8.852,2 | 7,97 |
| T4 2A 521 PW | 24.000 | 16.100 | 8,02 |
| T9 BM 845 PRO 2 | 33.000 | 14.400 | 9,48 |
| T2 SHS 7930 PRO2 | 48.000 | 11.500 | 11,9 |
| T3 2A 401 PW | 45.000 | 15.650 | 12,13 |
| T5 2B 610 PW | 59.000 | 17.450 | 15,29 |
| T7 SHS 5560 | 55.000 | 21.500 | 15,31 |
| T6 2B 587 PW | 55.000 | 23.750 | 15,75 |
| T 10 SHS 7939 PRO 2 | 58.000 | 22.400 | 16,08 |
| TESTEMUNHA PIMENTAO | 106.000 | 19.100 | 25,20 |

CV: 34%

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knot em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração própria com dados do trabalho (2019).

A viabilidade do inóculo de *M. javanica* foi confirmada com o FR de 25,2 em pimentão (*Capsicum annuum*), obtendo-se um padrão de suscetibilidade. Soares (2017) constatou em seu trabalho, ao avaliar em seu experimento, que dentre os 28 genótipos de pimentão estudados, apenas nove foram considerados como resistente a *M. javanica*, obtendo-se alta taxa de suscetibilidade de *C. annuum* a esse nematoide. Resultados que corroboram com Alves e Campos (2001), em que citam que a maioria das cultivares de pimentão são suscetíveis aos nematoides do gênero *Meloidogyne sp.*

Conforme descrito na Tabela 1, durante a condução do experimento, não houve variação da temperatura no interior da casa de vegetação, indicando que a temperatura foi propícia para a reprodução e desenvolvimento do *M. javanica*. Oliveira (2007) confirmou a temperatura média de 35,7°C de máxima e 19,4°C de mínima como condições favoráveis ao desenvolvimento de *M. javanica*, sendo a média da condução do experimento de 31,5°C de máxima e 12,8°C de mínima. Trabalhos realizados comprovam que, se a temperatura do ambiente for inferior a 10°C durante a incubação de J2, pode acarretar na redução de seus movimentos, não causando injúrias nos tecidos, ocasionando o decréscimo de sua capacidade parasitária (BERGESON, 1959; THOMASON; VAN GUNDY; KIRKPATRICK, 1964). Van Gundy (1985) relatou que as espécies *M. incógnita*, *M. javanica*, *M. arenaria* (Neal) Chitwood, 1949 e possivelmente, *M. exigua* Goeldi, 1892, não sobrevivem por longos períodos em temperaturas abaixo de 10°C.

O híbrido 2B587 PW obteve FR de 15,75, sendo considerado suscetível. Este mesmo material foi estudado recentemente por Santos *et al.* (2017), que também comprovaram sua suscetibilidade a *M. javanica*, indicando seu Fator de Reprodução a 11,7. Já Silva *et al.* (2017), ao avaliarem diferentes híbridos em relação ao *M. incógnita*, afirmaram que o híbrido 2B587 PW também foi multiplicador dessa espécie com FR

próximo a 18,0. Esse mesmo material foi avaliado por Mendonça Filho et al. (2011), que comprovaram também sua suscetibilidade ao nematoide das lesões *P. brachyurus* com FR de 3,55. Resultados esses que comprovam a inviabilidade do cultivo do híbrido 2B 587 PW, em áreas infestadas com *M. javanica*, *M. incógnita* e *P. brachyurus*, pois o mesmo apresentou FR > 1 frente a essas espécies de nematoide, caracterizando-se como um material susceptível a esses patógenos.

Nota-se neste estudo que os híbridos SHS 7990 PRO 2, 2B 610 PW, 2A 401 PW e 2A 521 PW foram susceptíveis a *M. javanica*, limitando seu cultivo em áreas infestadas, pois a utilização dos mesmos aumenta significativamente a população desses patógenos no solo. Porém, Martins et al. (2018) e Leite et al. (2017), ao trabalharem com esses materiais, constataram a resistência dos mesmos frente ao parasitismo de *P. brachyurus*, obtendo redução da população inicial do nematoide, apresentando FR < 1. Torna-se assim recomendável o cultivo desses híbridos em programas de rotação de culturas, para auxiliar no manejo de áreas infestadas com esses nematoides,

Asmus e Andrade (1997), ao avaliarem 41 cultivares de milho, em casa de vegetação, frente ao parasitismo de *M. javanica*, observaram que somente seis cultivares de milho foram considerados como resistentes, por obterem um fator de reprodução abaixo de 1 (FR < 1). Já Brito e Antônio (1989) e Lordello et al. (1986), ao relatarem a resistência do milho a *M. javanica*, afirmaram que ainda não são muito conhecidas as reações das diferentes cultivares estudadas.

Manzotte (2002) também encontrou matérias resistentes, ao estudar 40 híbridos de milho, observou que apenas oito desses materiais foram considerados suscetíveis. Resultados diferentes foram encontrados por Santos et al. (2017), que estudaram em casa de vegetação, 71 híbridos, inoculados com 5.000 ovos de *M. javanica*. No estudo, todos se comportaram como multiplicadores aos 60 dias de avaliação. Lordello et al. (1999) também constataram a suscetibilidade de todos os 36 híbridos de milho estudados frente a essa espécie de nematoide.

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram com diversos autores (LORDELLO et al., 1986; CARNEIRO et al., 2007; MEDEIROS et al., 2001). Ao estudarem diferentes cultivares/híbridos de milho, comprovam e verificam a dificuldade de encontrar materiais resistentes a *M. javanica*, e até o presente momento, poucas fontes de resistência foram encontradas em materiais comerciais. Com isso, torna-se importante obter os devidos conhecimentos em relação a híbridos de milho com respectivos FR's baixos, para que possam ser utilizados em programas de rotação ou sucessão de culturas, com intuito de reduzir a população desses nematoides em áreas infestadas.

Conclusão

Todos os híbridos estudados foram considerados sensíveis ao *M. javanica*, com FR variando entre 7,78 a 16,08.

Referências

- ALVES, F. R.; CAMPOS, V. P. Efeito no aquecimento do solo na resistência de plantas a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raça 3. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 153-162, 2001.
- ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. 1997. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em cultivares de milho. **Nematologia Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 39-47, 1997.
- ASMUS, G. L.; L. C. B. FERAZ & B. APPEZZATO-DA-GLÓRIA. Alterações anatômicas em raízes de milho (*Zea mays*.) parasitadas por *Meloidogyne javanica*. **Nematropica**, v. 30 n.1, p. 33-39. 2000.
- BERGESON, G. B. The influence of temperature on the survival of some species of the genus *Meloidogyne*, in the absence of a host. **Nematologica**, v. 4, p. 344-354, 1959.
- BONETTI, J. I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, p. 553, 1981.
- BRITO, J. A.; ANTONIO, A.. Resistência de genótipos de milho a *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.13, p. 129-137, 1989.
- CARNEIRO, R.G. *et al.* Reação de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 9-13, 2007.
- COOK, R.; EVANS, K. Resistance and tolerance. *In*: BROWN, R. H.; KERRY, B. R. **Principles and practice of nematode control in crops**. New York: Academic Press, 1987. p. 179-231.
- DERPSCH, R.; A.CALEGARI. Guia de plantas para adubação verde de inverno. (documento IAPAR, 9). Londrina, **IAPAR**, p. 96. 1985.
- FERRAZ, S.; VALLE, L. A. Controle de fitonematóide por plantas antagônicas. **Cadernos Didáticos**. Viçosa: UFV, 1997.
- FIORENTIN, F. **Identificação de *Meloidogyne spp* em reservas legais e avaliação de parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 3 e *M. javanica* em plantas nativas do oeste paranaense**. 2010. 52 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândi Rondon, 2010.
- JENKINS, W. R. A rapid centrifugal flotation technique for extracting nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Saint Paul, v. 48, p. 692, 1964.

LEITE, M. C. *et al.* Hospedabilidade de híbridos de milho ao *pratylenchus brachyurus*. **VI Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano**. p. 1-2, IF Goiano - Campus Urutaí, GO. 2017.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; SAWASAKI, E. Resistência de milho a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 13, p. 71-39, 1999.

LORDELLO, R. R. A. *et al.* Nematóide das galhas danifica lavoura de milho em Goiás. **Nematologia Brasileira**, v.10, p. 145-149, 1986.

MANZOTTE, U. *et al.* Reação de híbridos de milho a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 105-108. 2002.

MARTINS, R. D. *et al.* Fator de reprodução de *pratylenchus brachyurus* em híbridos de milho. 7º Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano. **IF Goiano** - Campus Rio Verde, GO. 2018.

MEDEIROS, J. E. *et al.* Reação de genótipos de milho ao parasitismo de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 243-245, 2001.

MENDONÇA FILHO, M. A. M. *et al.* Reação De Híbridos De Milho Ao Nematóide *Pratylenchus Brachyurus*, Cultivados Na Safrinha No Estado Do Mato Grosso. **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, p. 5. Águas de Lindóia, SP. 2011.

MOURA, R. M. Gênero *Meloidogyne* e a *meloidoginose*. Parte I. In: LUZ, W. C. (Ed.): **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 209-244, 1997.

OLIVEIRA, C. D. **Enxertia de plantas de pimentão em *Capsicum spp.* no manejo de nematóide de galha**. 2007, 155f. (Tese de Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2007.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen van de landbouwhogeschool**, Wageningen, v. 66, p. 03-46, 1966.

SANTOS, T. F. S. *et al.* Comportamento de híbridos de milho a *M.javanica*. **XIV Seminário Nacional Milho Safrinha - APROSMAT**, Rondonópolis, MT, 2017.

SILVA, J. F. V. *et al.* Produção de grãos em ambientes com nematoides de galhas. Londrina: **Embrapa Soja: Fap eagro** (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n. 168), p. 15, 2001.

SILVA, R. G.; SANTOS, T. F. S.; CORADINI, D.; SILVA, M. B. S.; RIBEIRO, L. Q.; SANTOS, T. S.; SILVA, S. S. S. S. Reação de híbridos de milho ao nematóide

meloidogyne incógnita. XIV Seminário Nacional Milho Safrinha - APROSMAT, Rondonópolis, MT, 2017.

SOARES, R.S. **Reação de genótipos de *Capsicum annuum* a nematoides das galhas**. 2017. 57 f. Dissertação (Genética e Melhoramento de Plantas) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, SP, 2017.

THOMASON, I.J., VAN GUNDY, S.D.; KIRKPATRICK, J.D. Motility and infectivity of *Meloidogyne javanica* as affected by storage time and temperature in water. **Phytopathology**, v. 54, p. 192-195, 1964.

VAN GUNDY, S.D. Ecology of *Meloidogyne* spp.- emphasis on environmental factors affecting survival and pathogenicity. In: SASSER, J.N. & CARTER, C.C. An advanced treatise on *Meloidogyne*. **Raleigh North Carolina**, v. 1, p. 177-182, 1985.

WILCKEN, S.R.S., R.M. FUKAZAWA, J.M.O. ROSA, A.M.JESUS & S.J. BICUDO. Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 2 e *M. javanica* em genótipos de milho em condições de casa de vegetação. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 35-38, 2006.

Uso de *Bacillus* sp. como promotores de crescimento e biocontrole de *Fusarium semitectum* em sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill)

Use of *Bacillus* sp. as promoters of growth and biocontrol of *Fusarium semitectum* in soybean seeds (*Glycine max* L. Merrill)

Suzana Silva Gonçalves¹; Gustavo de Andrade Bezerra²; Tathyane Pereira de Sousa³; Niedja Bezerra Costa⁴; Patrícia Sumara Moreira Fernandes⁵; Ivaneide Oliveira Nascimento⁶

¹ UEMA, Graduada em Engenharia Agrônômica.
E-mail: suzanaherenio@gmail.com

² UFG, Doutorando em Agronomia (Fitossanidade).

³ UEMA, Doutora em Agroecologia.

⁴ UFG, Doutora em Agronomia (Fitossanidade).

⁵ UEMA, Mestre em Agricultura e Ambiente.

⁶ UFT, Graduada em Engenharia Agrônômica.

Resumo: O tratamento de sementes desempenha um papel fundamental para o sucesso da emergência de plântulas de maneira uniforme. Portanto, buscou-se avaliar a qualidade sanitária de sementes de soja e a eficácia da microbiolização com *Bacillus cereus* e *Bacillus macerans* no controle biológico de *F. semitectum* e na promoção do crescimento de plântulas de soja. Para o teste de sanidade das sementes foi empregado o método do *Blotter Test*. Os tratamentos ficaram da seguinte forma: T1 – sementes não microbiolizadas; T2 – sementes microbiolizadas com *B. cereus* (B-45); T3 – sementes microbiolizadas com *B. macerans* (B-16); T4 – sementes microbiolizadas com *B. macerans* e *B. cereus*. As sementes microbiolizadas com as bactérias foram plaqueadas em experimentos conduzidos no laboratório com DIC. Para promoção de crescimento foram avaliados 15 plântulas de cada repetição por tratamento. As análises procederam-se em intervalos de 10, 20 e 30 dias após a instalação do experimento. Realizou-se a avaliação dos parâmetros de crescimentos: germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea e de raízes, massa seca da parte aérea e de raízes. Houve 10% na germinação, 57,25% de sementes infectadas e 42,75% sadias. Na redução de fitopatógenos, de *F. semitectum* e germinação por sementes induzidas com *Bacillus* sp. houve 25% de germinação, 73,25% de sementes sadias e 33,25% infectadas. Em casa de vegetação houve a transmissão via semente nas plântulas: *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Alternaria* sp., *F. semitectum*, *Cercospora sojina*, *Penicillium* sp. e *Verticillium* sp. Com isso, o isolado de *B. cereus* apresentou melhor eficiência para todos os parâmetros avaliados no experimento.

Palavras-chave: microbiolização. Promoção de crescimento. Plântulas

Abstract: Seed treatment plays a key role in the success of uniform seedling emergence. Therefore, we sought to evaluate the health quality of soybean seeds and the effectiveness of

microbiolization with *Bacillus cereus* and *Bacillus macerans* in the biological control of *F. semitectum* and in promoting the growth of soybean seedlings. For the seed health test the *Blotter Test* method was used. The treatments were as follows: T1 - non-microbiolized seeds; T2 - microbiolized seeds with *B. cereus* (B-45); T3 - microbiolized seeds with *B. macerans* (B-16); T4 - microbiolized seeds with *B. macerans* and *B. cereus*. Microbiolized seeds with bacteria were plated in experiments conducted in the laboratory with IHD. For growth promotion, 15 seedlings of each replicate were evaluated. by treatment. The analyzes were performed at intervals of 10, 20 and 30 days after the installation of the experiment. The growth parameters were evaluated: germination, shoot length, root length, shoot and root fresh mass, shoot and root dry mass. There were 10% in germination, 57.25% of infected seeds and 42.75% healthy. In the reduction of phytopathogens, *F. semitectum* and seed germination induced with *Bacillus* sp. There were 25% of germination, 73.25% of healthy seeds and 33.25% infected. In greenhouse, seedlings were transmitted by seedlings: *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Alternaria* sp., *F. semitectum*, *Cercospora sojina*, *Penicillium* sp. and *Verticillium* sp. Thus, the *B. cereus* isolate presented better efficiency for all parameters evaluated in the experiment.

Keywords: microbiolization. Promotion of growth. Seedlings

Introdução

Dentro do agronegócio mundial, a produção de soja está entre as atividades econômicas que, nas últimas décadas, apresentaram crescimentos mais expressivos. Isso pode ser atribuído a diversos fatores, como: desenvolvimento e estruturação de um sólido mercado internacional relacionado com o comércio de produtos do complexo soja; consolidação da oleaginosa como importante fonte de proteína vegetal, especialmente para atender a demandas crescentes dos setores ligados à produção de produtos de origem animal; geração e oferta de tecnologias, que viabilizaram a expansão da exploração sojícola para diversas regiões do mundo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011)

Tendo em vista o grande número de doenças que podem afetar a cultura da soja, o emprego de medidas de controle que minimizem as perdas é fundamental. Dentre essas medidas, o uso de cultivares resistentes, sementes livres de patógenos e o tratamento químico podem garantir a obtenção de plantas mais saudáveis e produtivas (HENNING *et al.*, 1994). Dentre as espécies de *Fusarium*, a mais frequentemente encontrada em sementes de soja é o *F. semitectum* (98% ou mais), sendo considerado patogênico por afetar a germinação em laboratório (GOULART, 2010).

Diferentes tipos de microrganismos estão sendo investigados, no Brasil, onde antagonistas isolados podem inibir o crescimento de patógenos, em meio de cultura. O potencial de agentes microbianos de biocontrole, através da microbiolização das sementes, já foi registrado. Esses microrganismos atuam como indutores de resistência, provocando alterações citoquímicas durante o ataque de patógenos (KLOEPPER; GARDENER; DRIKS, 2004). A microbiolização consiste na utilização de microrganismos ou de seus metabólitos na proteção de sementes, sendo este método já utilizado na promoção de germinação e crescimento e no controle de diferentes patógenos (FARIA; ALBUQUERQUE; CASSETARI NETO; 2003).

Os fungos associados à semente podem causar a sua deterioração, ou ser transmitidos para a plântula, colonizando órgãos radiculares e aéreos. A transmissão de um patógeno pela semente pode ser influenciada por uma série de fatores, como espécie cultivada, condições ambientais, práticas culturais, sobrevivência do inóculo, vigor da semente, e microflora do solo e da semente entre outros (McGEE, 1988; CASA; REIS; NERBASS, 2006).

A transmissão por sementes de soja contendo esporos e clamidósporos de *Fusarium* spp leva à infecção por meio do desenvolvimento de micélio do patógeno nos tecidos do hospedeiro. A transmissibilidade do fungo através da massa de grãos pode perdurar por até um ano em sementes armazenadas e resíduos de colheita, assim como partículas de solo podem, efetivamente, transferir inóculo de *Fusarium* spp. quando em contato com sementes de soja (VENTURA, 1999).

As rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (RPCP) são bactérias encontradas na rizosfera, podendo estar na superfície ou em associação com as raízes, sendo capazes de potencializar o crescimento da planta de maneira direta ou indireta (GALDIANO JUNIOR, 2011). As pesquisas sobre as RPCP têm aumentado cada vez mais desde que o termo foi utilizado pela primeira vez por Kloepper e colaboradores no final de 1970 (VESSEY, 2003). Entre os gêneros mais estudados destacam-se: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum* e *Rhizobium*. Esses microrganismos têm ação sobre o desenvolvimento das plantas, incluindo os efeitos benéficos tanto na germinação de sementes, quanto na emergência de plântulas e crescimento das plantas (LAZZARETTI; BETTIOL, 1997). As RPCP agem de forma complexa. Dessa forma, as rizobactérias podem apresentar uma combinação de ações positivas para o crescimento das plantas (AHMAD; AHMAD; KHAN, 2008).

O crescimento de fungos, bactérias e nematoides fitopatogênicos pode ser inibido por vários microrganismos benéficos habitantes da rizosfera. A atividade e os efeitos antagonistas de microrganismos benéficos às plantas, atuando na rizosfera estão bem estudados para as bactérias pertencentes ao grupo das Proteobacteria (*Pseudomonas* e *Burkholderia*) e Firmicutes (*Bacillus* e gêneros afins) (RAAIJMAKERS *et al.*, 2009). As rizobactérias podem suprimir as doenças envolvendo vários mecanismos de ação, como: antagonismo relacionado à produção de antibióticos antifúngicos como a iturina em *B. subtilis* (ARAÚJO; HUNGRIA; HENNING, 2005); competição por espaço e nutrientes com fitopatógenos e outros microrganismos prejudiciais à rizosfera (PEIXOTO, 1997; ROBIN *et al.* 2008); e indução de resistência nas plantas (WALL; SANCHEZ, 1993). Neste contexto, objetivou-se avaliar a qualidade sanitária de sementes de soja e a eficácia da microbiolização de sementes com *Bacillus cereus* e *Bacillus macerans* no controle biológico de *F. semitectum* e na promoção do crescimento de plântulas de soja.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Fitopatologia, Microbiologia e Alimento e de Entomologia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA/CESI). Foram utilizadas sementes de soja da cultivar M9144Y colhidas no ciclo de 2013/2014. O teste de sanidade consistiu na utilização de 400 sementes. As sementes de soja foram

inicialmente desinfestadas através de imersão em uma solução de hipoclorito de sódio (NaOCl), a 1% de cloro ativo por 3 minutos, seguida de 3 lavagens com água destilada. Em seguida, as mesmas foram plaqueadas em placas de Petri previamente esterilizadas, contendo três camadas de papel de filtro umedecido com água destilada e esterilizada (ADE), sendo plaqueadas 20 sementes (BRASIL, 2009). As placas foram acondicionadas em bancadas por sete dias em condições de fotoperíodo (16h de luz e 8h de escuro), sendo possível realizar um levantamento de patógenos nas sementes, com auxílio de microscópio óptico e metodologia comparativa de Barnett e Hunter (1998).

Para avaliar a redução da incidência dos fitopatógenos em sementes de soja, foi adotada a metodologia citada por Ludwig *et al* (2004) com modificações, que consiste em microbiolizar as sementes com os isolados de *Bacillus*, na forma de suspensão, adicionando-se solução salina (NaCl 0,85%) a cada um dos *Bacillus*, sendo a concentração ajustada para $OD_{540}=0,5$ AA. As sementes foram imersas nesta suspensão e agitadas durante 2 horas a 25 °C. Após esse procedimento, as sementes foram plaqueadas, pelo método do papel de filtro (BRASIL, 2009) e incubadas a 25°C, sob regime de fotoperíodo. A avaliação da incidência dos patógenos ocorreu após sete dias, examinando-se individualmente as sementes em microscópio estereoscópico para observação da incidência dos fitopatógenos. O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado, com quatro isolados e cinco repetições, sendo que cada placa de Petri com 20 sementes constituiu uma unidade experimental. Os tratamentos ficaram da seguinte forma: T1 – sementes não microbiolizadas; T2 – sementes microbiolizadas com *B cereus* (B-45); T3 – sementes microbiolizadas com *B macerans* (B-16); T4 – sementes microbiolizadas com *B. macerans* e *B. cereus*.

Na avaliação da promoção de crescimento, o experimento conduzido em bandeja foi instalado em casa de vegetação no CDT (Centro de Difusão Tecnológica) no Município de Imperatriz do Estado do Maranhão. Foram utilizados 4 tratamentos (T1 – sementes não microbiolizadas; T2 – sementes microbiolizadas com *Bacillus cereus* (B-45); T3 – sementes microbiolizadas com *Bacillus macerans* (B-16); T4 – sementes microbiolizadas com *Bacillus macerans* e *Bacillus cereus*), contendo cada um 30 sementes, totalizando 120 sementes/tratamento, usando como substrato vermiculita fina. As análises procederam em intervalos de 10, 20 e 30 dias após a instalação do experimento. Realizou-se a avaliação dos parâmetros de crescimentos:

- Germinação: segundo metodologia adaptada de Machado *et al* (2002), as contagens de germinação foram feitas a partir da instalação do teste com intervalos de 10, 20 e 30 dias após a instalação do experimento. O critério adotado para a avaliação do teste baseia-se nas recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), em que se consideraram germinadas as sementes que originaram plântulas normais, com todas as estruturas essenciais, demonstrando, assim, sua aptidão para produzirem plantas normais sob condições favoráveis de campo.
- Comprimento de parte aérea: foi realizado por intermédio de uma régua graduada, sendo medido do colo ao maior ápice da ramificação (COUTO *et al*, 2009).

- Comprimento de parte radicular: foi realizado por intermédio de uma régua graduada, sendo medido do colo à maior ponta da raiz (COUTO *et al.*, 2009).
- Biomassa: as plantas utilizadas para determinação de comprimento de parte aérea e radicular foram utilizadas posteriormente para avaliação da biomassa fresca, quando se procedeu com o acondicionamento das plantas em sacos de papel, previamente identificados por tratamento e repetição e levados à balança digital para pesagem. Em seguida foi levado para estufa de circulação forçada, com temperatura de 70°C (± 5°C) por 24 horas para obtenção da biomassa seca. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa ASSISTAT 7.0.

Na avaliação para o teste de transmissibilidade, a metodologia foi adaptada segundo a metodologia de Lazarotto *et al.* (2012). As avaliações foram feitas com intervalos de 10, 20 e 30 dias depois da instalação do experimento. As mesmas consistiram na observação dos sintomas de doenças nas plântulas e coletadas para análise em laboratório. Avaliaram-se 5 (cinco) plantas por repetição/tratamento em intervalos de 10, 20, 30 dias. Para essas avaliações, utilizou-se a metodologia descrita por Rego (2008), avaliando-se emergência de plântulas sadias e plântulas com sintomas de doenças. As sementes não germinadas foram retiradas, lavadas em água esterilizada e colocadas em câmara úmida, onde permaneceram por sete dias, sendo identificados os patógenos associados a estas e o mesmo foi feito com as mudas sintomáticas. O mesmo procedimento se repetiu aos 20 e 30 dias.

A taxa de transmissão avaliada foi feita pela metodologia de Teixeira e Machado (2003). Os dados obtidos foram expressos em porcentagem de transmissão em cada um dos tratamentos.

$$T.T(\%)x = \frac{T.I(\%)x 100}{I.S(\%)}$$

em que:

T.T (%) – taxa de transmissão de patógenos;

T.I – taxa de infecção em sementes por fungos;

I.S – incidência do fungo em sementes avaliadas no “Blotter test”.

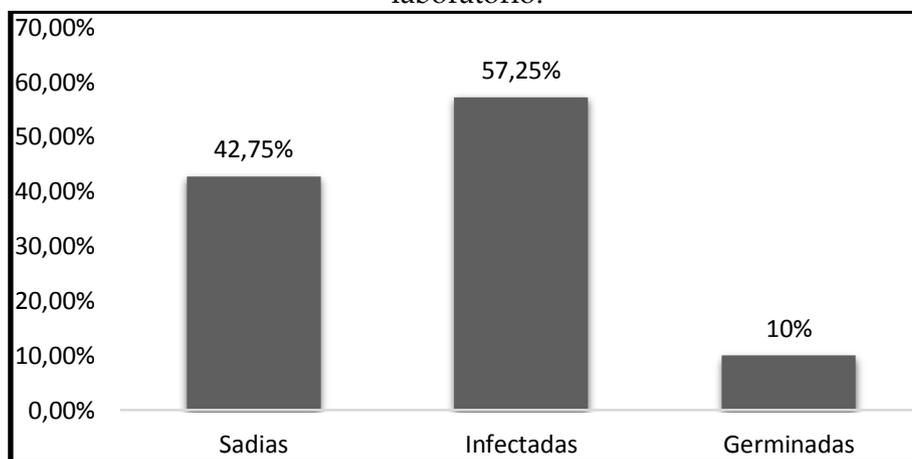
Os dados obtidos foram expressos em porcentagem de transmissão em cada um dos tratamentos.

Resultados e Discussão

As sementes de soja apresentaram baixa taxa de germinação, que pode estar associada com a incidência de fungos fitopatogênicos. Observa-se que as sementes de soja apresentaram 57,25% de sementes infectadas, resultado que pode estar relacionado com a baixa germinação das mesmas, que foi de 10% (Figura 1). O método de armazenamento das sementes pode diminuir o vigor germinativo das mesmas, uma vez que as sementes que foram coletadas para análise encontravam-se armazenadas em ambiente fora da refrigeração por um determinado período de tempo. Logo, a falta

de refrigeração no armazenamento torna-se um fator limitante também podendo estar relacionado com a baixa germinação das sementes.

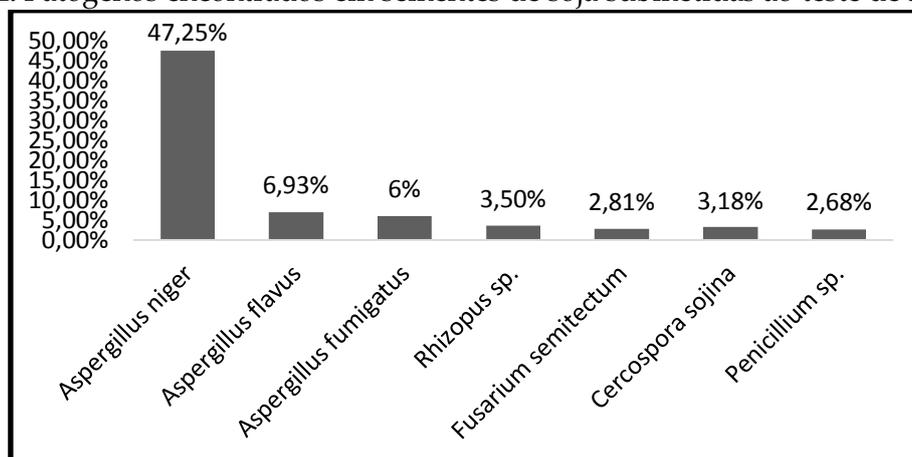
Figura 1. Condição sanitária de sementes de soja submetidas à teste de sanidade pelo método de papel de filtro e germinação em experimento realizado em condições de laboratório.



Fonte: Dados da pesquisa

Em relação a sanidades das sementes de acordo com a incidência fúngica, foram identificadas as seguintes espécies fitopatogênicas: *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium semitectum*, *Cercospora sojina*, *Rhizopus* sp. e *Penicillium* sp. (Figura 2).

Figura 2. Patógenos encontrados em sementes de soja submetidas ao teste de sanidade.



Fonte: Dados da pesquisa

Na avaliação sanitária das sementes, houve elevada incidência de patógenos de armazenamento nas variedades analisadas. O fungo *Aspergillus niger* foi o de maior incidência, com 47,25%, seguido do *Aspergillus flavus*, com 6,93%. Entretanto, os patógenos que transmitem doenças de campo tiveram baixa incidência, como no caso do *Fusarium semitectum*, que obteve o percentual de incidência de 2,81%, de acordo com

o teste de saude, causador de doenças como podridão de sementes, podridão do colo e podridão de raiz.

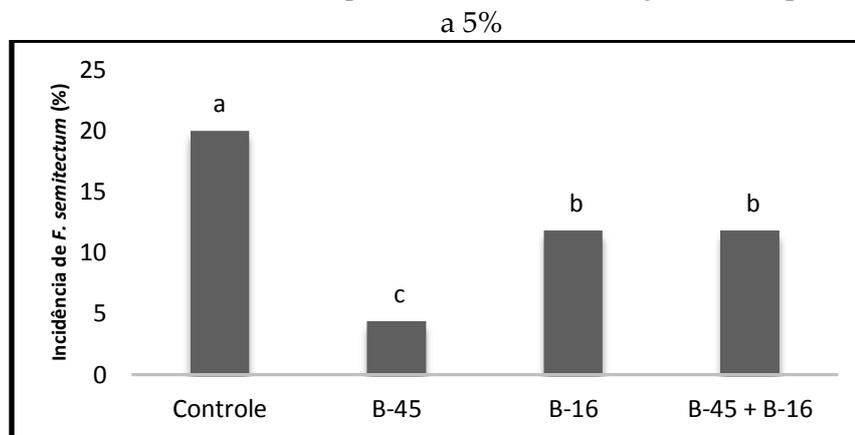
Diversos fatores podem influenciar na variação dos testes de incubação, dentre os principais está a condição de armazenamento das amostras, sendo o controle da temperatura e da umidade relativa do ar indispensável para preservar a viabilidade da semente e dos patógenos (HENNING, 2005). A duração e as condições de armazenamento podem levar a resultados completamente diferentes entre laboratórios, devido à perda da viabilidade dos patógenos de campo ou a proliferação de fungos de armazenamento.

No experimento realizado para avaliação do efeito dos isolados de *B. cereus* e *B. macerans*, tanto para o controle de fitopatógenos, quanto para a promoção de crescimento, pôde-se perceber um crescente efeito desses isolados e suas combinações na redução de fitopatógenos e na germinação de sementes em condições de laboratório, visto que houve uma redução na porcentagem de sementes infectadas com 26,75% de infestação fúngica, quando comparado aos dados de sanidade de sementes (Figura 1). O uso de isolados de *Bacillus* sp. foi eficiente para redução de fitopatógenos em sementes de soja.

Houve um acréscimo na taxa de germinação das sementes de soja quando submetidas aos tratamentos com uso de *Bacillus* sp. De acordo com as análises feitas por Paz *et al.* (1997), ao avaliar o efeito inibitório do surgimento de agentes patogênicos na germinação de sementes de feijão e milho microbiolizadas com um isolado endofítico de *Bacillus subtilis*, constatou-se que a inibição da germinação pode ter ocorrido devido a alguns fatores, entre estes pode-se destacar um inóculo elevado, existindo um efeito de competição por nutrientes entre o microrganismo e o embrião vegetal. Outro fator de inibição pode ter ocorrido pela produção de metabolitos tóxicos pela bactéria à semente, o que pode ter acarretado uma diminuição nos índices de crescimento das radículas ou a morte do embrião, levando, assim, a uma redução também no surgimento de fungos fitopatogênicos.

Houve uma redução da incidência de microrganismos em relação ao tratamento controle. As sementes tratadas com B-45 apresentaram eficiência contra o *F. semitectum*, reduzindo em 85% a infestação em relação ao controle (Figura 3). Alguns autores constataram que isolados de diversas espécies de *Bacillus* são capazes de inibir o crescimento fúngico em várias culturas. Foi constatado no experimento de Remuska e Pria (2007) que alguns *Bacillus* como *B. thuringiensis* e *B. subtilis* inibiram o crescimento micelial de diversos fungos em condições de laboratório como os *Fusarium solani* e *Rizoctonia solani*.

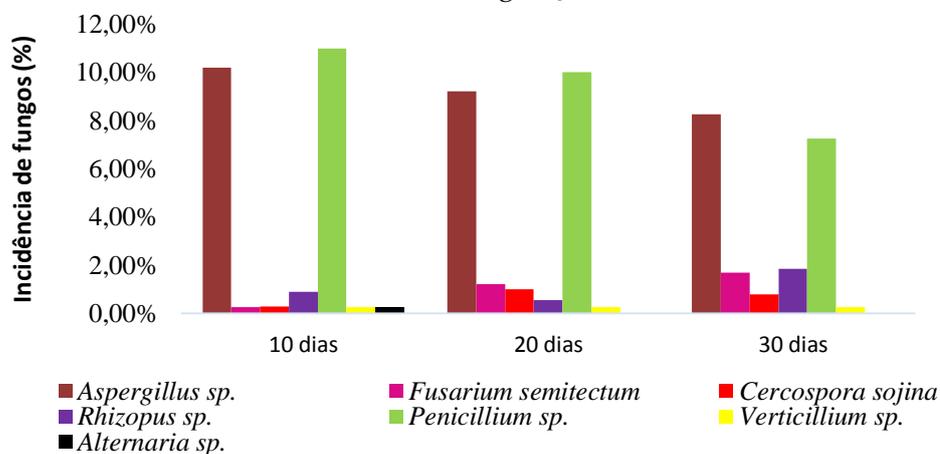
Figura 3. Análise do efeito de isolados de *B. cereus* (B – 45) e *B. macerans* (B – 16) no controle de *F. semitectum* em sementes de soja, em experimento realizado em laboratório. As letras diferentes representam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%



Fonte: Dados da pesquisa

Na avaliação da transmissão de fitopatógenos em plântulas de soja e redução da incidência induzidas por *B. cereus* e *B. macerans*, observou-se baixa incidência de fitopatógenos em plântulas de soja quando relacionadas ao teste de sanidade. Com a análise, os fungos transportados pelas sementes foram *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Alternaria* sp., *F. semitectum*, *C. soja*, *Penicillium* sp. e *Verticillium* sp. (Figura 4).

Figura 4. Incidência fúngica associada à produção de plântulas de soja em casa de vegetação



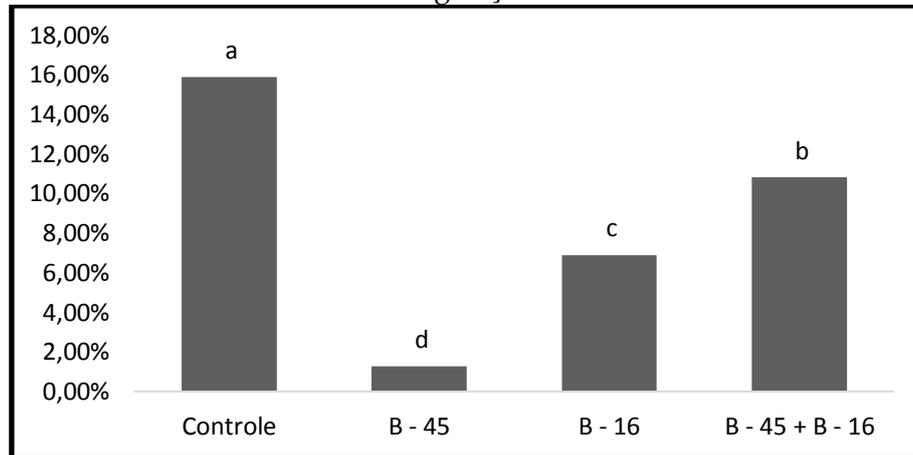
Fonte: Dados da pesquisa

Em trabalho realizado por Corrêa *et al.* (2008), houve controle significativo do *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* em antagonismo com *B. subtilis* na redução de transmissão desse fitopatógeno em plântulas de feijão, podendo relacionar com os dados obtidos com a soja.

Quando submetidas aos tratamentos com indutores biológicos para a redução de fitopatógenos, as plântulas de soja apresentaram redução na incidência desses

fitopatógenos (Figura 5) e as plântulas apresentam aspectos sanitários satisfatório para a produção. O tratamento (B – 45), com suspensão de *B. cereus*, apresentou menor incidência de patógenos.

Figura 5. Avaliação do efeito de isolados de *B. cereus* (B – 45) e *B. macerans* (B – 16) no controle de *F. semitectum* em plântulas de soja em experimento realizado em casa de vegetação



Fonte: Dados da pesquisa

No controle de *F. semitectum*, o tratamento com uso de *Bacillus cereus* (B 45) se destacou. No trabalho feito por Costa, Dhingra e Silva (2005), utilizando a influência de inóculo interno de *F. semitectum* associados às sementes e plântulas, os resultados observados mostraram que o inóculo de *F. semitectum* em sementes pode estar associado à podridão radicular de mudas e ao crescimento em plântulas.

Em relação à promoção de crescimento de plântulas de soja, quando feita a avaliação para germinação, foi observado um incremento na germinação induzido por tratamentos bacterianos, mostrando que os tratamentos realizados não influenciaram na germinação (Tabela 1)

Tabela 1. Germinação de sementes de soja avaliadas aos 10, 20 e 30 dias após a semeadura, tratadas com *Bacillus* sp promotores de crescimento de plantas

| Tratamentos | Germinação (%) | | |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 10 dias | 20 dias | 30 dias |
| Controle | 9,50 a | 10,75 a | 11,75 a |
| B45 | 8,75 a | 9,75 a | 12,00 a |
| B16 | 7,00 a | 7,50 a | 8,25 a |
| B45 + B16 | 6,75 a | 7,25 a | 7,75 a |
| CV (%) | 31,15 | 27,65 | 29,09 |
| F | 1.1544 ^{ns} | 1.9754 ^{ns} | 2.4214 ^{ns} |

Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. Legenda: B – 45 (*Bacillus cereus*); B – 16 (*Bacillus macerans*).

Fonte: Dados da pesquisa

Na avaliação de parâmetros morfoagronômicos, os dados demonstram que há um crescimento do comprimento de parte aérea e raízes e incremento de massa fresca e seca de parte aérea e de raízes, quando submetidos ao tratamento com B-45 (Tabela 2, 3 e 4), devido ao incremento de produção de biomassa que esses microrganismos benéficos proporcionam à cultura. Ao avaliarem resposta da co-inoculação de bactérias promotoras de crescimento em plantas, Rodrigues *et al.* (2012) verificaram que a promotora de crescimento da parte aérea e da raiz no feijão caupi com espécies de *Bacillus* sp. promoveram efeitos positivos. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Araújo e Carvalho (2009), os quais observaram que o tratamento com *B. subtilis* aumentou a produção de massa fresca da parte aérea e de raízes de plântulas de leguminosas.

Tabela 2. Avaliação do comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR) de plântulas de soja avaliadas aos 10, 20 e 30 dias após a semeadura, induzidas por *B. cereus* e *B. macerans*

| Tratamentos | Comprimento (cm) | | | | | |
|----------------|------------------|---------|-----------|----------|------------|-----------|
| | 10 dias | | 20 dias | | 30 dias | |
| | CPA | CR | CPA | CR | CPA | CR |
| Controle | 2,075 c | 2.750 a | 5.025 b | 3.275 b | 7.000 c | 3.825 b |
| B – 45 | 5,725 a | 3.425 a | 8.225 a | 4.225 a | 12.525 a | 5.100 a |
| B – 16 | 3,875 b | 2.750 a | 4.875 b | 3.225 b | 8.675 b | 4.100 b |
| B – 45 + B –16 | 3.800 b | 2.800 a | 4.575 b | 3.100 b | 7.025 c | 3.625 b |
| CV (%) | 3.82 | 11.17 | 6.37 | 10.03 | 5.08 | 7.71 |
| F | 406.4286** | 4.0602* | 89.4268** | 8.9203** | 135.0708** | 16.6559** |

Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. Legenda: B – 45 (*Bacillus cereus*); B – 16 (*Bacillus macerans*).

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 3. Avaliação da massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca das raízes (MFR) de plântulas de soja (*Glycine max* L. Merrill), avaliadas aos 10, 20 e 30 dias após a semeadura, induzidas por *Bacillus cereus* e *Bacillus Macerans*

| Tratamentos | Peso (g) | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 10 dias | | 20 dias | | 30 dias | |
| | MFPA | MFR | MFPA | MFR | MFPA | MFR |
| Controle | 0.859 b | 0.472 c | 0.392 b | 0.600 b | 1.352 d | 0.725 b |
| B45 | 1.144 a | 0.662 b | 0.591 a | 0.798 a | 3.525 a | 0.885 a |
| B16 | 0.969 b | 0.594 ab | 0.368 b | 0.651 b | 2.700 b | 0.694 b |
| B45 + B16 | 0.973 b | 0.581 b | 0.467 ab | 0.677 b | 2.025 c | 0.714 b |
| CV (%) | 7.41 | 5.84 | 13.32 | 6.83 | 12.26 | 6.26 |
| F | 10.4144** | 21.8489** | 10.9401** | 13.0804** | 39.9356** | 13.8638** |

Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. B – 45 (*Bacillus cereus*); B – 16 (*Bacillus macerans*).

Fonte: Dados da pesquisa

Em trabalho semelhante, Araújo, Araújo e Sousa (2012), na sua avaliação de produção de massa seca da parte aérea e de raiz do feijão-caupi, efetuada aos 40 e 55 dias após a semeadura, observaram que o tratamento que recebeu a inoculação com *B. subtilis* promoveu crescimento significativo da planta na avaliação aos 55 dias. Esse resultado demonstra que a inoculação de sementes, apenas com *B. subtilis*, promoveu maior crescimento da planta.

Tendo em vista esses resultados, o uso de bactérias promotoras do crescimento vegetal está relacionado com o ganho de incrementos da plântula, levando a uma arquitetura vegetal reforçada, impedindo o surgimento de doenças devido ao seu efeito direto, que é o controle de doenças de plantas. O acúmulo de auxinas que está relacionada ao crescimento vegetal auxilia nesse progresso de acúmulo de massa fresca e seca, tanto de parte aérea como de raízes.

Tabela 4. Avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) de plântulas de de soja (*Glycine max* L. Merrill), avaliadas aos 10, 20 e 30 dias após a semeadura, induzidas por *Bacillus cereus* e *Bacillus Macerans*

| Tratamentos | Peso (g) | | | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------------------|
| | 10 dias | | 20 dias | | 30 dias | |
| | MSPA | MSR | MSPA | MSR | MSPA | MSR |
| Controle | 0.128 c | 0.071 b | 1.127 c | 0.115 b | 0.607 b | 0.167 a |
| B – 45 | 0.323 a | 0.120 a | 2.262 a | 0.191 a | 0.801 a | 0.262 a |
| B – 16 | 0.268 ab | 0.104 a | 1.550 b | 0.141 ab | 0.554 b | 0.192 a |
| B – 45 + B – 55 | 0.258 b | 0.104 a | 1.575 b | 0.142 ab | 0.638 b | 0.167 a |
| CV (%) | 11.57 | 12.78 | 9.78 | 21.00 | 10.27 | 26.11 |
| F | 33.9192** | 10.6626** | 34.7668** | 4.2172* | 10.1538** | 3.0345 ^{ns} |

Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. Legenda: B – 45 (*Bacillus cereus*); B – 16 (*Bacillus Macerans*).

Fonte: Dados da pesquisa

O efeito direto que esses microrganismos antagonistas provocam sobre fitopatógenos pode estar relacionado com a ação de metabólitos que têm efeito inibitório sobre os mesmos, elevando a planta a uma condição sanitária satisfatória, o que acarreta em ganhos de produtividade e, conseqüentemente, ganhos econômicos.

Conclusão

Na avaliação sanitária das sementes de soja, obteve-se incidência fúngica consideravelmente alta e baixa germinação. No teste de sanidade, foi possível identificar os seguintes fitopatógenos: *A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *F. semitectum*, *C. sojina*, *Rhizopus* sp. e *Penicillium* sp. Na avaliação do controle de fitopatógenos e de *Fusarium semitectum* e da germinação por sementes microbiolizadas com *Bacillus* sp. houve aumento na taxa de semente sadia devido ao tratamento com *Bacillus cereus* (B45), que proporcionou o melhor resultado em sementes de soja. Os fitopatógenos

transmitidos em plântulas de soja foram: *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Alternaria* sp., *F. semitectum*, *C. sojae*, *Penicillium* sp. e *Verticillium* sp. O isolado de *B. cereus* (B45) apresentou melhor eficiência nos parâmetros avaliados na promoção de crescimento, como crescimento da parte aérea e de raiz, massa fresca e seca da parte aérea e da raiz. (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR).

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior e À Universidade Estadual do Maranhão.

Referências

AHMAD, F.; AHMAD, I.; KHAN, M. S. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. **Microbiological Research**, v. 163, n. 2, p. 173-181, 2008.

ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M.; HENNING, A.A. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 21, n. 8/9, p. 1639-1645, 2005.

ARAÚJO, F. F.; ARAÚJO A. S. F.; SOUSA, M. F.; Inoculação do feijão-caupi com rizobactérias promotoras de crescimento e desempenho na produção de biomassa. **PAP-Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Pernambuco, Recife, v. 17, n. único, p. 53-58, jan./dez. 2012.

ARAÚJO, F. F.; CARVALHO, M. H. M. Crescimento de tomateiro após tratamento de mudas com *bacillus subtilis* e carbofuran. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 59-64, Jul./Ago. 2009.

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. APS PRESS: Fourth, 1998.

BRASIL. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200 p.

CORRÊA, B.O. *et al.* Influência da microbiolização de sementes de feijão sobre a transmissão de *Colletotrichum lindemuthianum* (Saac e Magn.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 156-163, 2008.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; NERBASS, F.R. Implicações epidemiológicas da transmissão de fungos em sementes de milho. *In: Manejo de doenças de grandes culturas: feijão, batata, milho e sorgo*. Lavras: UFLA, 2006. p. 202-212.

COSTA, M. L. N.; DHINGRA, O. D.; SILVA, J. L. Influence of Internal Seedborne *Fusarium semitectum* on Cotton Seedlings. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, mar.-abr. 2005.

COUTO, M. et al. Crescimento de plantas micropropagadas de amoreira-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p. 792-797, set. 2009.

FARIA, A. Y. K, ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; CASSETARI NETO, D. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químico e biológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 121-127, 2003.

GALDIANO JR., R. F. **Isolamento, identificação e inoculação de bactérias produtoras de auxinas associadas às raízes de orquídeas**. Jaboticabal. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/gmp/m/3614.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2014.

GOULART, A. C. P. Critérios técnicos para o sucesso do tratamento de sementes com fungicidas. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, n. 135, p. 23, ago. 2010.

HENNING, A. A. *et al.* **Tratamento e inoculação de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1994. 6p.

HENNING, A. A. *et al.* **Manual de Identificação de Doenças de Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. (Documentos Embrapa Soja, n. 256). p. 72.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja**, Londrina, PR. Doc. 319, p. 11-13, 2011.

KLOEPPER, J. W.; GARDENER, B. B.; DRIKS, A. Nature and application of biocontrol microbes: *Bacillus* spp. **American Phytopathological Society**, v. 94, n. 11, p. 1259-1266, 2004.

LAZZAROTTO, M. *et al.* Sanidade, transmissão via semente e patogenicidade de fungos em sementes de *Cedrela fissilis* procedentes da região sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 493-503, jul.-set. 2012.

LAZZARETI, E.; BETTIOL, W. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado a base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1 p. 89-96, 1997.

LUDWIG, J. *et al.* Incidência de *Gerlachia oryzae* em lotes de sementes microbiolizadas com isolados de bactérias biocontroladoras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 8., 2004, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa, 2004. p. 184.

MACHADO, C.F. *et al.* Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 017-025, 2002.

McGEE, D.C. **Maize disease**: a reference source for seed technologists. St. Paul: The American Phytopathological Society. 1988. 150p

PAZ, I.C.P. *et al.* Controle biológico da murcha bacteriana do tomateiro, por *Pseudomonas* spp. fluorescentes. **Ciência Rural**, v.27, n.1, p.153-160, 1997.

RAAIJMAKERS, J. M. *et al.* The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. **Plant and Soil**, v. 321, n. 2, p. 341-361, 2009.

REGO, S. S. **Germinação, morfologia e sanidade de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg e *Myrceugenia gertii* Landrum – Myrtaceae**. 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

REMUSKA, A. C.; PRIA, M. D. Efeito de *bacillus thuringiensis* e *trichoderma* sp. no crescimento de fungos fitopatogênicos. UEPG Ci. **Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 31-36, dez. 2007.

ROBIN, A. *et al.* Iron dynamics in the rhizosphere: consequences for plant health and nutrition. **Advances in Agronomy**, v. 99, n. 1, p. 183-225, 2008.

RODRIGUES, A. C. *et al.* Resposta da co-inoculação de bactérias promotoras de crescimento em plantas e bradyrhizobium sp. em caupi. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 196-202, mar. 2012.

TEXEIRA, H.; MACHADO, J. C. Transmissibilidade e efeito de *Acremonium strictum* em semente de milho. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1045-1052, set/out. 2003.

VENTURA, J. A. Taxonomia de Fusarium e seus segregados: I – História, meios e procedimentos de cultivo. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 7, p. 271-297. 1999.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, n. 2, p. 571-586, 2003.

WALL, G.C.; SANCHEZ, J.L. A biocontrol agent for *Pseudomonas solanacearum*. In: HATMAN, G.L.; HAYWARD, A.C. (Ed.). **Bacterial wilt**, ACIAR Proceeding, 1993. p.320-321.

Caracterização de açaí de terra firme Luís Domingues

Characterization of açaí solid ground Luís Domingues

Girlayne Veloso Pinheiro¹; José Ribamar Gusmão Araújo¹; Flaviana Almeida dos Santos¹

¹ Universidade Estadual do Maranhão.

E-mail: girlayne.veloso@gmail.com; gusmão@elo.com.br; almeidaflavi@hotmail.com

Resumo: No Estado do Maranhão, especificamente no município de Luís Domingues - MA, ocorre um ecótipo de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) de terra firme que vem sendo cultivado pelos colonos da região. O presente trabalho objetivou avaliar a produção e qualidade do açaí de terra firme 'Luís Domingues' cultivado em sistema agroflorestal. A pesquisa foi realizada, em condições de campo, em Sistema Agroflorestal de açaí com cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) instalado na Fazenda Escola - São Luís/MA. Os tratamentos foram definidos de acordo com o número de estipes produtivos por planta. Para as análises de produção adotou-se o esquema em fatorial 4 x 5 (quatro safras e os cinco tratamentos) e para a análise da qualidade de produção adotou-se fatorial 2 x 5 sendo suas análises (segunda e quarta safras em relação aos cinco tratamentos), colhendo-se sempre a produção da planta-mãe marcada (estipe principal). Para as avaliações biométricas das plantas adotou-se delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos (número de estipes produtivas) e quatro repetições. A quantidade de estipes produtivas analisadas não causou desigualdade na produção e nem nas características de qualidade dos frutos da planta-mãe. Os teores médios de sólidos solúveis totais (°Brix) foram de 1,86 °Brix e pH de 5,4, evidenciando a potencialidade do açaí da terra firme Luís Domingues para futura produção e comercialização de polpa, além de sua adaptação a composição de sistemas agroflorestais o que permite uma diversificação das atividades e fontes de renda.

Palavras-chave: *Euterpe oleracea* Mart. Ecótipo. Estipes. Caracterização química.

Abstract: In the State of Maranhão, specifically in the municipality of Luís Domingues - MA, there is a dry land acai (*Euterpe oleracea* Mart.) Ecotype that has been cultivated by the settlers of the region. The present work aimed to evaluate the production and quality of dry land acai 'Luís Domingues' cultivated in agroforestry system. This research was carried out under field conditions in a cupuacu (*Theobroma grandiflorum*) açaí agroforestry system installed at Farm School - São Luís / MA. The treatments were defined according to the number of productive strips for plant. For the analysis of production it was adopted the factorial scheme 4 x 5 (four harvests and the five treatments) and for the analysis of the quality of production it was adopted factorial 2 x 5 and its analyzes (second and fourth harvests in relation to the five always harvesting the production of the marked mother plant (main stem). For biometric plant evaluations, a completely randomized design with 5 treatments (number of productive strips) and four replications was adopted. The quantity of productive strips analyzed did not cause inequality in the production nor in the quality characteristics of the fruits of the mother plant. The average total soluble solids (°Brix) were 1.86 °Brix and pH of 5.4, showing the potentiality of Luís Domingues açaí from dry land for future pulp production and commercialization, besides

its adaptation to the composition of agroforestry systems. This allows a diversification of activities and sources of income.

Keywords: *Euterpe oleracea* Mart. Ecotype. Stems. Chemical characterization.

Introdução

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) pertence à divisão *Magnoliophyta*, classe *Liliopsida*, família *Arecaeae*, estando inserido no gênero *Euterpe* (OLIVEIRA *et al.*, 2002). Para Henderson (1995), as palmeiras formam um grupo com alta riqueza de espécies na Floresta Amazônica, distribuídas em 34 gêneros e 151 espécies, elas são extremamente abundantes nos estratos tanto inferiores quanto superiores da floresta (SVENNING; ZIGUEIRÊDO; MULLER, 2002).

Segundo Nogueira, Zigueirêdo e Muller (2006), o açazeiro é nativo da Amazônia brasileira e o Estado do Pará é o principal centro de dispersão natural dessa palmácea. Na região do estuário do Rio Amazonas encontram-se as maiores e mais densas populações naturais dessa palmeira, adaptada às condições elevadas de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar.

O Estado do Maranhão é o terceiro maior produtor de açaí do Brasil, com uma produção anual de 18.330 toneladas do fruto. O maior produtor de açaí do país é o Estado do Pará, que possui uma produção anual de 141.913, seguido pelo Estado do Amazonas, com uma produção anual de 50.503 toneladas (IBGE, 2017).

De acordo com Gandra (2017), o açaí foi o produto não madeireiro que obteve o maior valor de produção do Brasil, atingindo 539, 8 milhões, no ano de 2016. Segundo levantamento feito por Bayle (2014), a popularidade da fruta e as perspectivas de mercado têm proporcionado o aumento no investimento do plantio. A sazonalidade da produção do açaí ainda dificulta o atendimento da demanda constante o ano todo, além de influenciar a variação de preço.

O açaí desenvolve-se mais facilmente em terrenos úmidos, alagados, margens dos rios e constitui fonte de matéria-prima para as populações locais (STONER, 2009). Para melhor atender à demanda na entressafra, órgãos como a Embrapa têm investido em pesquisas sobre o plantio de novos cultivares de açaí que são adaptados à terra firme, possuidores de alta produtividade, e que produzam durante o primeiro semestre do ano, isto é, na entressafra (POLL; QUEIROZ; MOCHIUTTI, 2011).

O ecótipo é resultante de uma adaptação muito estreita que acontece na planta em relação ao ambiente local. Em geral, a deriva genética pode ser um dos principais agentes de seleção, o que tem mais importância. A adaptação das plantas é um processo que ocorre a longo prazo, envolvendo muitas gerações (SOUSA, 2006).

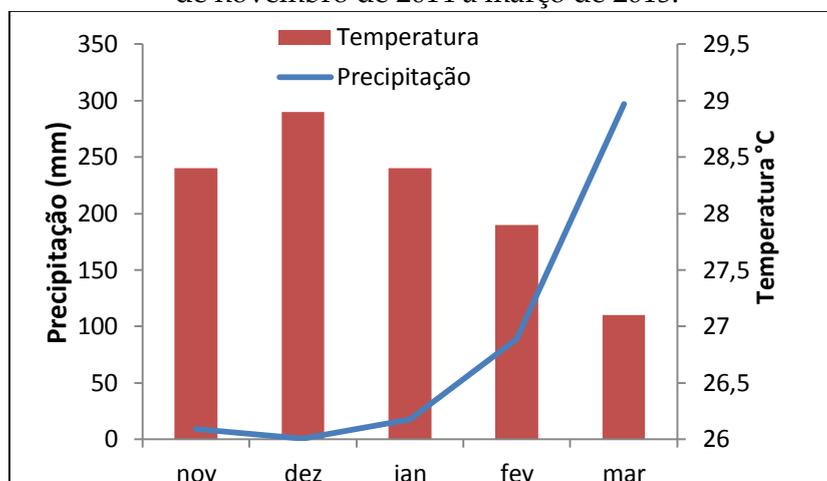
O ecótipo de açaí Luís Domingues parece ser adaptado a plantios de terra firme, já que ocorre naturalmente no município de 'Luís Domingues' - MA, em ambiente de floresta. Não se tem conhecimento sobre dados de produtividade e manejo adequado para este ecótipo, portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar, em relação ao número de estipes, a produção, qualidade biométrica das plantas e frutos, e química dos frutos de açaí de terra firme 'Luís Domingues', cultivado em sistema agroflorestal na área experimental da Fazenda Escola de São Luís.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em Sistema Agroflorestal (SAF) de açaí com cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), instalado na Fazenda Escola de São Luís (FESL), da Universidade Estadual do Maranhão / UEMA, campus São Luís - MA, no período de novembro de 2014 a março de 2015, com as seguintes coordenadas geográficas: 2° 35' 04,0" S e 44° 12' 33,3" W. O solo da área foi classificado em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006). De acordo com MOURA (1995), os solos da Fazenda Escola São Luís são oriundos da formação Itapecuru, com baixa fertilidade natural.

O clima da região é, segundo a classificação de Koppen e Geiger (1926), equatorial quente e úmido, AW', com uma estação chuvosa de Janeiro a Junho e uma estação seca de Julho a Dezembro, caracterizado por acentuado déficit hídrico. O regime hídrico passa por variações de 1700 a 2300 mm anuais, sendo 80% desse volume precipitado nos meses de Janeiro a Maio. A temperatura média anual é de 26,7°C, variando entre as médias máximas de 28°C a 37°C e as médias mínimas de 20°C a 23°C. No decorrer do experimento foram coletados dados de temperatura e precipitação ao longo de todas as safras, como pode ser visualizado na figura (Figura 1).

Figura 1. Precipitação e Temperatura do Município de São Luís, Maranhão, no período de novembro de 2014 a março de 2015.



Fonte: INMET, 2015.

O SAF constituído de açaí 'Luís Domingues' e cupuaçu foi implantado no ano 2008. As mudas de açaí ecótipo 'Luís Domingues', com idade de sete meses, foram plantadas manualmente em covas individuais no espaçamento em fileiras de 10 m x 6 m e o cupuaçu intercalado ao açaí na linha de plantio. Na adubação de fundação foram aplicados 10 litros de esterco bovino e mais 200 g de superfosfato triplo. O sombreamento inicial e parcial do açaí e do cupuaçu foi realizado com ingá cipó (*Inga edulis* Mart.), que foi totalmente retirada no terceiro ano. A partir daí o sombreamento do cupuaçu foi feito pelo próprio açaí, que ocupa o dossel superior do agroecossistema.

Os demais tratos culturais, como adubação de cobertura, irrigação (por microaspersão de agosto a dezembro), controle de ervas daninhas, cultivos intercalares, retirada de folhas secas e desbaste das touceiras (variando de 1 a 5 estipes), seguiram as recomendações usuais para a cultura (EMBRAPA, 2008). O florescimento das plantas de açaí iniciou aos três anos.

Os tratamentos foram definidos de acordo com o número de estipes produtivas por touceira: T1- uma estipe produtiva (planta mãe); T2- duas estipes produtivas por touceira; T3- três estipes produtivas por touceira; T4- quatro estipes produtivas por touceira; T5- cinco estipes produtivas, sendo colhida apenas a planta-mãe (planta original). As plantas selecionadas, com idade de sete anos, para controle da produção e colheita dos cachos foram identificadas com placas de PVC, constando o tratamento e a repetição que os representam.

Para as análises de produção de frutos, adotou-se delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 5 x 4 (cinco tratamentos x quatro safras ou colheitas), com quatro repetições, e, para a análise da qualidade de frutos, adotou-se o fatorial 2 x 5 (2 safras, segunda e quarta, por cinco tratamentos).

Na planta-mãe, foi realizada a estimativa da altura (porte) pelo método de estimativa, adotando-se baliza de 1,50 m, e a circunferência à altura do peito (CAP) mensurada com fita métrica.

A colheita foi manual, sem auxílio de escada pra alcançar o cacho, sendo este trazido até o chão com cuidado para evitar a debulha de frutos e depositados sobre lona. Os cachos foram acondicionados em sacos plásticos de nylon (60 Kg), colocados em caixas plásticas e encaminhados para o Laboratório de Fitotecnia e Pós-Colheita-NBA/CCA/UEMA, onde ficaram armazenados em temperatura controlada (23° C), durante o período de análise (aproximadamente três dias por safra).

Considerou-se como cacho maduro aquele cujos frutos apresentaram coloração escura e ao mesmo tempo acinzentada, visando uniformizar o processo de colheita e garantir boas características organolépticas.

Para determinação da produção, mensuraram-se as seguintes variáveis: massa total dos cachos, massa total dos frutos, número de ráquias por cachos e o número de frutos por cachos.

Visando determinar a qualidade dos frutos, foram avaliadas as seguintes características: teor de sólidos solúveis totais (°Brix); acidez total titulável do suco (%) e pH. Para obtenção da polpa/suco, os frutos foram processados manualmente obedecendo à relação de 500 mL de água, aquecida a aproximadamente 50 °C, para 1 kg de fruto. Deixou-se em repouso por uma hora e, após, procedeu-se ao despolpamento de forma manual.

A acidez total titulável foi determinada em 10 mL de suco do açaí, em titulação com hidróxido de sódio a 0,1N, utilizando o indicador fenolftaleína a 1%. Em seguida, reservaram-se alíquotas de 10 mL para as análises de pH, sólidos solúveis e acidez total titulável, sendo, respectivamente, necessárias uma leitura em peagâmetro, três leituras em refratômetro de bancada e duas titulações em soda para obtenção dos dados. O volume de 10 mL de suco utilizado para análise de acidez e pH foi diluído em 90 mL de água destilada.

Os dados foram submetidos à Análise de Variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Assistat versão 7.7.

Resultados e Discussão

Caracterização Biométrica das Plantas

O desenvolvimento em circunferência altura peito e altura das plantas com idade de sete anos (Tabela 1) não foi afetado pelos números de estipes, sendo a amplitude das circunferências de 30,2 a 35,12 cm, enquanto a altura variou de 5,6 a 6 m.

Tabela 1. Comprimento altura peito (CAP) e Altura de plantas de açai da terra firme Luís Domingues, em função do número de estipes.

| Número de Estipes | CAP (cm) | Altura (m) |
|-------------------|----------|------------|
| 1 | 30,2 a | 5,6 a |
| 2 | 34, 2 a | 5,7 a |
| 3 | 32,5 a | 5,8 a |
| 4 | 35, 1 a | 5,6 a |
| 5 | 32,7 a | 6,0 a |
| CV% | 12,03 | 11,2 |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa

Segundo Tsukamoto Filho *et al.* (2001) a luminosidade e o déficit hídrico são os principais fatores limitantes ao crescimento de *Euterpe edulis* e as respostas das plantas aos fatores externos variaram de acordo com sua fase de desenvolvimento.

Nogueira e Conceição (2000), estudando o crescimento de açazeiro em área de várzea no estuário Amazônico, constataram que, quatro anos após o corte do estipe para extração do palmito, os perfilhos estavam prontos para produção de frutos e de palmitos. O número de perfilhos produzidos em todos os estádios de crescimento da palmeira está associado ao vigor da planta nas primeiras fases de desenvolvimento, no entanto, não se deve permitir o número excessivo de perfilhos, pois a competição se torna acentuada, trazendo como consequência menor desenvolvimento do palmito.

Bovi (2004), estudando as correlações fenotípicas entre caracteres avaliados nos estádios juvenil e adulto de açazeiro em Ubatuba – SP, observou que o crescimento do açazeiro foi influenciado pelo número de perfilhos até o 4º ano após o plantio e que o desbaste das plantas inferiores com base em mensuração da circunferência acelerou o processo de florescimento e frutificação.

Caracterização da Produção

Para a massa de cacho (Tabela 2), não houve diferença significativa entre tratamentos avaliados (número de estipes) entre as colheitas. A massa de cacho variou de 0,979 kg na segunda safra a 2,17 kg na terceira. Em condições naturais, o presente ecótipo aparentava ter os cachos menores em comparação com o açaí das áreas úmidas, fato que se confirma nesta pesquisa.

Tabela 2. Massa média de cacho de açaí de terra firme Luís Domingues

| Estipes | Safras | | | | Média Estipes |
|-----------------|---------|---------|--------|--------|---------------|
| | 1º | 2º | 3º | 4º | |
| 1 | 1,89 | 1,08 | 2,35 | 2,23 | 1,89 a |
| 2 | 2,29 | 0,38 | 2,74 | 1,45 | 1,72 a |
| 3 | 0,38 | 1,28 | 1,33 | 1,83 | 1,23 a |
| 4 | 1,61 | 1,09 | 2,08 | 2,56 | 1,83 a |
| 5 | 2,17 | 0,94 | 2,37 | 2,03 | 1,88 a |
| Média de Safras | 1,67 ab | 0,979 b | 2,17 a | 2,02 a | CV= 71,4% |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa

A aparente menor massa dos cachos pode estar relacionada ao fato do açaí da terra firme ser cultivado em consórcio, em função do estresse provocado pelo número de estipes associadas ao consórcio com cupuaçu.

Segundo Rocha e Viana (2004), a produção média de cacho da *Euterpe precatória* varia de 3,0 kg a 3,6 na Floresta de Terra Firme, no Baixio do Sítio São Pedro, Acre. De acordo com Rogez (2000), a produtividade do açaizeiro por planta ou por hectare é muito polêmica, conforme se verifica a divergência de dados entre autores, mas ela é, em todos os casos, elevada.

Para a massa total média de frutos por cacho (Tabela 3), os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si. Os valores médios variam de 0,67 kg na segunda safra a 1,67 kg na quarta safra, valores abaixo do encontrado por Fadden, (2005), que registrou massa de frutos de açaí provenientes de quintal de 1,83 kg e em frutos de açaí consorciados de 1,78 kg.

Tabela 3. Massa total média de fruto por cacho de açaí da terra firme 'Luís Domingues'

| Estipes | Safras | | | | Média de Estipes |
|--------------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | 1° | 2° | 3° | 4° | |
| 1 | 1,5 | 0,66 | 1,74 | 1,92 | 1,46 a |
| 2 | 1,53 | 0,48 | 2,17 | 1,17 | 1,34 a |
| 3 | 0,31 | 0,69 | 1,02 | 1,55 | 0,89 a |
| 4 | 1,2 | 0,62 | 1,84 | 2,09 | 1,44 a |
| 5 | 2,04 | 0,91 | 1,53 | 1,61 | 1,52 a |
| Média Safras | 1,31ab | 0,67 b | 1,66 a | 1,67 a | CV=73,7% |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa

A baixa produção apresentada na segunda safra pode estar relacionada a condições pouco favoráveis ao desenvolvimento das inflorescências. Segundo relatam Mantovani e Morellato (2000), um indivíduo reprodutivo somente emitirá inflorescências quando tiver uma capacidade mínima de reservas para formação de frutos. Ou seja, nesta safra as plantas-mães não conseguiram produzir reserva suficiente para emitir inflorescências, o que, por sua vez, ocasionou uma baixa produção de frutos. O sucesso na formação de frutos está em torno de 50%, isto é, considerando todas as inflorescências formadas, aproximadamente 50% dessas inflorescências formarão infrutescências.

Outra causa da variação de formação dos frutos pode estar relacionada à maior ou menor ação dos insetos polinizadores. Esse fator, dentre diversos outros fatores, pode interferir na produtividade de uma cultura, especialmente para as plantas que dependem da polinização cruzada, para a produção satisfatória de frutos. A ausência de polinizadores influencia diretamente o sucesso comercial do cultivo e pode implicar a necessidade de polinização artificial (KRAUSE *et al.*, 2012).

Na Tabela 4 têm-se as médias do número de ráquias por planta. Nota-se que a primeira safra apresentou a menor média em relação às demais e a quarta safra não diferenciou de nenhuma outra. Para os tratamentos não houve diferença significativa.

Tabela 4. Número médio de ráquias por cacho de açaí da terra firme Luís Domingues.

| Estipes | Safras | | | | Média das Estipes |
|--------------|--------|-------|-------|--------|-------------------|
| | 1° | 2° | 3° | 4° | |
| 1 | 47 | 66,5 | 69,5 | 55,5 | 59,6 a |
| 2 | 46 | 68,7 | 69,2 | 38,2 | 55,5 a |
| 3 | 13 | 61,5 | 52,5 | 51 | 44,5 a |
| 4 | 51 | 68,5 | 56,2 | 77 | 63,3 a |
| 5 | 61 | 65,2 | 68 | 51,7 | 61,5 a |
| Média Safras | 43,8b | 66,1a | 63,1a | 54,7ab | CV=45,6% |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa

Convém ressaltar que nem todo ramo completa seu ciclo. Independente da época do ano, é comum observar inflorescências secas ou cachos que, mesmo tendo flores fecundadas, apresentam-se vazios em decorrência da queda prematura dos frutos (OLIVEIRA, 1995).

Para o número médio de frutos (Tabela 5) por planta, verifica-se que nem os tratamentos e nem as diferentes safras apresentaram variação estatística significativa.

Tabela 5. Número médio de frutos por planta de açaí da terra firme Luís Domingues

| Estipes | Safras | | | | Média das Estipes |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------------------|
| | 1° | 2° | 3° | 4° | |
| 1 | 1.116 | 1.100 | 1.352 | 1.181 | 1.187 a |
| 2 | 881 | 813 | 1.428 | 704 | 956 a |
| 3 | 229 | 1.563 | 863 | 929 | 896 a |
| 4 | 989 | 986 | 1.177 | 1.421 | 1.143 a |
| 5 | 1.104 | 1.556 | 1.065 | 1.116 | 1.210 a |
| Média Safras | 863a | 1.20a | 1.17a | 1.07a | CV=67,8% |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa

Destaca-se a segunda safra, que, mesmo tendo apresentado menor massa de cacho e menor massa de fruto, teve número médio de frutos muito próximo aos valores das demais safras. Esse fato pode ser justificado pela produção de número de frutos, mas pouco desenvolvimento destes.

Ao analisar acessos da Coleção de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental (1995), Oliveira e Müller (1998) e Oliveira *et al.* (1998) encontraram 100 como valor mínimo para número de frutos por planta. O açaí da terra firme 'Luís Domingues' apresentou maiores valores mínimos do que os relatados.

Caracterização Química dos Frutos

Para as variáveis de qualidade de produção (Tabela 6), o teor dos sólidos solúveis totais (°Brix) não apresentou diferença significativa, nem para os tratamentos e nem entre as safras. A amplitude do teor de sólidos solúveis totais do suco de açaí variou de 1,9 a 2,7 °Brix. Acredita-se que o ecótipo de açaí responde pelo baixo valor dos teores de sólidos dos frutos. Sousa *et al.* (2006), analisando os sólidos solúveis de suco de açaí *in natura*, encontraram valores que variaram entre intervalos de 1,8 a 3,2 graus brix.

Tabela 6. Sólidos solúveis totais (° Brix), pH e Acidez total titulável em ácido cítrico (%), de açaí da terra firme 'Luís Domingues'.

| Safras | | | |
|------------------------------------|-------|-------|--------|
| Tratamentos (Número de Estipes) | °Brix | pH | ATT |
| 1 | 2,1 a | 4,8 a | 0,02 a |
| 2 | 2,1 a | 4,1 a | 0,02 a |
| 3 | 2,3 a | 4,8 a | 0,02 a |
| 4 | 2,7 a | 5,2 a | 0,02 a |
| 5 | 1,9a | 4,1 a | 0,02 a |
| Média 2°Saфра | 2,0 a | 5,4 a | 0,03 a |
| Média 4°Saфра | 2,3 a | 3,8 b | 0,01 b |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa

O teor dos sólidos solúveis totais (°Brix) nos frutos é muito importante, pois quanto maior a quantidade de sólidos solúveis totais existentes, menor será a quantidade de açúcar a ser adicionada aos sucos, quando processados pela indústria, diminuindo, assim, o custo de produção e aumentando a qualidade do produto (COSTA *et al.*, 2004).

Para o pH não houve diferença significativa entre os tratamentos, contudo entre as safras observa-se que a segunda safra apresentou valor médio superior ao da quarta safra. Ao analisarmos a Tabela 5, observamos que os valores médios de pH oscilaram de 3,8 a 5,4, concordando com Sousa *et al.* (2006), no Pará, que encontraram a acidez em pH de suco de açaí *in natura* com valores médios de 5,4.

A Portaria nº 01 de 07 de janeiro de 2000 regulamenta os limites técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta de açaí, variando o pH do mínimo 4,80 e máximo de 6,20 (MAPA, 2000).

A característica de acidez total titulável (ATT) em % ácido cítrico não sofreu efeito dos tratamentos avaliados, possuindo uma média observada de 0,02% (Tabela 4). Entre as safras nota-se o mesmo comportamento apresentado para o pH.

Sousa *et al.* (2006), analisando a acidez titulável de suco de açaí *in natura*, encontraram valores médios de 1,8%. A percepção de sabor depende de uma combinação de compostos capturados pelo paladar. O teor de acidez, juntamente com a composição de açúcares, respondem em grande parte pelo sabor final dos frutos e a relação entre as duas variáveis é indicativa do estágio de maturação. O nível de acidez dos frutos de açaí é normalmente baixo, se comparado com outras frutas.

Diante dos resultados obtidos, sugere-se, em continuidade às pesquisas, a caracterização da produção e qualidade de frutos das plantas-filhas (produção da touceira inteira) em comparação com a planta – mãe para saber até qual quantidade de estipes é viável manter nas touceiras sem que haja perda de produção e/ou qualidade dos frutos.

Conclusão

Em relação à biometria das plantas, a competição entre as estipes nas touceiras não influenciou o desenvolvimento da planta-mãe. A quantidade de estipes nas touceiras analisadas não causou uma desigualdade na produção da planta-mãe.

A quantidade de estipes por touceira não influenciou nenhuma característica de produção e qualidade dos frutos (sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável).

Os parâmetros químicos das amostras analisadas demonstram que, para futura produção e comercialização de polpa, o açaí da terra firme 'Luís Domingues' encontra-se classificado de acordo com normas do MAPA, como polpa fina. Esses resultados demonstram uma característica importante do açaí 'Luís Domingues', que é sua adaptação à composição de sistemas agroflorestais, o que permite uma diversificação das atividades e fontes de renda.

Referências

BAYLE, E.E.M. Programa de redução da pobreza e gestão dos recursos naturais: estudo da cadeia produtiva do açaí e do cupuaçu. **Relatório Final**, Secretaria Especial de Estado de Desenvolvimento Econômico e incentivo à Produção, Governo do Pará, Belém – PA, 2014.

BOVI, M. L. A. Resultados de pesquisas referentes a exploração, manejo e cultivo do açaizeiro. *In: Açaí (Euterpe oleracea Mart.): possibilidades e limites para o desenvolvimento sustentável no estuário amazônico.* 2004.

COSTA, W. S. da; *et al.* Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.6, n.2, p.141-147, 2004.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Coleção Plantar Açaí**, Brasília, 1995.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 412p. 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Amazônia Oriental. **Sistema de plantação do açaí**. Versão eletrônica. ISSN 1809-4325. 2008.

FADDEN, J. M. **A produção de açaí a partir do processamento dos frutos do palmiteiro (euterpe edulis martius) na mata atlântica.** 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

GANDRA, A. Economia. **Açaí teve maior valor de produção na extração vegetal em 2016, diz pesquisa.** Disponível em: <https://pagina20.net/v2/acai-teve-maior-valor-de-producao-na-extracao-vegetal-em-2016-diz-pesquisa/>. Acesso em: 28 maio 2017.

HENDERSON, A. **The Palms of the Amazon.** Oxford University Press, New York: 1995.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRÁFICO E ESTATÍSTICO. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 09 jan. 2019.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados de precipitação pluviométrica total, temperatura média e UR– São Luís /MA.** 17 de abril de 2015.

KRAUSE, W. *et al.* Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com ou sem polinização artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 12, p. 1737-1742, 2012.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes. 1926. (Wall-map 150cmx200cm.).

MANTOVANI, A.; MORELLATO, L. P. C. **Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitero.** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.23-38, 2000.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta.** Portaria nº 01 de 07 de janeiro de 2000.

MOURA, E. G. **Atributos físicos – hídricos e fertilidade de um PVA Distrófico da formação Itapecuru em São Luís – MA, que afetam o crescimento do milho (Zea mays L.).** 1995. 68f. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1995.

NOGUEIRA, O.L. ZIGUEIRÊDO, F. J. C.; MULLER, A. A. Sistema de produção do açaí. **Embrapa Amazônia Oriental**, v.4, 2º ed. Versão eletrônica, dez., 2006. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/paginas/intro.htm. Acesso em: 14 jun. 2015.

NOGUEIRA, O. L.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da. Análise de crescimento de açaizeiros em áreas de várzeas do estuário Amazônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2167-2173, 2000.

OLIVEIRA, M do S.P de; MÜLLER, A. A. **Caracterização e avaliação de germoplasma de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*)**. Belém: Embrapa-CPATU, 3p. 1998.

OLIVEIRA, M. do S. P. de. *et al.* **Varição fenotípica em acessos de açazeiro (*Euterpe oleracea Mart.*) para caracteres relacionados à produção dos frutos**. Embrapa-CPATU, Belém- PA, Boletim de Pesquisa, 209, 23p, 1998.

OLIVEIRA, M. S. P.de; *et al.* Cultivo do açazeiro para produção de frutos. **Circular Técnica**. EMBRAPA, Belém, PA, Junho, 2002.

OLIVEIRA, M. do S.P. **Avaliação do modo de reprodução e de caracteres quantitativos em 20 acessos de açazeiro (*Euterpe oleracea Mart.* – *Arecaceae*) em Belém-PA**. 1995. 145 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1995.

POLL, H.; QUEIROZ, J. A. L. de; MOCHIUTTI, S. Plantio de açazeiros Energia Pura. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**, Santa Cruz do Sul, RS. Macapá: Embrapa Amapá, 2011.

ROCHA, E.; VIANA, V. M. Manejo de *Euterpe precatoria* Mart. (Açaí) no Seringal Caquetá, Acre, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 59-69, jun. 2004.

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento**. Belém: EDUFPA, 2000.

SOUSA, L. A.de. **Desenvolvimento de plantas jovens de açazeiros (*Euterpe oleracea Mart.*) plantada em área com vegetação secundária (capoeira) na localidade de Benjamin Constant, município de Bragança, estado do Pará**. 2006. 62 p. Dissertação de mestrado em Botânica Tropical, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

SOUSA, M. A. C. da; *et al.* Suco de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*): avaliação microbiológica, tratamento térmico e vida de prateleira. **Acta Amazonica**, Manaus – AM, v. 36, n. 4, 2006.

STONER, G.D. Foodstuffs for preventing câncer: the preclinical and clinical development of berries. **Cancer Prevention Research**, p. 187-194, 2009.

SVENNING, J. On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of Neotropical rain-forest Palms (*Arecaceae*). **The Botanical Review**, v 67, p.185-199, 2002.

TSUKAMOTO FILHO, A. A; *et al.* Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmitreiro (*Euterpe edulis Martius*) plantado em diferente tipo de consórcio no município de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v. 7, n. 1, p. 41-53, 2001.

Posicionamento de armadilhas com diferentes cores para captura de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) e sua relação com fatores abióticos

Positioning of traps with different colors for capture of *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) and its relationship with abiotic factors

Vitor Luiz Moreira¹; Walter Vieira da Cunha²

¹ Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM/Patos de Minas.
E-mail: vitorluiz02@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, doutor em Genética e Bioquímica, professor adjunto do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM/Patos de Minas.

Resumo: A broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: subfamília Scolytinae) causa danos quantitativos e qualitativos ao fruto. O controle torna-se cada vez mais difícil, com isso, novas alternativas precisam ser criadas e o uso de armadilhas com semioquímicos pode ser uma opção para monitoramento, captura e controle da praga. O objetivo do presente estudo foi avaliar a atração por armadilhas de cores variadas posicionadas em alturas diferentes na planta e sua correlação com os fatores abióticos na captura da broca-do-café. O experimento foi conduzido em Carmo do Paranaíba - MG onde foram testadas armadilhas modelo IAPAR verdes, transparentes, vermelhas e amarelas fixadas nos terços inferior, médio e superior das plantas. O atrativo continha álcool metílico, álcool etílico e pó de café. Dados de temperatura média, pluviosidade e umidade relativa do ar foram coletados e as avaliações foram realizadas a cada sete dias. Os resultados mostraram que outros fatores além dos estímulos visuais podem estar envolvidos no processo de localização e colonização de frutos de café por fêmeas adultas. O posicionamento não interferiu na captura, sugerindo que outras condições além do estágio fenológico da planta podem influenciar na altura de voo das fêmeas, como o vento e frequência de chuvas. As armadilhas verdes, transparentes e vermelhas capturaram o maior número de fêmeas. As capturas foram iguais nos três terços da planta. A umidade do ar e a pluviosidade influenciaram nas capturas das brocas-do-café pelas armadilhas.

Palavras-chave: Monitoramento. Broca-do-café. Controle. Semioquímicos.

Abstract: The coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: subfamily Scolytinae) causes quantitative and qualitative damage to the fruit. Control become increasingly difficult, with this, new alternatives need to be created and the use of semiochemical traps may be an option for monitoring, capture and pest control. The aim of the present study was to evaluate the attraction of traps of different colors positioned at different heights in the plant and their correlation with abiotic factors in coffee borer capture. The experiment was conducted in Carmo do Paranaíba - MG, where green, transparent, red and yellow IAPAR traps were tested in the lower, middle and upper thirds of the plants. The attractive contained methyl alcohol, ethyl alcohol and coffee powder. Data on mean temperature, rainfall and relative air humidity were collected and evaluations were performed

every seven days. The results showed that factors other beyond visual stimuli may be involved in the process of locating and colonizing coffee fruits by adult females. Positioning did not interfere with capture, suggesting that other conditions beyond the phenological stage of the plant can influence the flight height of the females, such as wind and frequency of rains. Green, transparent and red traps captured the largest number of females. The captures were equal in the three third of the plant. Air humidity and rainfall influenced the trapping of coffee borers.

Keywords: Monitoring. Coffee berry borer. Control. Semiochemical.

Introdução

O Brasil é o maior produtor e exportador de café e segundo maior consumidor do produto no mundo (MAPA, 2017). O café (*Coffea* sp L.) é uma cultura de importância econômica e social no Brasil. Em 2018, a produção foi de 61,7 milhões de sacas beneficiadas de café, sendo ano de bialidade positiva na maior parte dos estados produtores. O café arábica (*C. arabica* L.) é destaque, com 79,2% da área plantada, o que corresponde a 1.749,4 mil hectares. Minas Gerais concentra a maior área com a espécie, com cerca de 69% da área ocupada (CONAB, 2018).

Dentre as pragas que atacam a cultura, a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: subfamília Scolytinae), é a que tem causado maiores danos na produção mundial de café (PEREIRA *et al.*, 2016). Os danos causados aos frutos podem ser quantitativos, com diminuição da produção por ação da ingestão dos grãos pelos insetos e qualitativos, pela desqualificação do tipo do café e da qualidade da bebida (PEREIRA *et al.*, 2016). Devido ao orifício de entrada e a câmara feita pela broca, pode ocorrer a entrada de microrganismos, como fungos que produzem toxinas que reduzem a qualidade da bebida, além de causar riscos à saúde humana (MOTA, 2013). O inseto começa a atacar os frutos cerca de oito semanas após o florescimento até a colheita (32 semanas) (BAKER, 1999), sendo o nível de dano econômico de 3% a 5% de grãos broqueados, amostragem realizada no período de trânsito do inseto, que se inicia após 90 dias da maior florada (SOUZA *et al.*, 2013).

Dentre os métodos de controle mais utilizados estão o controle cultural e o químico (SOUZA *et al.*, 2013). O controle cultural consiste em realizar uma colheita correta com repasse e recolhimento do café do solo, o que evita a multiplicação de insetos oriundos de frutos remanescentes na lavoura. O controle químico tornou-se um grande problema após a proibição do inseticida do Grupo Químico Ciclodienoclorado (ingrediente ativo Endosulfan), em razão da sua alta toxicidade ao homem, das contaminações ambientais, além de alguns casos de resistência de *H. hampei*. Com isso, a necessidade de novas alternativas para manejo da broca-do-café, como o uso de semioquímicos, se fazem necessárias (FERNANDES *et al.*, 2014).

Uma estratégia interessante é o controle por comportamento, pois sabe-se que as fêmeas da broca-do-café são atraídas por compostos a base de álcool. Esses atraentes químicos podem ser usados em armadilhas para atrair, capturar e matar fêmeas adultas (SILVA *et al.*, 2006). Dentre os modelos de armadilhas para captura da broca-do-café no Brasil se destaca o modelo IAPAR (SILVA; VENTURA; MORALES, 2006). Tais armadilhas feitas com garrafas “pet”, de cores variadas, com atraentes, como

metanol e etanol, manifestaram-se como uma boa opção para o monitoramento das densidades populacionais da broca-do-café (FERNANDES, 2009).

O posicionamento correto dessas armadilhas na planta de café ainda é controverso. González e Dufour (2002) concluíram que as armadilhas fixadas à altura de 1,20 m do solo foram relevantes em relação às posicionadas a 0,4 m do solo. Okumura *et al.* (2003) avaliaram três alturas, 0; 0,35 e 0,7 m e não verificaram diferença significativa no número de brocas capturadas. Resultados de pesquisas que envolvem a seleção de cores por fêmeas da broca-do-café também são conflitantes, o que reforça a ideia de que vários fatores, além de estímulos visuais em relação a cores, estão envolvidos no processo de localização e colonização de frutos de café por fêmeas adultas (MATHIEU *et al.*, 1997).

Fatores abióticos como temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica são condições que exercem influência direta ou indireta no comportamento e desenvolvimento de insetos (GALLO *et al.*, 2002). Na estação chuvosa, a reprodução do inseto é contínua, com tempo de geração médio de 45 dias a 25 °C, temperaturas maiores acompanhadas de boa precipitação e umidade relativa do ar podem acelerar seu ciclo (BAKER; BARRERA, RIVAS, 1992). Assim, o objetivo geral do presente estudo foi avaliar a atração por armadilhas de cores variadas posicionadas em alturas diferentes na planta e sua correlação com os fatores abióticos na captura da broca-do-café.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em Carmo do Paranaíba – MG, numa propriedade de quatro hectares, situada na latitude 18° 58' 37,55" S e longitude 46° 18' 37,21" O, numa altitude de 1075 m. A classificação do clima é Aw de acordo com a Köppen e Geiger (REBOITA *et al.*, 2015), com temperatura média de 20,6 °C e uma pluviosidade média anual de 1535 mm. A espécie utilizada foi *Coffea arabica* L., variedade Catuaí Vermelho, cultivar IAC 144, com idade de 16 anos e espaçamento de 4 x 0,6 m. O experimento foi desenvolvido no período de 24/12/2016 a 25/03/2017, ou seja, os grãos estavam na fase de enchimento durante a realização da pesquisa. A florada principal do talhão ocorreu por volta do dia 10 de outubro de 2017. Cerca de 11 semanas após o florescimento, o estudo foi iniciado. As armadilhas foram construídas manualmente, de acordo com o modelo IAPAR (VILLACORTA *et al.*, 2001).

O atrativo e as armadilhas foram confeccionados no laboratório de Genética e Biotecnologia, localizado no Centro Universitário de Patos de Minas – MG. Na confecção do atrativo foram gastos 500 mL de Álcool Metílico (CH₃OH) a 99,8%, 500 mL de Álcool Etílico (C₂H₅OH) a 99,5% e seis gramas de pó de café puro torrado e moído. Todos foram misturados no Agitador Magnético modelo TE-0851. A armadilha teve a parte inferior preenchida com 200 mL de solução de detergente a 1%, para afogar os insetos atraídos. As avaliações foram feitas a cada sete dias, com a coleta da solução de detergente e contagem dos insetos capturados com o auxílio de uma lupa. O atrativo e a solução foram repostos a cada avaliação, num total de 13 avaliações.

O experimento foi estruturado como um fatorial subdividido no tempo, no sistema de Delineamento em Blocos Casualizados, com dois fatores: cor e

posicionamento. Foram quatro cores: vermelho, amarelo, verde e transparente e três posicionamentos: terço superior (1,80 m), médio (1,20 m) e inferior (0,60 m) da planta, formando 12 tratamentos com três blocos, em um total de 36 parcelas. As armadilhas foram dispostas em três blocos dentro da área, cada bloco correspondeu a 12 ruas da lavoura, com uma armadilha em cada rua (parcela) espaçada em 16 metros da borda para dentro de cada rua (NUNES *et al.*, 2016). Cada bloco foi separado por quatro ruas no sentido perpendicular da mesma.

Durante esse período, a precipitação pluviométrica na área foi mensurada com a ajuda de um pluviômetro. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos de uma estação meteorológica localizada a aproximadamente dois km de distância em sentido linear do local do experimento, a uma altitude de 1065 m. O manejo da área não foi alterado, com isso, o controle do inseto foi realizado com o inseticida do Grupo Químico Organofosforado (Ingrediente Ativo Clorpirifós), no dia 11 de Janeiro. Por fim, os dados foram submetidos à ANAVA e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

Apenas na variável cor, as médias apresentaram diferença significativa, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Número médio de *Hypothenemus hampei* coletadas em armadilhas de cores diferentes, Carmo do Paranaíba, MG.

| Cor | Número de brocas* |
|--------------|-------------------|
| Verde | 2,35 a |
| Transparente | 1,95 ab |
| Vermelha | 1,85 ab |
| Amarela | 1,41 b |
| CV= 34,10% | |
| DMS= 0,84 | |

*Dados transformados: \sqrt{x} . Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

As armadilhas de cor verde, transparente e vermelha se sobressaíram em relação à armadilha de cor amarela. Esses dados diferem em relação ao trabalho de Mathieu *et al.* (1997), no qual ressaltam que a armadilha vermelha se sobressaiu sobre as brancas. Esse contraste pode ser explicado pela época de condução do estudo, ou seja, os frutos estavam verdes e, como uma das armadilhas que se destacou no experimento foi a verde, esse fator pode ter causado algum estímulo visual ao inseto. Portanto, o estágio fenológico do fruto pode ser um fator influenciador desses resultados. *H. hampei* começa a atacar o fruto cerca de oito semanas após a florada principal, sendo frutos em condições ideais para oviposição após 16 semanas

(dependendo da temperatura), ou seja, com mais de 20% de matéria seca no endosperma (BAKER, 1999).

Borbón-Martínez *et al.* (2000) mostraram que o branco era mais atraente que o preto, amarelo, vermelho, azul e verde. Por outro lado, Mathieu (1995) mostrou que a armadilha preta se sobressaiu sobre a vermelha e que as cores amarelas e brancas eram estatisticamente superiores à vermelha e preta. Esses resultados reafirmam a discordância entre resultados sobre os possíveis estímulos visuais a que o inseto pode ser submetido para encontrar seu hospedeiro. A exalação de compostos voláteis pelos frutos, principalmente frutos secos e cerejas, a capacidade visual do inseto onde o vermelho pode ser assimilado como preto, a luminosidade e a fenologia da planta podem influenciar nas capturas de insetos pelas armadilhas (MATHIEU, 1995; MENDESIL *et al.*, 2009).

Dufour e Frérot (2008) demonstraram que armadilhas vermelhas foram mais relevantes em relação às brancas, amarelas e pretas, testadas antes da colheita. Esses dados diferiram também das informações obtidas nesta pesquisa, em que a cor verde se ressaltou, o que mais uma vez mostra a grande divergência de resultados nesta área. Outro fator que pode ser determinante é o conteúdo de matéria seca do fruto, que determina o início e a velocidade de penetração da fêmea (JARAMILLO; BORGEMEISTER; BAKER, 2006). *H. hampei* tem preferência por grãos que possuem mais de 20% de matéria seca, ou seja, grãos cerejas e secos. Frutos aquosos são abandonados após a penetração inicial ou a fêmea aguarda no túnel construído até que o fruto apresente as condições favoráveis para o desenvolvimento de seus sucessores (JARAMILLO; BORGEMEISTER; BAKER, 2006).

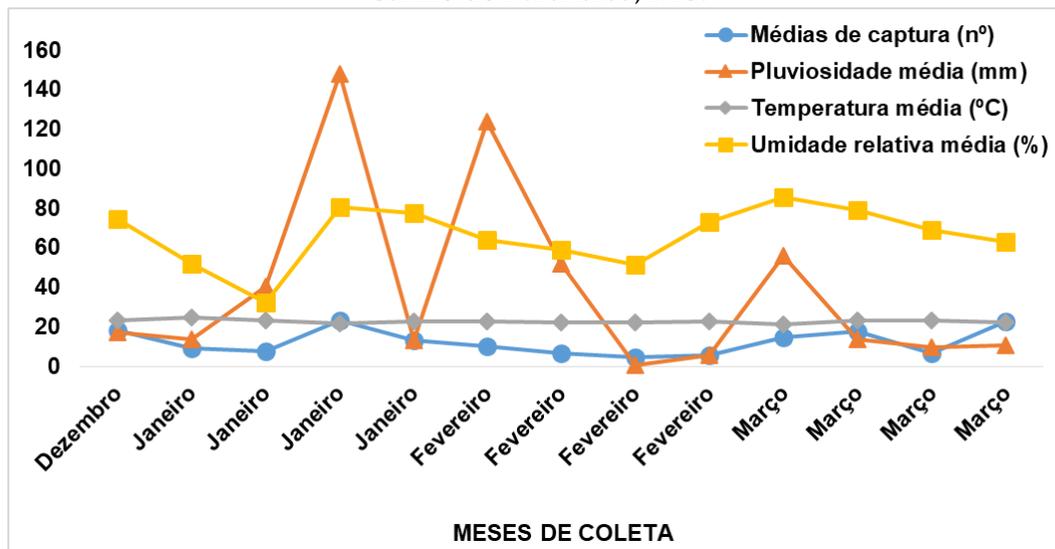
As diferentes alturas nas quais as armadilhas foram instaladas não diferiram entre si estatisticamente. Silva, Ventura e Morales (2006) avaliaram alturas de fixação de 0,5; 1,0 e 1,5 m, comparadas no interior de lavouras e não foram constatadas diferenças. Segundo Barrera (2005), as alturas em que a broca-do-café pode ser encontrada com maior frequência pode variar de acordo com a fenologia da planta de café. No período reprodutivo da planta, esses insetos podem ser capturados em alturas mais baixas, enquanto que, na entressafra, a broca-do-café tende a voar mais alto, em busca de frutos remanescentes para sobreviver. Essas informações não foram confirmadas por esta pesquisa, o que mostra que outros fatores, como o vento, podem estar envolvidos.

Entretanto, Dufour e Frérot (2008) testaram duas alturas de fixação, 0,40 e 1,20 m e constataram maiores capturas nas armadilhas fixadas na maior altura. Nos períodos de migração, as populações de fêmeas deixam os frutos e voam, mas a precariedade e a instabilidade de seu voo sugeririam que as melhores capturas seriam feitas a alturas menores, o que não ocorreu. Fatores como o vento e frequência de chuvas podem ter influenciado. No período de enchimento de grãos, há grande oferta de frutos, com isso, não há necessidade de o inseto voar muito para localizar um fruto apto a ser atacado, isso pode ter relação com a ausência de diferença estatística entre as alturas (BARRERA, 2005).

O abandono do fruto pelas fêmeas colonizadoras sofre influência da luz e umidade. As fêmeas saem dos frutos aptas a ovipositar outros, o que ressalta a importância desses elementos no comportamento do inseto. Frequentemente,

relacionam-se capturas em grandes números da broca-do-café após elevadas pluviosidades, o que pode explicar os resultados desta pesquisa (MATHIEU *et al.*, 1999). A temperatura média e a pluviosidade têm efeito direto sobre o ciclo de vida e comportamento de *H. hampei* (SILVA *et al.*, 2013). Os dados de precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperatura média em conjunto com as médias das capturas durante esse período estão na Figura 1.

Figura 1. Número médio de pluviosidade, temperatura, umidade relativa do ar e de capturas de adultos de *Hypothenemus hampei*, durante a realização do experimento, Carmo do Paranaíba, MG.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Informações de temperatura e pluviosidade são muito importantes no manejo da praga. Altas temperaturas e pluviosidades com intervalos podem favorecer a broca-do-café, com redução em seu ciclo, aumento da atividade biótica e, assim, maior capacidade de multiplicação (OLIVEIRA, 1982). Segundo Ferreira *et al.* (2000), após altos índices pluviométricos, sem intervalos com boa radiação solar, ocorre redução no tempo de voo das fêmeas colonizadoras na busca de frutos para postura, impede ou dificulta a abertura de orifícios para a penetração no fruto, visto que a alta umidade do mesmo pode favorecer o seu apodrecimento e essas condições podem também ajudar no ataque de fungos.

Duas condições abióticas influenciam diretamente na biologia de *H. hampei*, sendo elas, baixos índices de umidade relativa do ar e baixas temperaturas (FERREIRA *et al.*, 2003). A umidade relativa do ar, neste trabalho, se manteve, em grande parte, em torno de 70%, com apenas uma média de 30% na coleta 3. A temperatura média durante o experimento também se manteve favorável, sem grande variação, com valores na casa de 23°C. Com base nesses dados, pode-se dizer que a umidade e a temperatura não foram fatores que exerceram condições desfavoráveis ao ciclo de vida da praga, pois, segundo Baker *et al.* (1994), umidade relativa do ar por volta de 90% a 25°C são ideais para o crescimento, desenvolvimento e sobrevivência da broca-do-café.

Com base na Figura 1, é possível evidenciar um comportamento semelhante do número de capturas com a umidade relativa do ar no local. Esses dois fatores oscilaram quase que de forma direta (correlação de 0,51), evidenciando a importância da umidade do ar no comportamento do inseto. Esse comportamento foi evidenciado em pesquisa realizada por Okumura *et al.* (2003), em que conseguiram grandes números de capturas com umidade relativa por volta de 70 e 80%, e números de insetos coletados pelas armadilhas significativamente inferiores com umidade relativa média por volta de 50%. Isto ocorre porque a baixa umidade relativa do ar causa ressecamento do fruto, com isso ocorre redução da multiplicação, cessa-se a postura, podendo levar o inseto a morte (MORAES, 1998).

Com base nos picos de aumento de brocas coletadas, pode-se dizer que ocorreram, no máximo, duas gerações do inseto durante a execução do trabalho, que foi de Dezembro a Março. Cure *et al.* (1998), em Viçosa, MG, conseguiram quantificar três gerações no período de safra. Entretanto, a Figura 1 mostra que, com aumentos da precipitação pluviométrica, se aumentava a média do número de coletas de fêmeas adultas pelas armadilhas (correlação de 0,32), apesar de a temperatura quase não variar no período. Esse aumento não foi direto, mas com um tempo de resposta do inseto ele ocorreu, diferente do exposto por Souza e Reis (1997), em Minas Gerais, quando se observou uma estiagem prolongada no período de Janeiro a Março, combinada com altas temperaturas, o que acarretou em um aumento considerável na população de *H. hampei*.

A aplicação do inseticida Clorpirifós na área foi feita em 11 de Janeiro. Entre as coletas 2 e 3, pode-se observar um decréscimo na média de capturas da broca-do-café, mas na semana seguinte esse número volta a subir e depois sofre outro decréscimo. Krohling *et al.* (2015) constataram diferença significativa do Clorpirifós aos 30 dias após a aplicação, mas que não foi observado neste experimento, com base no número de capturas do inseto pelas armadilhas. É importante salientar que o controle químico dessa praga é difícil de ser realizado, pois são insetos que passam boa parte da vida dentro do fruto do café. Portanto, o controle químico deve ser feito no final da entressafra, período em que as fêmeas colonizadoras estão em busca de novos frutos hospedeiros pela lavoura (DAMON, 2000).

As armadilhas verdes, vermelhas e transparentes se sobressaíram no estudo, independentemente de seu posicionamento na planta. Portanto, pode-se dizer que existem mais fatores além de estímulos visuais em relação a cores envolvidos no processo de localização e colonização de frutos de café por fêmeas adultas (MATHIEU *et al.*, 1997). Devido à grande divergência de resultados nesta área de estudo e aos diversos fatores que podem exercer influência nos resultados, como condições climáticas e estádios fenológicos da planta, ressalta-se a necessidade de mais estudos neste campo de pesquisa. *H. hampei* causa danos significativos na produção de café, e métodos alternativos que podem ajudar no combate ao inseto, como o uso de armadilhas, são importantes no manejo da praga.

Conclusões

As armadilhas verdes, transparentes e vermelhas capturaram um número maior de brocas-do-café, quando comparadas às armadilhas amarelas. Diversos fatores podem influenciar nesses resultados, como a fenologia da planta, a exalação de compostos voláteis, luminosidade, capacidade visual do inseto e o conteúdo de matéria seca do fruto. As capturas foram iguais estatisticamente nos três terços da planta, e a fenologia da planta, o vento e a frequência de chuvas podem ter influenciado. A umidade relativa do ar e a pluviosidade são fatores que influenciam no comportamento do inseto, acelerando o ciclo e aumentando as populações de brocas-do-café na área, quando em condições ideais.

Referências

- BAKER, P. S.; BARRERA, J. F.; RIVAS, A. Life-history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. **Journal of Applied Ecology**, v. 29, n. 3, p. 656-662, 1992.
- BAKER, P. S. et al. Abiotic mortality factors of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 71, n. 3, p. 201-209, 1994.
- BAKER P.S. **The Coffee Berry Borer in Colombia**. Egham, UK: CABI Bioscience. 1999.
- BARRERA, J. F. Investigación sobre la broca del café en México: logros, retos y perspectivas. In: XL Congreso Nacional de Entomología. 40., 2005, Tapachula. **Anais...** Tapachula: Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. México, 2005. p. 1-13.
- BORBÓN-MARTÍNEZ, O. *et al.* Proyecto de trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto de cafeto, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). In: Memorias del XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura. 19., 2000, San José. **Anais...** San José: ICAFE, 2000. p. 331-348.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café: Quarto Levantamento Dezembro/2018**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafes/boletim-da-safra-de-caffe/item/10531-4-levantamento-de-caffe-safra-2018>. Acesso em: 22 ago. 2019.
- CURE, J. R. *et al.* Fenologia e dinâmica populacional da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) relacionadas às fases de desenvolvimento do fruto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 325-335, 1998.
- DAMON, A. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 90, n. 6, p. 453-465, 2000.

DUFOUR, B. P.; FRÉROT, B. Optimization of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Col., Scolytidae), mass trapping with an attractant mixture. **Journal of Applied Entomology**, v. 132, n. 7, p. 591-600, 2008.

FERNANDES, F. L. **Distribuição espacial e programa de tomada de decisão de controle usando armadilha para *Hypothenemus hampei***. 2009. 117f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, 2009.

FERNANDES, F. L. *et al.* Controle massal da broca-do-café com armadilhas de garrafa Pet vermelha em cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 8, p. 587-594, 2014.

FERREIRA, A. J. *et al.* Dinâmica populacional da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae) em Lavras, MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 237-244, 2000.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria**, v. 45, n. 2000, p. 235-258, 2000.

FERREIRA, A. J. *et al.* A. Bioecologia da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), no agroecossistema cafeeiro do cerrado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 422-431, 2003.

GALLO D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. São Paulo: Piracicaba, 2002.

GONZÁLEZ, M. O.; DUFOUR, B. P. Diseño, desarrollo y evaluación del trapeo en el manjo integrado de la broca del café. In: **SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA**, p. 381-396, 2002.

JARAMILLO, J.; BORGEMEISTER, C.; BAKER, P. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): searching for sustainable control strategies. **Bulletin of Entomological Research**, v. 96, n. 3, p. 223-233, 2006.

KROHLING, C. A. *et al.* Avaliação do controle da broca do café (*Hypothenemus hampei*) com BAS 320 em café arábica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 41., 2015, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2015.

MATHIEU F. **Mécanismes de la colonisation de l'hôte chez le scolyte du café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae)**. 1995. 134f. PhD thesis, University of Paris VII, France, 1995.

MATHIEU, F. *et al.* Trapping of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col. Scolytidae) within a mesh-enclosed environment: interaction of olfactory and visual stimuli. **Journal of Applied Entomology**, v. 121, n. 1-5, p. 181-186, 1997.

MATHIEU, F. *et al.* Progression in field infestation is linked with trapping of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Col., Scolytidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 123, n. 9, p. 535-540, 1999.

MENDESIL, E. *et al.* Semiochemicals used in host location by coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 35, n. 8, p. 944-950, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Café no Brasil**. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 22 ago. 2019.

MORAES, J. C. **Pragas do cafeeiro**: importância e métodos alternativos de controle. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.

MOTA, L. H. C. **Desenvolvimento de armadilha de auto-inoculação para o controle de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae) com *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil (Ascomycota: Hypocreales) em tecido sintético**. 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

NUNES, G. A. S. *et al.* Captura da broca-do-café (*Hypothenemus hampei* f.) com armadilhas usando semioquímicos na borda do cafezal. In: CONGRESSO MINEIRO DE INOVAÇÕES AGROPECUÁRIAS, 9., 2016, Patos de Minas. **Anais do Comeia**. Patos de Minas: UNIPAM, 2016, p. 141-143.

OKUMURA, A. S. K. *et al.* Controle da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) em terreiros de secagem de café. **Semina**, v. 24, n. 2, p. 277-282, 2003.

OLIVEIRA, E. G. Broca do café: prejuízos econômicos. **Correio Agrícola**, v. 1, n. 82, p. 384-385, 1982.

PEREIRA, R. T. G.; TORRES, R. O.; CALIXTO, J. S. Implantação de unidade de controle da broca *Hypothenemus hampei* em cafeeiros *Coffea arabica* com uso de garrafas pet na Zona da Mata de Minas Gerais. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 1-5, 2016.

REBOITA, M. S. *et al.* Aspectos climáticos do estado de minas gerais (climate aspects in minas gerais state). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 206-226, 2015.

SILVA, F. C.; VENTURA, M. U.; MORALES, L. Capture of *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera, Scolytidae) in response to trap characteristics. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 6, p. 567-571, 2006.

SILVA, R. A. *et al.* Influência das condições climáticas na flutuação populacional da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera–Scolytidae) no sul de Minas Gerais. In: VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 8., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa café, 2013. p. 1-4.

SOUZA, J.C. de; REIS, P. R. **Broca-do-café:** histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 40p. (Boletim Técnico, 50).

SOUZA, J.C. de; *et al.*. **Cafeicultor:** saiba como monitorar e controlar a broca-do-café com eficiência. Belo Horizonte: EPAMIG, 2013. 3p. (Circular técnica, 178).

VILLACORTA, A. *et al.* Um modelo de armadilha com semioquímicos para o manejo integrado da broca- do- café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no Paraná. In: II SIMPOSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFES DO BRASIL. Vitória (ES). **Anais...**Brasília, Embrapa Café, p. 2093-2098, 2001.