

ISSN 2178-7662

CERRADO AGROCIÊNCIAS

REVISTA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PATOS DE MINAS

NÚMERO 9/NOV.2018

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 9/nov. de 2018

Patos de Minas: Cerrado Agrociências, UNIPAM, n. 9 : 1-123



Centro Universitário de Patos de Minas



Núcleo de Editoria e Publicações

Cerrado Agrociências © Revista do Centro Universitário de Patos de Minas
<http://revistaagrociencias.unipam.edu.br>
e-mail: revistaagrociencias @unipam.edu.br

Editores

Karla Vilaça Martins (UNIPAM)
Luís Henrique Soares (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)
Jackelline 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

Sumário

Adequação de doses de aminoácidos no tratamento de sementes de soja	7
<i>Walquíria Fernanda Teixeira</i>	
<i>Evandro Binotto Fagan</i>	
<i>Luís Henrique Soares</i>	
<i>Leidyane Godinho Silva</i>	
<i>Ellen Mayara Alves Cabral</i>	
<i>Durval Dourado Neto</i>	
Adubação com boro na cultura do arroz de terras altas em Nova Xavantina-MT	32
<i>Diogo Bezerra Alves</i>	
<i>Ana Heloisa Maia</i>	
<i>Iassanã Francisco da Silva</i>	
<i>Douglas Ferreira de Souza</i>	
Água residuária aplicada no solo: remoção de carga orgânica e concentração de fósforo no solo	42
<i>Morais Carneiro dos Reis</i>	
<i>André Andrade Santana</i>	
Avaliação dos métodos de superação de dormência em sementes de <i>Schizolobium parahybae</i> (vellozo) blake em dois tipos de substratos.....	52
<i>Jean Fernando Silva Gil</i>	
<i>Frederico Ozanam Moraes</i>	
<i>Renato Boreli Silva</i>	
<i>João Paulo Ferreira</i>	
<i>Edjair Augusto Dal bem</i>	
<i>Fábio Monteiro Leite de Souza</i>	
Bioestimulantes no crescimento e no desenvolvimento da cultura de soja	62
<i>Maria Tereza Barbosa da Silva</i>	
<i>Karla Vilaça Martins</i>	
Corretivos aplicados em superfície e incorporados em latossolo vermelho argiloso	68
<i>Pedro Rocha Santos</i>	
<i>Mateus Gonçalves de Borba</i>	
<i>Miguel Martins Neto</i>	
<i>Paulo Henrique Soares</i>	
<i>Maurício Antônio de Oliveira Coelho</i>	
<i>Carlos Henrique Eiterer de Souza</i>	
Custo e viabilidade econômica na cultura da soja com aplicação de regulador de crescimento vegetal.....	79
<i>João Paulo Ferreira</i>	
<i>Gabriela Antunes Duarte</i>	
<i>Leandro Manoel</i>	
<i>Jean Gil</i>	
<i>Renato Boreli Silva</i>	
<i>Edjair Augusto Dal Bem</i>	
<i>Dorival Pinheiro Garcia</i>	
<i>Fábio Monteiro Leite de Souza</i>	

Desempenho de diferentes híbridos de milho em cultivo de alta tecnologia nas condições edafoclimáticas de Itapeva-SP90

Renato Boreli Silva

Jhonathan Gabriel Tomé

João Paulo Ferreira

Michelle Traete Sabundjian

Leandro Manoel

Jean Fernando Silva Gil

Desenvolvimento de plantas de arroz submetidas a aplicação de ácido giberélico 99

Roméria Carvalho Rocha

Glauce Portela de Oliveira

Efeito do adubo de liberação lenta no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular de mudas de café arábica105

Paulo César Oliveira

Kleso Silva Franco Junior

Giselle Prado Brigante

Tamara Machado da Silva

Influência da adubação mineral, orgânica e organomineral na produção de alface e seu efeito residual 111

Hitallo Diego Moura e Silva

Rosiene Nazário Xavier

Rodrigo Mendes de Oliveira

Qualidade sensorial do café submetido a diferentes métodos de secagem 119

Wellyson da Silva Araujo

Kleso Silva Franco Junior

Giselle Prado Brigante

Tamara Machado da Silva

Adequação de doses de aminoácidos no tratamento de sementes de soja

Adequacy of doses of amino acids in the soybean seed treatment

Walquíria Fernanda Teixeira¹; Evandro Binotto Fagan²; Luís Henrique Soares²; Leidyenne Godinho Silva³; Ellen Mayara Alves Cabral¹; Durval Dourado Neto¹

¹ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ/USP.
E-mail: walquíria_bio@hotmail.com

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

³ Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

Resumo: Os aminoácidos podem ser uma ferramenta viável para a melhoria do desenvolvimento inicial de características bioquímicas e produtividade da soja, uma cultura de elevada importância mundial. Portanto, este trabalho teve por objetivo adequar doses de glutamato, cisteína, fenilalanina e glicina no tratamento de sementes de soja. Foram avaliados a emergência, o índice de velocidade de emergência, o acúmulo de massa de matéria seca, além do efeito dos aminoácidos sobre o metabolismo oxidativo das plantas. A aplicação de glutamato promoveu o aumento do índice de velocidade de emergência, metabolismo antioxidante e produtividade das plantas, com incremento de até 30% no índice de velocidade de emergência na dose de 13,1 mg kg⁻¹ [semente], em relação ao controle. Fenilalanina promoveu incremento de massa de matéria seca e produtividade e glicina elevou os valores de todos os parâmetros avaliados e reduziu o estresse das plantas. Com relação à produtividade, todos os tratamentos de sementes repercutiram no incremento dessa variável em relação ao controle, sendo que o tratamento com fenilalanina na dose de 3 mg kg⁻¹ de semente proporcionou maior produtividade, com acréscimo de 72% de produtividade, em relação ao controle. Portanto, conclui-se que as melhores doses dos aminoácidos são: glutamato - 12,37 mg kg⁻¹ [semente]; fenilalanina 3,09 mg kg⁻¹ [semente]; cisteína - 12,37 mg kg⁻¹ [semente] e glicina - 9,28 mg kg⁻¹ [semente].

Palavras-chave: *Glycine max.* Glutamato. Cisteína. Fenilalanina. Glicina.

Abstract: Amino acids can be a viable tool for improving initial development of biochemical characteristics and yield of soybeans, a crop of global importance. Therefore, the objective of this work was to adjust doses of glutamate, cysteine, phenylalanine and glycine in the in the treatment of soybean seeds. The emergence, emergence speed index, accumulation of dry matter mass, and the effect of amino acids on the oxidative metabolism of plants were evaluated. The application of glutamate increased the rate of emergence speed, antioxidant metabolism and plant productivity, with an increase of up to 30% in the rate of emergency at a dose of 13.1 mg kg⁻¹ [seed], in relation to control. Phenylalanine promoted increased dry matter mass and yield and glycine increased the values of all parameters evaluated and reduced plant stress. With regard to productivity, all seed treatments had an effect on the increase of this variable in relation to the control, and the treatment with phenylalanine at the dose of 3 mg kg⁻¹ of seed provided higher productivity, with an increase of 72% in productivity, related to the control. Therefore, it is concluded that the best doses of amino acids are: glutamate - 12.37 mg

kg-1 [seed]; phenylalanine - 3.09 mg kg-1 [seed]; cysteine - 12.37 mg kg -1 [seed] and glycine - 9.28 mg kg -1 [seed].

Keywords: *Glycine max*. Glutamate. Cysteine. Phenylalanine. Glycine.

Introdução

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é a Fabaceae de maior importância econômica no mundo, sendo a Argentina, os Estados Unidos e o Brasil os líderes mundiais em produção. Na safra 2017/2018, a produção mundial do grão chegou a 337 milhões de toneladas, sendo o Brasil o segundo maior produtor com 117 milhões de toneladas (USDA, 2018). A USDA ainda prevê aumento na produção da *commodity* na safra 2018/2019, mas a demanda por óleo e proteína do grão ainda será maior que a produção mundial.

Na tentativa de suprir essa demanda, têm-se desenvolvido cada vez mais tecnologias buscando o aumento na produtividade, como o uso de bioestimulantes. Os bioestimulantes são descritos por muitos autores como substâncias que podem ser naturais ou sintéticas, oriundas de mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais ou destes com outras substâncias como aminoácidos, nutrientes, algas marinhas, hormônios e vitaminas que podem ser aplicados diretamente nas plantas ou em tratamento de sementes (SANTOS *et al.*, 2013). O uso dessas substâncias tem sido crescente na agricultura por apresentar resultados como aumento da absorção de água e nutrientes pelas plantas, aumento da resistência a estresses bióticos e abióticos e aumento no desenvolvimento do sistema radicular (SILVA *et al.*, 2008; SANTOS, 2017).

Entre os bioestimulantes, os aminoácidos podem ser caracterizados como moléculas orgânicas constituídas por carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, ainda possuem um radical orgânico ligado a sua estrutura, sendo essa característica responsável por diferencia-los (BUCHANAN *et al.*, 2000). De acordo com Taiz *et al.* (2017), os aminoácidos são os constituintes básicos das proteínas, macromoléculas que desempenham papéis específicos nas plantas. Além disto, essas moléculas são responsáveis pelo transporte de nutrientes na planta, principalmente o nitrogênio e o enxofre, e podem atuar como agentes redutores de estresses e precursores hormonais.

Diversos aminoácidos são encontrados no solo, entretanto, a meia vida deles é muito curta e necessita de um transportador nas raízes para que sejam absorvidos (JAMTGARD; NASHOLM; AND HUSS-DANEL, 2010). Contudo, há diversos trabalhos mostrando a eficiência da absorção dos aminoácidos pelas plantas (PERSSON *et al.*, 2006; GIOSEFFI; NEERGAARD; SCHJOERRING, 2012), o que suporta a aplicação dessas moléculas via tratamento de sementes, podendo, então, refletir no melhor desenvolvimento inicial da planta. Porém, a maioria desses trabalhos utiliza produtos compostos, o que cria uma lacuna quanto ao efeito e à dose de aminoácidos nas plantas.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi adequar a dose de aminoácidos glutamato, cisteína, fenilalanina e glicina no tratamento de sementes de soja, além de avaliar o efeito destes no metabolismo oxidativo, no crescimento e na produtividade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área experimental da Escola Agrotécnica Afonso Queiroz, Campus II do Unipam (Centro Universitário de Patos de Minas), município de Patos de Minas (MG) (18°34' de latitude Sul, 46°31' de longitude Oeste e 815 m de altitude). O solo é classificado como Latossolo Vermelho e apresenta um clima tropical de altitude (Cwa), com precipitação média anual em torno de 1400 mm (SOUZA *et al.*, 2005), sendo a temperatura média anual igual a 21,1 °C; a máxima anual 27,8 °C; e a mínima anual 16,3 °C, conforme dados da Estação Meteorológica de Sertãozinho (EPAMIG), localizada no município de Patos de Minas (MG).

Inicialmente, foram instalados pré-testes de emergência visando observar quais as melhores doses e tratamentos a serem aplicados no experimento. Esses pré-testes foram conduzidos em bandejas contendo, como substrato, areia lavada. Nesse experimento, foram testados os aminoácidos glutamato, arginina, cisteína, fenilalanina, glicina, glutamina, metionina e triptofano, nas doses de 100, 200, 300, 400 e 500 mg ha⁻¹.

Após a obtenção dos melhores tratamentos e das melhores doses a serem aplicadas, foi realizada a instalação do experimento em campo. Este foi conduzido em canteiros, utilizando soja (*Glycine max* L. Merrill), variedade cultivada SYN 1279 RR, de crescimento indeterminado e ciclo precoce. A semeadura foi realizada em canteiros de 1 m de largura, com espaçamento de 0,2 m entre linhas, sendo semeadas 50 sementes por linha.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, constituído pela aplicação de doses de aminoácidos no tratamento de sementes, sendo utilizadas quatro repetições para cada tratamento (Tabela 1). Foram utilizados dois tratamentos controles: o primeiro deles correspondeu à utilização de sementes sem nenhum tratamento e outro utilizou tratamento convencional com fungicida e inseticida (Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato Metílico), na dose de dose de 1 mL kg⁻¹ [sementes]. Os aminoácidos foram diluídos em água destilada e aplicados sobre as sementes na dose de 4 mL kg⁻¹ [semente].

Tabela 1. Descrição dos aminoácidos e das doses utilizadas. Escola Agrotécnica Afonso Queiroz (UNIPAM). Patos de Minas, MG. 2015.

Tratamento ¹	Dose		
	mg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹ [sementes]	μmol L ⁻¹
Controle	0	0	0
	300	9,28	5250
	400	12,37	10500
	500	15,46	15768
	600	18,55	21018
Ácido Glutâmico	700	21,65	26269
	100	3,09	6376
	200	6,18	12751
	300	9,28	19148
Cisteína	400	12,37	25524

	500	15,46	31899
	100	3,09	4676
	200	6,18	9353
Fenilalanina	300	9,28	14044
	400	12,37	18720
	500	15,46	23397
	100	3,09	10290
	200	6,18	20581
Glicina	300	9,28	30904
	400	12,37	41195
	500	15,46	51485
Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato Metílico			

¹ As fontes utilizadas correspondem aos aminoácidos puros marca Sigma Aldrich®, com isomeria óptica levogiro (L- aminoácido)

As avaliações iniciaram logo após a semeadura, sendo registrado, diariamente, o número de plântulas emergidas, sendo adotada como critério de emergência a emissão dos cotilédones acima do solo. O índice de velocidade de emergência foi calculado de acordo com equação proposta Maguire (1962).

As coletas para as determinações bioquímicas foram realizadas quando as plantas se encontravam no estágio V₆ (40 DAS). Foram coletadas folhas, completamente expandidas do terço médio das plantas, as quais foram transportadas em caixas de isopor. O material coletado foi utilizado para determinação da atividade das enzimas urease (U), catalase (CAT), peroxidase (POD), superóxido dismutase (SOD), quantificação de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), proteínas e peroxidação lipídica (PL).

A determinação da atividade da urease foi realizada em material fresco de acordo com a metodologia adaptada de Hogan, Swift e Done (1983). Já a determinação do N-NH₄⁺ foi realizada segundo a metodologia proposta por Mc Cullough (1967).

Para a obtenção do material vegetal, as amostras de folhas foram coletadas às 9 horas, colocadas em sacos plásticos e envolvidas em papel alumínio. Em seguida, foram congeladas em nitrogênio líquido, a fim de paralisar as reações, e levadas para o laboratório, onde foram armazenadas em freezer a -20°C. A extração do material vegetal foi realizada por meio da trituração de folhas coletadas, com auxílio de nitrogênio líquido. Ao final, as amostras foram armazenadas a -20°C para posterior determinação de proteína, catalase, peroxidase e superóxido dismutase (KAR; MISHRA, 1976).

A determinação do teor de proteína na folha foi realizada seguindo a metodologia descrita por Bradford (1976). Os dados finais foram expressos em mg g⁻¹ de matéria fresca e foram utilizados para os cálculos da atividade das enzimas (catalase, peroxidase e superóxido dismutase). A enzima superóxido dismutase foi avaliada segundo a metodologia de Beauchamp e Fridovich (1971). Para a

determinação da atividade da catalase (CAT), utilizou-se metodologia proposta por Peixoto *et al.* (1999).

A atividade da peroxidase (POD) foi determinada de acordo com as condições citadas no trabalho de Teisseire e Guy (2000). O teor de peróxido de hidrogênio foi determinado por meio da reação com iodeto de potássio (KI), segundo Alexieva *et al.* (2001). Já a quantificação do teor de peroxidação lipídica foi determinada de acordo com a técnica de Heath e Packer (1968). A determinação do aminoácido prolina foi realizada de acordo com o método proposto por Bates *et al.* (1973).

As determinações de massa de matéria seca de raiz, caule, folhas e vagens foram realizadas aos 25 (estágio V₄) e 40 dias após a semeadura (estágio V₆). Foram utilizadas três plantas por repetição, em que cada órgão da planta foi acondicionado, separadamente, em sacos de papel, e a secagem foi realizada utilizando-se o método padrão de secagem em estufa com circulação de ar forçada e com temperatura de 65 °C, até massa constante.

Para determinar o índice Spad na folha, foi utilizado medidor portátil de clorofila (clorofilômetro Minolta, modelo Spad-502), que permite leituras instantâneas do teor relativo de clorofila na folha sem destruí-la. Essa análise foi realizada aos 40 DAS (V₆).

Para a produtividade, as plantas foram colhidas manualmente considerando-se três plantas por repetição. Os grãos colhidos de cada planta foram pesados em balança digital com precisão de 0,01 gramas. Foi determinado o teor de água dos grãos e efetuado o cálculo da produtividade (produção por unidade de área) com o teor de água corrigido para 13% (0,13g g⁻¹).

Os dados obtidos no experimento foram avaliados quanto à normalidade e homogeneidade por meio dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente, ambos a 5% de significância. Foi efetuada a análise da variância e, quando significativa, foi aplicada a análise de regressão linear e polinomial, sendo usados apenas modelos significativos, ambos ao nível de 5% de significância. Para comparar os resultados médios entre os aminoácidos, foi realizado o teste de Tukey a 5% de significância. Posteriormente, foi realizada análise multivariada por meio da análise de Componentes Principais. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software estatístico SAS 9.3 (SAS Institute, 2011).

Resultados e Discussão

A Tabela 2 mostra os resultados da análise de regressão referentes à aplicação de glutamato, via sementes. Obtiveram-se ajustes significativos, utilizando modelos polinomiais de segundo grau, para as seguintes variáveis: IVE, E, MSR, SPAD, PTS, CAT, SOD, H₂O₂, PL, PROL, U e P.

Tabela 2. Equações de regressão ajustadas (ao nível de significância de 0,05) para índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (E), massa de matéria seca de raiz (MSR), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), massa de matéria seca total (MST), aos 25 e 40 DAS, respectivamente, proteína total solúvel em folhas (PTS), catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD), peroxidase (POD), peróxido de hidrogênio (H₂O₂), peroxidação lipídica (PL), urease (U) e produtividade de grãos de soja (P) em plantas de soja submetidas ao tratamento de sementes com glutamato.

Variável independente (x)	p	Equação	R ²	X max ¹
IVE	< 0,0001	y = -0,0108x ² + 0,2839x + 6,3922	0,99	13,1
E	0,0003	y = -0,088x ² + 2,0546x + 68,969	0,81	11,7
MSR	0,0515	-	-	-
MSPA	0,0740	-	-	-
MST	0,0621	-	-	-
MSR*	0,0039	y = 0,00002x ² + 0,0003x + 0,0581	0,61	7,5
MSPA*	0,1040	-	-	-
MST*	0,0621	-	-	-
SPAD	< 0,0001	y = -0,0191x ² + 0,3578x + 30,935	0,73	9,4
PTS	< 0,0001	y = -0,0098x ² + 0,2207x + 5,0055	0,81	11,3
CAT	< 0,0001	y = -0,0023x ² + 0,0114x + 1,2265	0,61	2,5
SOD	< 0,0001	y = -0,0698x ² + 1,7661x + 7,6378	0,93	12,7
POD	0,9446	-	-	-
H ₂ O ₂	< 0,0001	y = -0,0195x ² + 0,6554x + 19,474	0,91	16,8
PL	0,0096	y = -0,0587x ² + 1,5252x + 59,08	0,71	13,0
PROL	0,0830	-	-	-
U	< 0,0001	y = -0,0115x ² + 0,258x + 5,0861	0,71	11,2
P	< 0,0001	y = -0,0071x ² + 0,2026x + 3,4253	0,75	14,3

¹X max= Dose de glutamato (mg kg⁻¹ [semente]) que proporcionou valor máximo da variável analisada.

* Referente à segunda coleta de massa de matéria seca (40 DAS).

A aplicação de glutamato promoveu incrementos nas variáveis analisadas, no entanto, não foi possível observar um padrão de dose para cada variável analisada, sendo que as doses entre 7,5 e 14,3 foram as que mais promoveram efeitos positivos nas plantas.

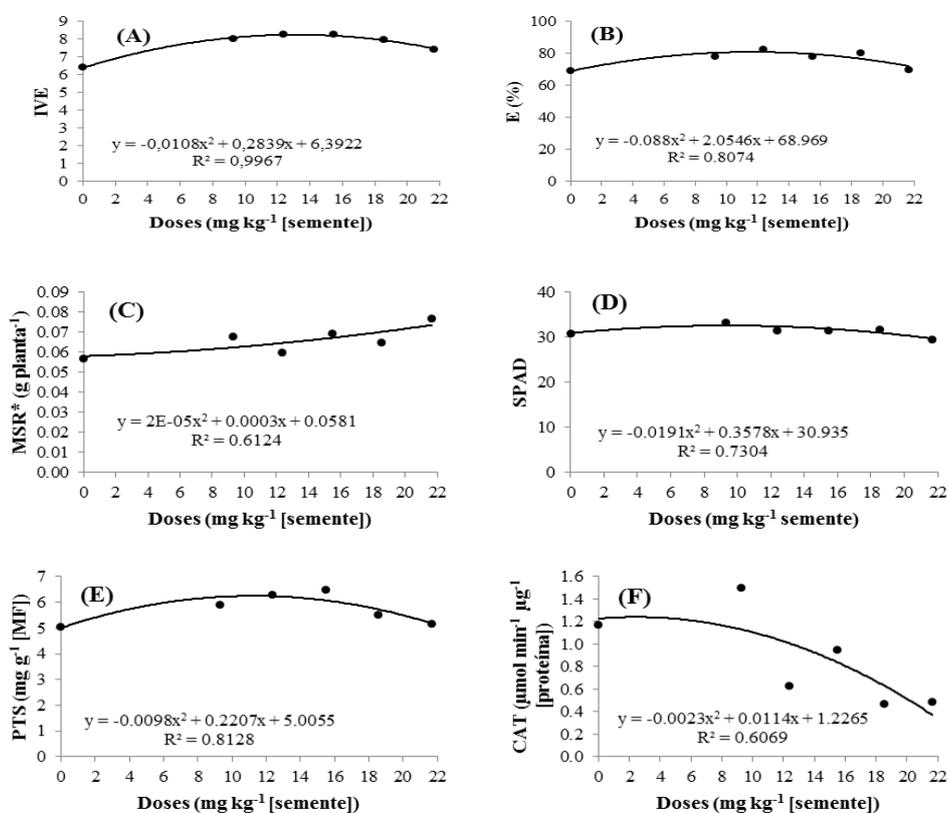
O índice de velocidade de emergência (IVE) foi afetado pelo incremento das doses de glutamato, chegando a 8,26 na dose de 13,1 mg kg⁻¹ [semente], o que representou incremento de 30% em relação ao controle (Figura 1A). A emergência também foi beneficiada pela aplicação desse aminoácido, sendo que a aplicação de 11,7 mg kg⁻¹ [semente] promoveu acréscimo de 17% na emergência em comparação às sementes sem nenhum tratamento (Figura 1B).

Por outro lado, a aplicação de glutamato não afetou a massa de matéria seca das plantas, exceto a MSR aos 40 DAS, em que a dose 7,5 mg kg⁻¹ [semente] já foi suficiente para promover aumento da massa desse órgão (Figura 1C).

Com relação ao índice SPAD, a aplicação de glutamato na dose de 9,4 mg kg⁻¹ [semente] aumentou em 5% esse índice, em relação ao controle (Figura 1D). O acúmulo de proteína total solúvel em folhas também foi beneficiado pela aplicação desse aminoácido, especialmente na dose de 11,3 mg kg⁻¹ [semente] (Figura 1E).

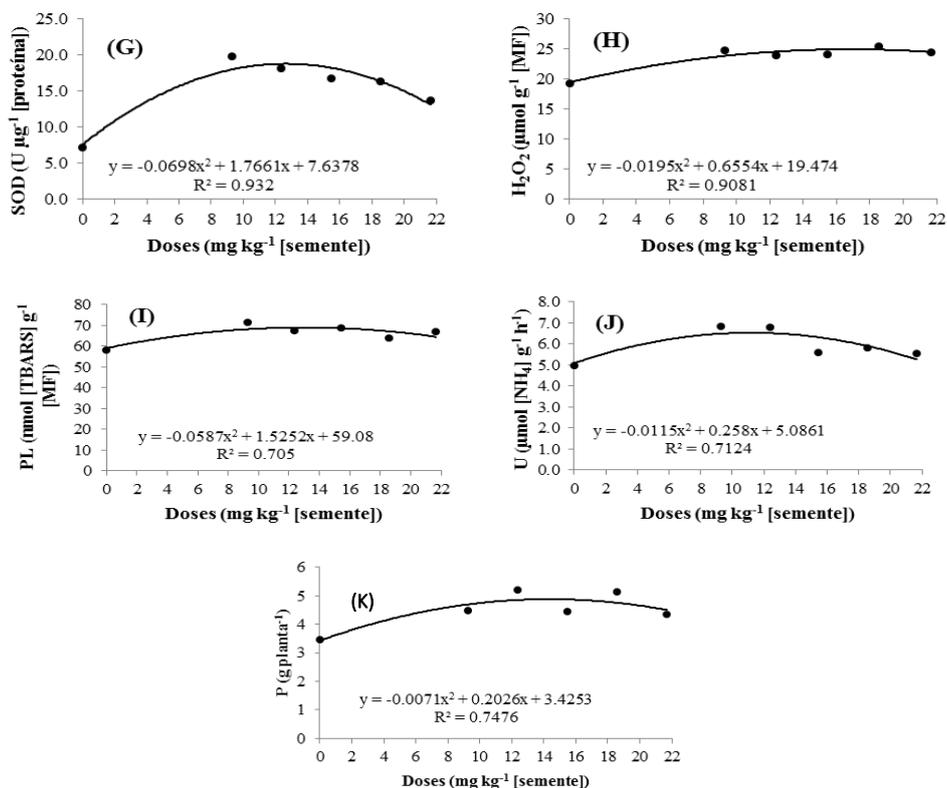
As enzimas CAT e SOD, responsáveis pela regulação dos radicais livres nas plantas, apresentaram comportamentos diferentes com a aplicação de glutamato. O uso desse aminoácido promoveu o decréscimo na atividade de CAT e o aumento da atividade da SOD, sendo que a dose de 12,7 mg kg⁻¹ [semente] promoveu maior atividade da SOD, 146% maior que o controle (Figura 1G). Esse aumento da atividade da enzima SOD não foi suficiente para a redução do estresse da planta, avaliado por meio da peroxidação lipídica, pois, em uma dose próxima a essa (13 mg kg⁻¹ [semente]), foi evidenciado o maior valor de peroxidação lipídica nas plantas (Figura 1I).

Figura 1. Efeito da aplicação de doses de glutamato no tratamento de sementes de soja: A - índice de velocidade de emergência (IVE), B - emergência (E), C - massa de matéria seca de raiz aos 40 DAS (MSR), D - valor SPAD (SPAD), E - teor de proteína total solúvel nas folhas (PTS), F - atividade das enzimas catalase (CAT) e G - superóxido dismutase (SOD), H - teor de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), I - peroxidação lipídica (PL), J - atividade da enzima urease (U) e K - produtividade (P). Unipam. Patos de Minas, MG. 2013.



continua...

conclusão...



A enzima SOD promove a dismutação do radical superóxido dismutase em H_2O_2 , no entanto, não foi evidenciado o incremento desse radical a partir do aumento da atividade da enzima, mostrando que o H_2O_2 pode ter sido produzido por outras vias. A maior produção desse radical foi evidenciada somente em doses mais elevadas de glutamato (16,8 mg kg^{-1} [semente]). Esse incremento de produção representou 28% em relação ao controle (Figura 1H).

A enzima urease, responsável pela transformação de ureia em amônia, que será fonte de nitrogênio assimilada pela planta, foi afetada de forma positiva pela aplicação de glutamato (Figura 1J). A dose de 11,2 mg kg^{-1} [semente] foi responsável pelo aumento de 28% na atividade dessa enzima em relação às plantas que não receberam tratamento, via sementes.

Por fim, a dose de 2,9 mg [glutamato] kg^{-1} [semente] promoveu o incremento da produtividade em 66% em relação ao tratamento controle (Figura 1K).

As variáveis IVE, CAT, POD, H_2O_2 , PL e P, oriundas de plantas submetidas à aplicação de cisteína, apresentaram ajustes significativos a partir de análise de regressão (Tabela 3).

A aplicação de 9,4 mg [cisteína] kg^{-1} [semente] incrementou em 25% o índice de velocidade de emergência, em relação ao controle (Figura 2A). As variáveis CAT, POD, H_2O_2 e PL apresentaram acréscimo linear quando submetidas ao aumento de doses de cisteína (Figuras 2B, C, D e E, respectivamente), ou seja, a atividade das enzimas CAT e POD aumenta a partir do incremento de doses de cisteína, no entanto, essa

característica não é suficiente para reduzir os radicais livres (H_2O_2) e, conseqüentemente, leva ao incremento da PL.

Entretanto, a elevação da produção de radicais livres e da produção lipídica, não afetou a produtividade das plantas, pois a aplicação de 13,8 mg [cisteína] kg^{-1} [semente] promoveu o acréscimo de 56% na produtividade, em relação às plantas que não receberam nenhum tratamento (Figura 2F).

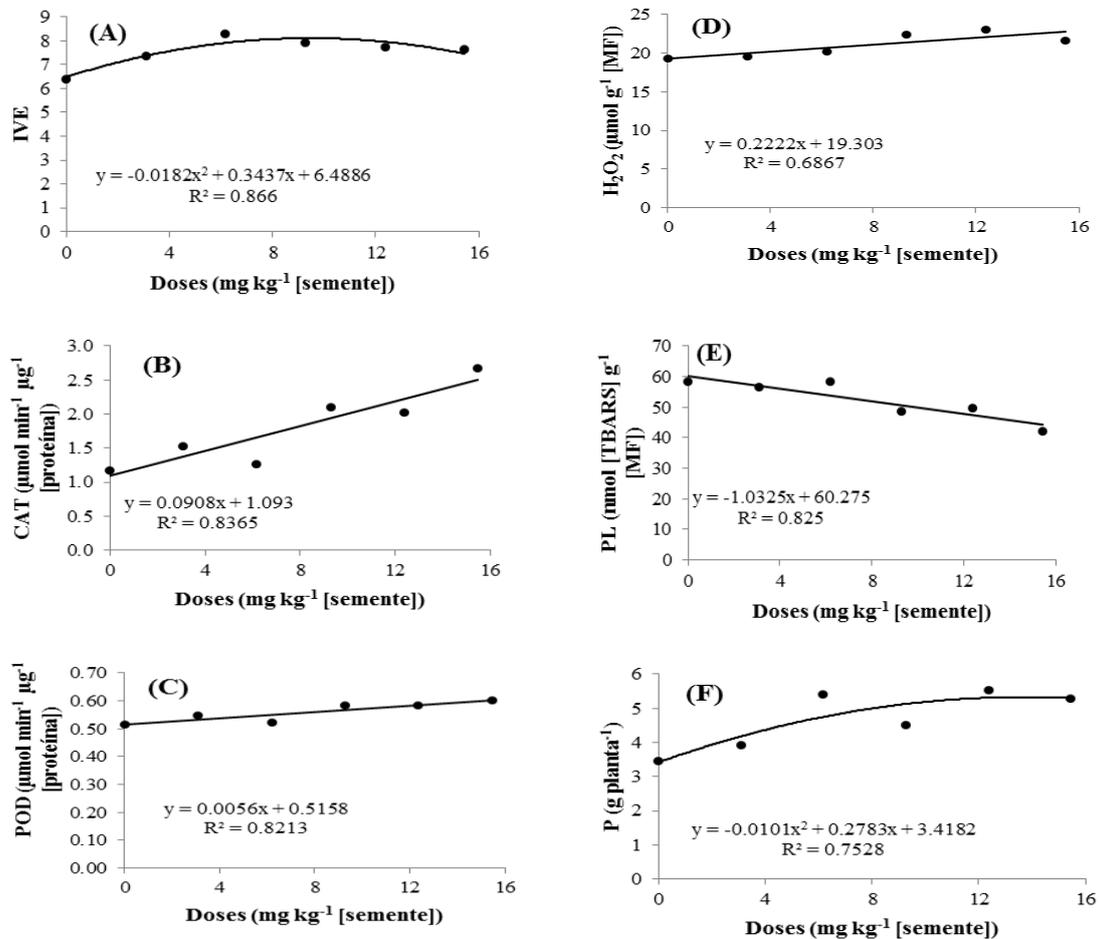
Tabela 3. Equações de regressão ajustadas (ao nível de significância de 0,05) para índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (E), massa de matéria seca de raiz (MSR), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), massa de matéria seca total (MST), aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS), respectivamente, proteína total solúvel em folhas (PTS), catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD), peroxidase (POD), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), peroxidação lipídica (PL), teor de prolina (PROL), urease (U) e produtividade (P) em plantas de soja submetidas ao tratamento de sementes com cisteína.

Variável independente (x)	p	Equação	R ²	X _{max} ¹
IVE	0,0201	$y = -0,0182x^2 + 0,3437x + 6,4886$	0,87	9,4
E	0,1601	-	-	-
MSR	0,1233	-	-	-
MSPA	0,6185	-	-	-
MST	0,6470	-	-	-
MSR*	0,4783	-	-	-
MSPA*	0,1323	-	-	-
MST*	0,3166	-	-	-
SPAD	0,1376	-	-	-
PTS	0,7844	-	-	-
CAT	0,0008	$y = 0,0908x + 1,093$	0,84	-
SOD	0,3525	-	-	-
POD	0,0072	$y = 0,0056x + 0,5158$	0,82	-
H_2O_2	0,0002	$y = 0,2222x + 19,303$	0,69	-
PL	<0,0001	$y = -1,0325x + 60,275$	0,83	-
PROL	0,0751	-	-	-
U	0,1341	-	-	-
P	<0,0001	$y = -0,0101x^2 + 0,2783x + 3,4182$	0,75	13,8

¹X max= Dose de cisteína (mg kg^{-1} [semente]) que proporcionou valor máximo da variável analisada.

* Referente à segunda coleta de massa seca (40 DAS)

Figura 2. Efeito da aplicação de doses de cisteína no tratamento de sementes de soja: A - índice de velocidade de emergência (IVE), B - emergência (E), C - massa de matéria seca de raiz aos 40 DAS (MSR), D - valor SPAD (SPAD), E - teor de proteína total solúvel nas folhas (PTS), F - atividade das enzimas catalase (CAT) e G - superóxido dismutase (SOD), H - teor de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), I - peroxidação lipídica (PL), J - atividade da enzima urease (U) e K - produtividade (P). Unipam. Patos de Minas, MG. 2013.



Os dados oriundos da aplicação de fenilalanina apresentaram ajustes de regressão significativos para as variáveis IVE, E, MSR, MSPA, MST, SOD, U e P (Tabela 4).

Tabela 4. Equações de regressão ajustadas (ao nível de significância de 0,05) para o índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (E), massa de matéria seca de raiz (MSR), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), massa de matéria seca total (MST), aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS), respectivamente, proteína total solúvel em folhas (PTS), catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD), peroxidase (POD), peróxido de hidrogênio (H₂O₂), peroxidação lipídica (PL), teor de prolina (PROL), urease (U) e produtividade (P) em plantas de soja submetidas ao tratamento de sementes com fenilalanina.

Variável	<i>p</i>	Equação	R ²	X max ¹
IVE	0,0001	y = 0,1255x + 6,9658	0,78	-
E	0,0033	y = 0,5819x + 72,168	0,76	-
MSR	0,0425	y = -0,0002x ² + 0,0043x + 0,0533	0,48	10,8
MSPA	0,0010	y = -0,0006x ² + 0,0151x + 0,0841	0,70	12,6
MST	0,0008	y = -0,0009x ² + 0,0198x + 0,1629	0,67	11,0
MSR*	0,0166	y = -0,0002x ² + 0,004x + 0,0559	0,90	10,0
MSPA*	0,0001	y = -0,0007x ² + 0,0112x + 0,1044	0,78	8,0
MST*	<0,0001	y = -0,0009x ² + 0,0146x + 0,1861	0,92	8,1
SPAD	0,4029	-	-	-
PTS	0,1590	-	-	-
CAT	0,0644	-	-	-
SOD	<0,0001	y = -0,1624x ² + 2,9838x + 6,3703	0,84	9,2
POD	0,8600	-	-	-
H ₂ O ₂	0,0546	-	-	-
PL	0,0530	-	-	-
PROL	0,0760	-	-	-
U	<0,0001	y = 0,3875x + 4,7625	0,84	-
P	0,0101	y = 5,8449 - 0,1191x - 2,3688e ^{-x}	0,85	2,9

¹X max= Dose de fenilalanina (mg kg⁻¹ semente) que proporcionou valor máximo da variável analisada.

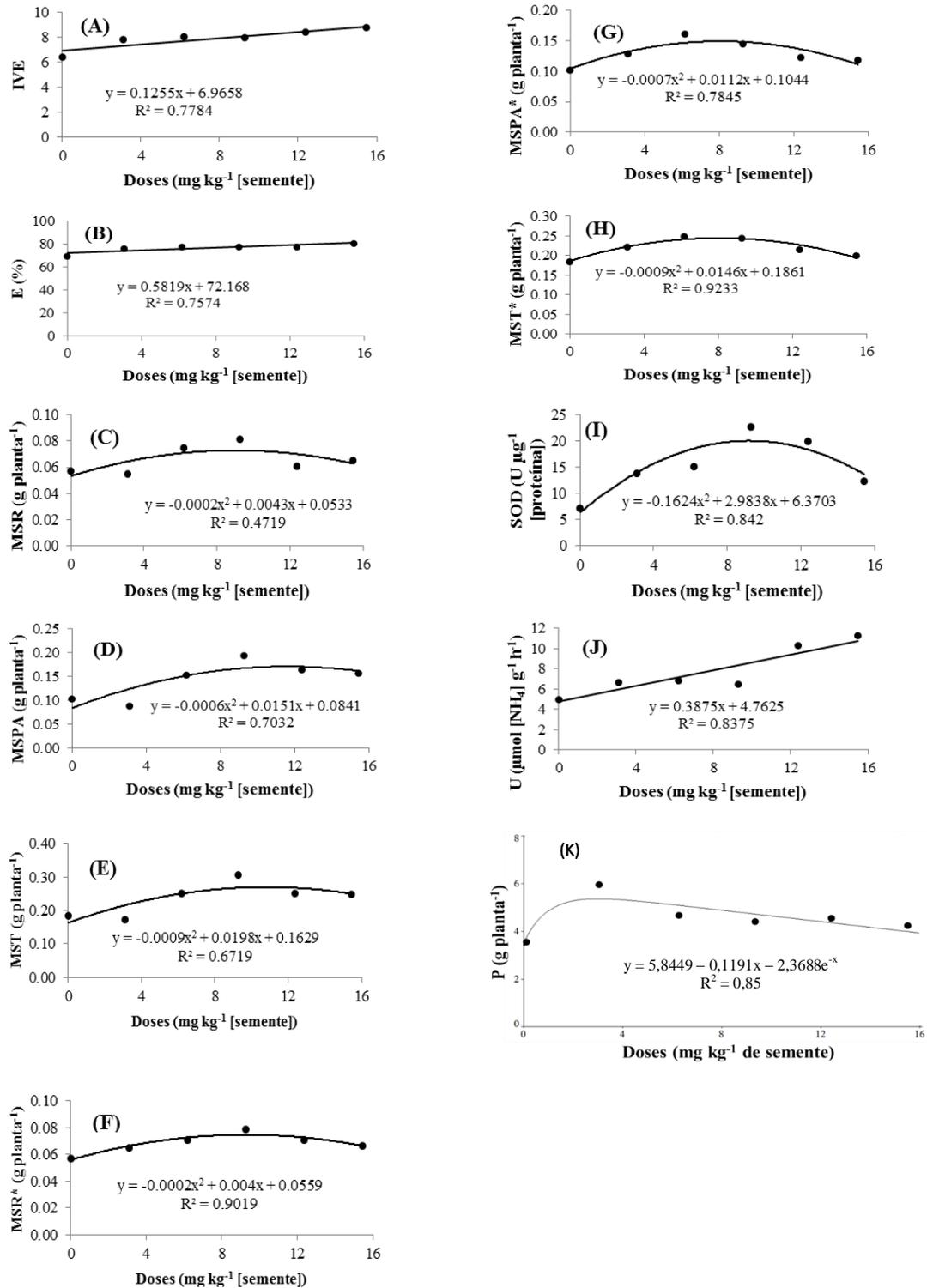
* Referente à segunda coleta de massa seca (40 DAS)

A aplicação de doses de fenilalanina via sementes incrementou de forma linear o IVE e a E das plantas (Figuras 3A e 3B, respectivamente).

O acúmulo de massa em diferentes órgãos da planta também foi afetado de forma positiva pela aplicação desse aminoácido, sendo esse efeito observado nas duas avaliações (aos 25 e 40 DAS). Para a MSR, as doses de 10,8 e 10 mg [fenilalanina] kg⁻¹ [semente], aos 25 e 40 DAS, respectivamente, promoveram maior acúmulo dessa variável, o que representou acréscimo de 43 e 36% (Figuras 3C e F, respectivamente).

A MSPA foi incrementada com uma dose maior de fenilalanina (12,6 mg kg⁻¹ [semente]), aos 25 DAS (Figura 3D), no entanto, aos 40 DAS, apenas 8 mg de fenilalanina kg⁻¹ semente, já foram suficientes para promover maior acúmulo de MSPA (Figura 3G).

Figura 3. Efeito da aplicação de doses de fenilalanina via tratamento sementes de soja nas variáveis: A - índice de velocidade de emergência (IVE), B - emergência (E), C - massa de matéria seca de raiz aos 25 DAS (MSR), D - parte aérea aos 25 DAS (MSPA) e E - total aos 25 DAS (MST), F - massa de matéria seca de raiz aos 40 DAS (MSR*), G - parte aérea aos 40 DAS (MSPA*) e H - total aos 40 DAS (MST*), I - atividade da enzima superóxido dismutase (SOD), J - atividade da enzima urease (U) e K - produtividade (P). Unipam. Patos de Minas, MG. 2013.



O maior acréscimo da enzima SOD foi observado na dose de 9,2 mg [fenilalanina]kg⁻¹ [semente], o que representou incremento de 215% em relação ao controle (Figura 3I). Por outro lado, a enzima urease apresentou aumento linear da atividade, a partir do incremento das doses de fenilalanina (Figura 3J).

Com relação à produtividade, apenas uma pequena dose de fenilalanina (2,9 mg kg⁻¹ [semente]) já foi suficiente para incrementar a produtividade (Figura 3K).

Ajustes significativos foram obtidos para as variáveis IVE, E, MSR, MSPA, MST, SPAD, PTS, SOD H₂O₂, PL, PROL, U e P, quando as plantas foram submetidas à aplicação via sementes de doses de glicina (Tabela 5).

Tabela 5. Equações de regressão ajustadas (ao nível de significância de 0,05) para o índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (E), massa de matéria seca de raiz (MSR), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), massa de matéria seca total (MST), aos 25 e 40 DAS, respectivamente, proteína total solúvel em folhas (PTS), catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD), peroxidase (POD), peróxido de hidrogênio (H₂O₂), peroxidação lipídica (PL), teor de prolina (PROL), urease (U) e produtividade (P) em plantas de soja submetidas ao tratamento de sementes com glicina.

Variável	<i>p</i>	Equação	R ²	X max ¹
IVE	0,0041	y = -0,0145x ² + 0,3069x + 6,635	0,81	10,6
E	<0,0001	y = -0,0392x ² + 1,0499x + 69,322	0,78	13,4
MSR	0,8892	-	-	-
MSPA	0,5485	-	-	-
MST	0,7407	-	-	-
MSR*	0,0212	y = -0,0001x ² + 0,0028x + 0,0544	0,63	14,0
MSPA*	0,0010	y = -0,0006x ² + 0,0151x + 0,0841	0,70	12,6
MST*	0,0008	y = -0,0009x ² + 0,0198x + 0,1629	0,67	11,0
SPAD	0,0071	y = -0,0731x ² + 1,2203x + 29,8	0,72	8,3
PTS	0,0166	y = -0,032x ² + 0,5602x + 5,0239	0,92	8,8
CAT	0,0510	-	-	-
SOD	<0,0001	y = -0,1861x ² + 3,5979x + 6,7095	0,71	9,7
POD	0,0572	-	-	-
H ₂ O ₂	<0,0001	y = -0,0519x ² + 0,4118x + 20,87	0,71	4,0
PL	0,0020	y = 0,1336x ² - 2,5764x + 54,36	0,53	9,7
PROL	<0,0001	y = 0,0027x ² - 0,0533x + 0,8498	0,76	9,9
U	<0,0001	y = -0,0888x ² + 1,7439x + 4,3147	0,84	9,8
P	<0,0001	y = -0,0208x ² + 0,4013x + 3,5614	0,88	9,6

¹X max= Dose de glicina (mg kg⁻¹ [semente]) que proporcionou valor máximo da variável analisada.

* Referente à segunda coleta de massa seca (40 DAS)

O IVE apresentou maior valor com a aplicação de 10,6 mg [glicina] kg⁻¹ [semente], o que repercutiu no aumento de 24%, em comparação ao controle (Figura 4A). Já a E apresentou maiores valores a partir da aplicação 13,4 mg [glicina] kg⁻¹ [semente], com incremento de 10%, em relação ao controle (Figura 4B).

Não foi observado efeito significativo da aplicação de glicina sobre o acúmulo de massa de matéria seca aos 25 DAS, no entanto, aos 40 DAS, houve efeito significativo. A MSPA e a MST apresentaram maior acúmulo nas doses de 12,6 e 11 mg [glicina] kg⁻¹ [semente], respectivamente (Figuras 4C e D). Essas doses promoveram acréscimos de 112 e 67%, para as variáveis MSPA e MST, respectivamente.

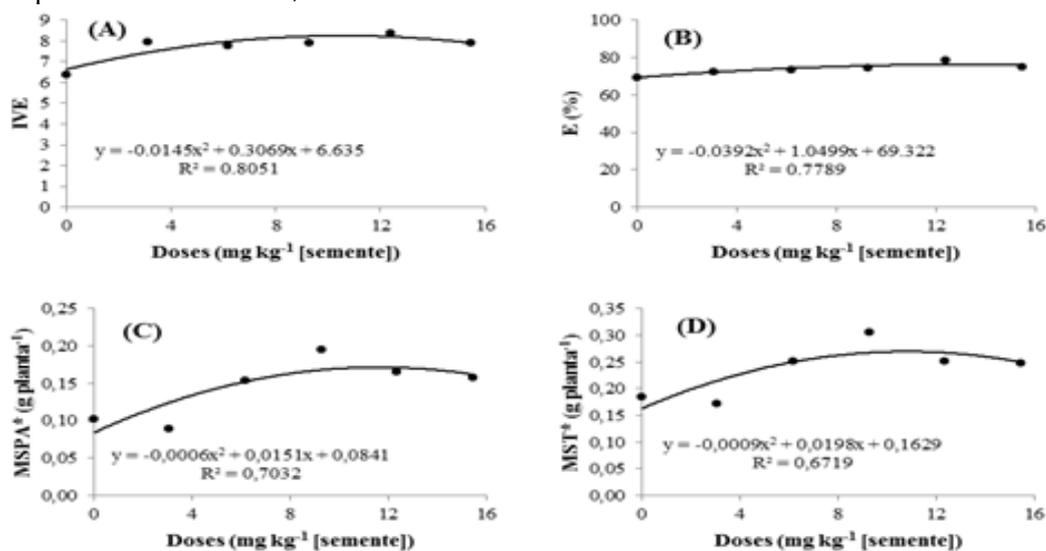
Doses de 8,3 e 8,8 mg [glicina] kg⁻¹ [semente] promoveram o acréscimo do valor SPAD e PTS, respectivamente, sendo observado aumento de 5,03 (Figuras 4E e F).

A enzima SOD apresentou maior atividade com aplicação de 9,7 mg [glicina] kg⁻¹ [semente], com aumento de 259% da atividade em relação ao controle (Figura 15G). Essa enzima produz H₂O₂ durante o processo de dismutação, e esse radical é responsável pela PL nas plantas, fato que foi observado nesse experimento, em que maior PL também foi observada na dose de 9,7 mg [glicina] kg⁻¹ [semente] (Figura 4I).

O pico de H₂O₂ ocorreu a partir da aplicação de 4 mg [glicina] kg⁻¹ [semente] (Figura 15H). Já o teor de prolina foi mais bem evidenciado a partir da aplicação de 9,9 mg [glicina] kg⁻¹ [semente], com incremento de 31%, em relação ao controle (Figura 15J). Dose semelhante (9,8 mg [glicina] kg⁻¹ [semente]) promoveu o aumento da atividade da enzima urease, o que representou em acréscimo de 198% na atividade dessa enzima, em comparação ao controle (Figura 4K).

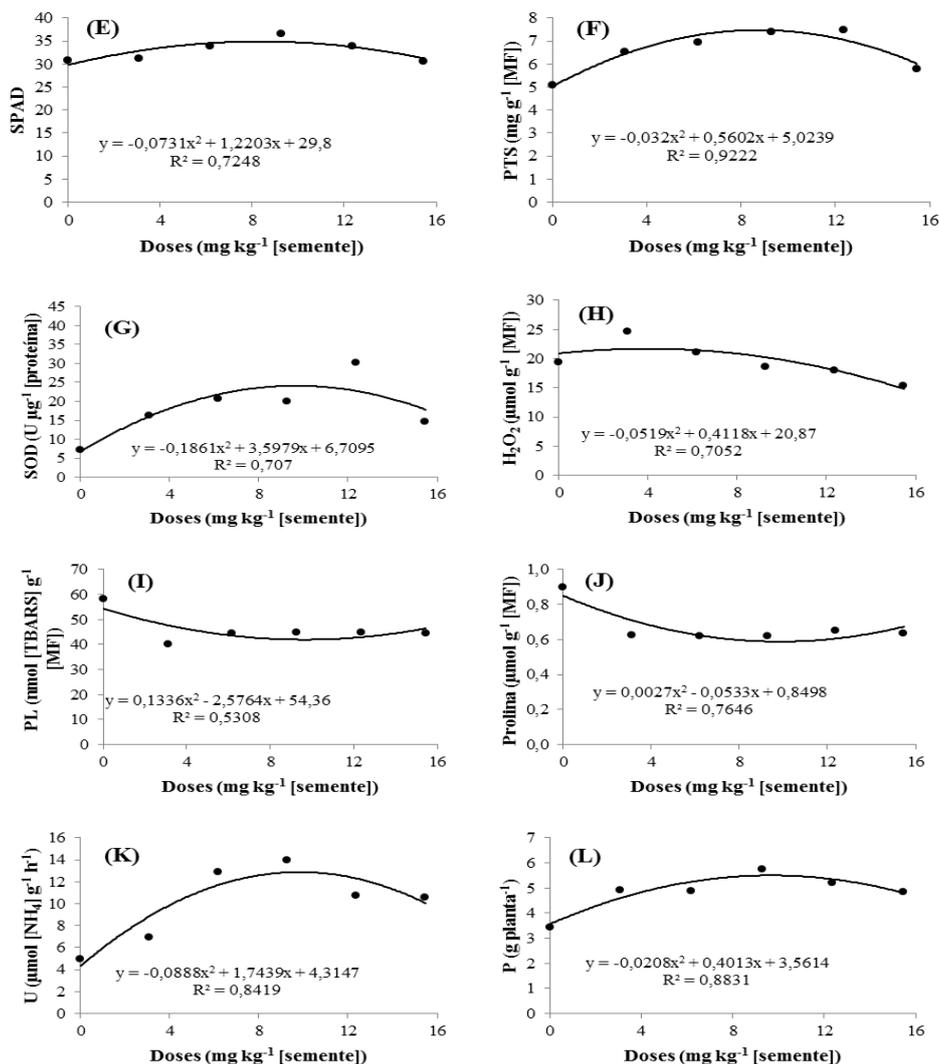
Todas essas características podem ter repercutido no incremento da produtividade na dose 9,6 mg [glicina] kg⁻¹ [semente] com acréscimo de 54% em relação ao controle (Figura 4L).

Figura 4. Efeito da aplicação de doses de glicina via tratamento de sementes de soja nas variáveis: A - índice de velocidade de emergência (IVE), B- emergência (E), C - massa de matéria seca parte aérea aos 40 DAS (MSPA) e D - total aos 40 DAS (MST*), E - valor SPAD (SPAD), F - teor de proteína total solúvel nas folhas (PTS), G - atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), H - teor de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), I - peroxidação lipídica (PL), J - teor de prolina, K - atividade da enzima urease (U) e L - produtividade (P). Unipam. Patos de Minas, MG. 2013.



continua...

conclusão...



A partir da análise de todos os dados em conjunto, foi possível observar que o tratamento de sementes com glutamato na dose de 12,3 mg kg⁻¹ [semente] proporcionou maior emergência das plantas (Tabela 6), com incremento de 18,7% em relação ao tratamento controle. Esse mesmo aminoácido na dose de 18,5 mg kg⁻¹ [semente] ocasionou o valor máximo de acúmulo de peróxido de hidrogênio, valor 32% superior ao controle (Tabela 11).

O uso de cisteína afetou a atividade da enzima catalase e o teor de prolina nas folhas, sendo que a dose de 15,5 mg kg⁻¹ [semente] incrementou a atividade da enzima catalase em 128%, quando comparado ao controle, e a dose de 3 mg kg⁻¹ [semente] aumentou em 80% o teor de prolina.

Por outro lado, a fenilalanina repercutiu na aceleração do processo de emergência, acúmulo de massa de matéria seca de parte aérea e total aos 25 DAS (Tabela 6), além do teor de peróxido de hidrogênio (Tabela 7). No entanto, doses diferentes proporcionaram essas respostas, sendo que a dose de 15,5 mg kg⁻¹ [semente]

incrementou o IVE em 37%, a dose de 9,3 mg kg⁻¹ [semente] aumentou o acúmulo de massa de matéria seca de parte aérea e total e a dose de 12,4 ocasionou acréscimo de 37% no teor de H₂O₂, em relação ao controle (Tabela 10).

A aplicação de glicina na dose de 9,3 mg kg⁻¹ [semente] incrementou a massa de matéria seca de parte aérea, total, valor Spad (Tabela 6) e atividade da enzima urease (Tabela 7), com acréscimos de 89, 65, 18 e 180%, respectivamente, quando comparados ao controle.

Por fim, o uso de Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato Metílico também afetou de forma positiva a atividade da enzima urease, além de aumentar a atividade da enzima superóxido dismutase e reduzir o teor de peróxido de hidrogênio (Tabela 7).

A aplicação de glutamato na dose de 21 mg kg⁻¹ [semente] proporcionou menor valor SPAD. Com relação à peroxidação lipídica (PL), o incremento da atividade das enzimas CAT e SOD repercutiu na redução dessa variável. Os tratamentos com glutamato nas doses de 9 e 15 mg kg⁻¹ [semente] proporcionaram maior PL, o que representou redução de 22 e 17,6%, respectivamente, em relação ao controle (Tabela 7).

Com relação à produtividade, todos os tratamentos de sementes repercutiram no incremento dessa variável em relação ao controle, sendo que o tratamento com fenilalanina na dose de 3 mg kg⁻¹ de semente proporcionou maior produtividade em relação aos demais tratamentos, com acréscimo de 72% de produtividade, em relação ao controle.

O uso de fenilalanina na dose de 2,9 mg kg⁻¹ [semente] proporcionou o melhor resultado em produtividade em relação aos demais tratamentos (Figura 1, Tabela 7). Esse aminoácido atua, principalmente, na rota de produção de compostos secundários, como flavonoides e lignina, aumentando, portanto, a resistência das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Esse efeito também foi verificado por Häusler, Ludewig e Krueger (2014), os quais afirmam que a fenilalanina pode beneficiar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, devido ao aumento de resistência. Essa característica foi evidenciada no trabalho, pois a aplicação de fenilalanina incrementou a massa de matéria seca de parte aérea e total das plantas, além de acelerar a emergência, em comparação ao controle. Contudo, não foi evidenciado efeito em doenças devido à baixa pressão na época em que o experimento foi conduzido.

Tabela 6. Emergência (E), Índice de velocidade de emergência (IVE), Massa de matéria seca de raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST) e valor Spad de plantas de soja submetidas à aplicação de aminoácidos via sementes. Unipam. Patos de Minas, MG. 2013.

Tratamento	Dose mg kg ⁻¹ [semente]	E (%)	IVE	-----g planta ⁻¹ -----							Spad
				MSR	MSPA	MST	MSR*	MSPA*	MST*		
Controle	0	69,5 e	6,43 c	0,057 ns	0,103 ef	0,185 cd	0,057 ns	0,103 de	0,185 e	30,9 bc	
Glutamato	9,28	78,0 abcde	8,04 ab	0,065	0,147 abcde	0,236 abcd	0,065	0,122 bcde	0,236 bcde	33,5 abc	
	12,37	82,5 a	8,27 ab	0,056	0,123 bcdef	0,207 bcd	0,058	0,131 bcde	0,207 cdef	31,7 bc	
	15,46	78,5 abcd	8,25 ab	0,075	0,120 bcdef	0,225 bcd	0,070	0,120 bcde	0,225 bcdef	31,5 bc	
	18,55	80,5 ab	7,98 ab	0,065	0,105 def	0,188 cd	0,065	0,105 cde	0,188 de	31,9 bc	
	21,65	70,0 de	7,39 abc	0,077	0,167 ab	0,270 ab	0,077	0,167 ab	0,270 ab	29,6 c	
Cisteína	3,09	71,0 cde	7,36 bc	0,065	0,129 bcdef	0,221 bcd	0,073	0,140 bcde	0,233 bcdef	31,3 bc	
	6,18	75,5 abcde	8,07 ab	0,071	0,161 abc	0,250 abc	0,072	0,143 abcd	0,244 bcde	34,5 ab	
	9,28	76,5 abcde	7,91 ab	0,079	0,145 abcde	0,244 abcd	0,077	0,154 abcd	0,242 bcde	33,9 ab	
	12,37	72,5 bcde	7,72 abc	0,071	0,123 bcdef	0,216 bcd	0,070	0,130 bcde	0,223 bcdef	32,6 abc	
	15,46	73,5 bcde	7,63 abc	0,066	0,119 bcdef	0,200 bcd	0,067	0,137 bcde	0,227 bcdef	32,1 bc	
Fenilalanina	3,09	76,0 abcde	7,88 ab	0,055	0,089 f	0,172 d	0,065	0,129 bcde	0,221 bcdef	31,2 bc	
	6,18	78,0	8,10	0,075	0,153	0,251	0,071	0,161 ab	0,250 abc	31,4 bc	

	9,28	abcde 77,5	ab 7,99	0,082	abcde 0,195 a	abc 0,305 a	0,079	0,145 abcd	0,244 bcde	31,9 bc
	12,37	abcde 78,0	ab 8,42	0,061	0,165 abc	abc 0,252	0,071	0,123 bcde	0,216 bcdef	31,9 bc
	15,46	81,0 ab	8,82 a	0,065	0,158 abcd	0,248 abcd	0,066	0,119 bcde	0,200 cdef	31,1 bc
Glicina	3,09	72,5 bcde	7,96 ab	0,067	0,116 cdef	0,206 bcd	0,055	0,089 e	0,172 f	31,2 bc
	6,18	73,5 bcde	7,81 ab	0,068	0,145 abcde	0,236 abcd	0,071	0,153 abcd	0,251 abc	34,0 ab
	9,28	74,5 abcde	7,95 ab	0,051	0,108 def	0,182 cd	0,072	0,195 a	0,305 a	36,5 a
	12,37	79,0 abc	8,37 ab	0,061	0,108 def	0,193 cd	0,066	0,165 ab	0,252 abc	33,9 ab
	15,46	75,0 abcde	7,91 ab	0,069	0,131 bcdef	0,225 bcd	0,065	0,158 abc	0,248 abcd	30,7 bc
Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato Metílico	1 ¹	74,0 abcde	7,28 bc	0,080	0,129 bcdef	0,234 abcd	0,067	0,116 bcde	0,206 cdef	31,1 bc
CV (%)		4,33	6,66	20,80	14,90	12,72	14,26	14,63	10,10	4,61
DMS		8,71	1,39	0,04	0,053	0,076	0,026	0,053	0,061	3,94

Médias seguidas por mesmas letras não diferem significativamente entre si, por meio do teste de Tukey a 5% de significância.

* Referente à segunda coleta de massa de matéria seca (40 DAS).

¹Dose de 1 mL kg⁻¹ [sementes]

Tabela 7. Atividade das enzimas urease (U), catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) peroxidase (POD), teor de proteína (PTS), peróxido de hidrogênio (H₂O₂), peroxidação lipídica (PL), prolina (PROL) e produtividade (P) de plantas de soja submetidas à aplicação de aminoácidos via sementes. Unipam. Patos de Minas, MG. 2013.

Tratamento	Dose mg kg ⁻¹ [semente s]	U μmol [NH ₄ ⁺] h ⁻¹ g ⁻¹ [MF]	CAT μmol min ⁻¹ μg ⁻¹ [proteína]	SOD U μg ⁻¹ [proteína]	POD μmol min ⁻¹ μg ⁻¹ [proteína]	PTS mg g ⁻¹ [MF]	H ₂ O ₂ μmol g ⁻¹ [MF]	PL nmol [TBARS] g ⁻¹ [MF]	PROL μmol g ⁻¹ [MF]	P g planta ⁻¹
Controle	0	5,0 h	1,17 f	7,3 k	0,51 abcdef	5,1 ab	19,3 ghi	58,4 def	0,90 efg	3,45 k
Glutamato	9,28	6,8 f	1,50 d	19,9 c	0,55 abcd	5,9 ab	24,8 ab	71,4 g	1,47 b	4,50 efghij
	12,37	6,8 f	0,63 hi	18,2 d	0,34 g	6,3 ab	24,0 abc	67,3 fg	0,80 ghi	5,21 abcde
	15,46	5,6 g	0,95 g	16,7 e	0,54 abcd	6,5 ab	24,2 abc	68,7 g	0,79 ghi	4,45 fghij
	18,55	5,8 g	0,47 kl	16,4 e	0,58 abc	5,5 ab	25,5 a	63,9 efg	0,70 ij	5,14 bcdefg
	21,65	5,5 g	0,49 jkl	13,8 h	0,44 cdefg	5,2 ab	24,5 ab	66,9 fg	0,74 hij	4,36 hij
Cisteína	3,09	8,0 e	1,53 cd	12,7 i	0,55 abcd	6,4 ab	19,6 efg	56,5 cde	1,62 a	3,91 jk
	6,18	5,0 h	1,27 ef	12,3 i	0,52 abcde	7,1 ab	20,2 efg	58,3 def	0,92 ef	4,51 5,40 abc
	9,28	3,6 i	2,10 b	12,3 i	0,58 abc	6,2 ab	22,4 cd	48,8 bcd	1,17 c	efghij
	12,37	3,4 i	2,03 b	13,9 gh	0,58 abc	6,1 ab	23,1 bcd	49,8 bcd	1,07 cd	5,54 abc
	15,46	5,7 g	2,67 a	8,9 j	0,60 abc	5,2 ab	21,6 de	42,0 ab	0,73 hij	5,28 abcd
Fenilalanina	3,09	6,7 f	1,17 f	13,9 gh	0,45 bcdefg	6,1 ab	24,6 ab	44,2 ab	1,08 cd	5,93 a
	6,18	6,9 f	1,21 f	15,4 f	0,32 g	5,6 ab	21,4 def	50,1 bcd	0,83 fgh	4,62 defghij
	9,28	6,5 f	1,17 f	22,8 b	0,47 bcdefg	5,8 ab	22,1 cde	48,1 abc	0,87 efg	4,36 hij
	12,37	10,3 d	1,37 e	20,0 c	0,65 a	5,4 ab	26,0 a	48,7 bcd	0,96 de	4,46 fghij
	15,46	11,3 c	1,02 g	12,3 i	0,39 defg	4,9 b	17,2 jk	45,4 ab	0,70 ij	4,24 ij
Glicina	3,09	7,0 e	0,39 l	16,4 e	0,35 fg	6,5 ab	24,7 ab	38,2 a	0,62 jk	4,93 cdefghi

	6,18	12,9 b	0,59 hij	20,7 c	0,37 efg	7,0 ab	21,0 defg	44,2 ab	0,62 jk	4,88 cdefghi
	9,28	14,0 a	0,68 h	20,0 c	0,37 efg	7,4 ab	18,6 hij	44,8 ab	0,62 jk	5,74 ab 5,22
	12,37	10,7 cd	0,56 jkl	30,3 a	0,46 bcdefg	7,5 a	17,9 ij	44,8 ab	0,65 j	abcde 4,85
	15,46	10,6 d	0,64 hi	14,7 fg	0,35 fg	5,8 ab	15,4 kl	44,4 ab	0,64 jk	cdefghi
<hr/>										
Fipronil + Piraclostrobi na + Tiofanato Metílico	1 ¹	13,5 a	1,63 c	30,8 a	0,62 ab	6,8 ab	14,3 l	47,6 abc	0,52 k	5,00 bcdefgh
CV (%)		2,57	15,2	19,4	13,10	15,9	3,56	7,24	13,9	5,89
DMS		0,53	0,11	0,86	0,17	2,57	2,03	10,07	0,12	0,75

Médias seguidas por mesmas letras não diferem significativamente entre si, por meio do teste de Tukey a 5% de significância.

¹Dose de 1 mL kg⁻¹ [sementes]

A cisteína também afetou de forma positiva a produtividade das plantas, sendo a dose de 13,8 mg kg⁻¹ [semente] a ideal (Figura 2F). Esse aminoácido pode atuar diretamente na redução do estresse das plantas por meio da produção de fitoquelatinas, que reduz o estresse provocado pelo excesso de metais nas plantas, e por fazer parte da produção da glutathione, que atua diretamente nos radicais livres (COBBETT, 2000). Além disso, Azarakhsh, Asrar e Mansouri (2015) demonstraram que a cisteína pode exercer o papel de sinalização em plantas, induzindo o aumento da atividade de enzimas antioxidantes, como a catalase e ascorbato peroxidase, e a consequente redução da peroxidação lipídica. Esse comportamento foi observado no trabalho, pois a aplicação de cisteína em doses próximas a que induziu a maior produtividade proporcionou maior atividade da das enzimas catalase e peroxidase, além da redução da peroxidação lipídica (Figura 2E).

Por outro lado, esse mesmo aminoácido proporcionou maior acúmulo de peróxido de hidrogênio. Esse composto possui importante papel de sinalização em plantas, pois pode atuar no processo de abertura e de fechamento estomático (MITTLER; BLUMWALD, 2015; SINGH *et al.*, 2016), desenvolvimento de raízes secundárias (MA *et al.*, 2014; SINGH *et al.*, 2016) e desenvolvimento do tubo polínico (SINGH *et al.*, 2016).

Benefícios sobre as características fisiológicas das plantas também foram observados a partir da aplicação de glutamato nas sementes. De acordo com Walch-Liu e Forde (2007), esse aminoácido aumenta o desenvolvimento de raízes secundárias em plantas, o que pode levar à maior absorção de nutrientes e ao consequente incremento na produtividade. Neste trabalho, foi observado efeito do glutamato no acúmulo de massa de matéria seca de raiz (Figura 1C), apesar de não ser observado efeito no acúmulo de massa de matéria seca parte aérea e total. Outra característica do glutamato é que, além de ter função chave na produção de outros aminoácidos, também está envolvido na produção de glutathione, que atua de forma direta ou indireta na redução de radicais livres em plantas (GILL; TUTEJA, 2010; REJEB *et al.*, 2014). No entanto, essas afirmações não corroboraram com os resultados encontrados, pois a aplicação de glutamato induziu a maior produção de peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica, apesar dessas características não terem afetado a produtividade.

Por fim, a glicina está envolvida em diversos processos que buscam a redução de estresse na planta, entre eles está a produção de glicina betaína, um composto que participa da atenuação do estresse da planta, especialmente em condições de estresse salino (DEMIRAL; TURKAN, 2006). Esse mesmo aminoácido tem sido considerado um sinalizador da cascata de respostas quando ocorre a superprodução de radicais livres em plantas, a partir da indução da atividade de enzimas antioxidantes (HU *et al.*, 2012). Isso foi o que ocorreu no presente experimento com aumento da atividade da enzima superóxido dismutase e redução da peroxidação lipídica (Figuras 4H e 4J).

A glicina ainda proporcionou o incremento do teor de proteínas em folhas (Figura 15G), essa característica é bastante favorável, pois o teor de proteína apresenta relação com a produtividade das plantas (FABRE; PLANCHON, 2000), fato observado, pois a dose de 9,6 mg kg⁻¹ [semente] proporcionou maior acúmulo de proteína em folhas e maior produtividade (Figura 4M).

O uso de Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato Metílico no tratamento de sementes apresentou resultado diferente do esperado, pois aumentou a atividade das enzimas antioxidantes superóxido dismutase e catalase, o que levou à redução do teor de peróxido de hidrogênio e da peroxidação lipídica (Tabela 7). Esses resultados diferiram dos encontrados por Rodrigues (2009) e Lacerda (2014) que observaram que a aplicação desse mesmo composto induziu ao aumento do teor de peróxido de hidrogênio e da peroxidação lipídica.

Conclusões

- i. A aplicação de cisteína, glutamato, fenilalanina e glicina no tratamento de sementes melhora características bioquímicas e fisiológicas em plantas de soja;
- ii. As doses de aminoácidos que mais proporcionaram benefícios foram: glutamato - 12,37 mg kg⁻¹ [semente]; fenilalanina - 3,09 mg kg⁻¹ [semente]; cisteína - 12,37 mg kg⁻¹ [semente] e glicina - 9,28 mg kg⁻¹ [semente].

Referências

ALEXIEVA, V.; SERGIEV, I.; MAPELLI, S.; KARANOV, E. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell and Environment*, Chichester, v.24, p.1337-1344, 2001.

AZARAKHSH, M.R.; ASRAR, Z.; MANSOURI, H. Effects of seed and vegetative stage cysteine treatments on oxidative stress response molecules and enzymes in *Ocimum basilicum* L. under cobalt stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Weinheim, v.15, n.3, p.651-662, 2015.

BATES, L.; WALDREN, R.P.; TEARE, I.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, The Hague, v.39, p.205-207, 1973.

BEAUCHAMP, C.; FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase: improved assays and applicable to acrylamide gels. *Analytical Biochemistry*, New York, v.44, n.1, p.276-287, 1971.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. *Analytical Biochemistry*, New York, v.72, p.248-254, 1976.

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. *Biochemistry and molecular biology of plants*. Maryland: American society of Plant physiologists, 2000. 1367p.

COBBETT, C.S. Phytochelatins biosynthesis and function in heavy-metal detoxification. *Current Opinion in Plant Biology*, London, v.3, n.3, p.211-216, 2000.

- DEMIRAL, T.; TURKAN, I. Exogenous glycine betaine affects growth and proline accumulation and retards senescence in two rice cultivars under NaCl stress. *Environmental and Experimental Botany*, Oxford, v.56, p.72-79, 2006.
- FABRE, F. and PLANCHON, C. Nitrogen nutrition, yield and protein content in soybean. *Plant Science*, v.152; p.51-58, 2000.
- GILL, S.; TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, Dorchester, v.48, p.909-930, 2010.
- GIOSEFFI, E.; NEERGAARD, A. de; SCHJOERRING, J. K. Interactions between uptake of amino acids and inorganic nitrogen in wheat plants. *Biogeosciences*, Hoboken, v.9, p.1509-1518, 2012.
- HÄUSLER, R.E.; LUDEWIG, F.; KRUEGER, S. Amino acids – A life between metabolism and signaling. *Plant Science*, Amsterdam, v.229, p.225–237, 2014.
- HEATH, R.L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives in Biochemistry and Biophysics*, New York, v.125, p.189-198, 1968.
- HOGAN, M.E.; SWIFT, I.E.; DONE, H.J. Urease assay and ammonia release from tissue. *Phytochemistry*, New York, v.22, n.1, p. 663-667, 1983.
- HU, L.; HU, T.; ZHANG, X.; PANG, H.; FU, J. Exogenous Glycine Betaine Ameliorates the Adverse Effect of Salt Stress on Perennial Ryegrass. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.137, p.38-44, 2012.
- KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. *Plant Physiology*, Rockville, v.57, p.315-319, 1976.
- JAMTGARD, S., NASHOLM, T., AND HUSS-DANEL, K. Nitrogen compounds in soil solutions of agricultural land. *Soil Biological Biochemical*, Oxford, v.42, p.2325-2330, 2010.
- LACERDA, M.P. *Caracterização fisiológica de plântulas de soja submetidas a diferentes tratamentos químicos*. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- MA, F.; WANG, L.; LI, J.; SAMMA, M.K.; XIE, Y.; WANG, R. Interaction between HY1 and HO in auxin-induced lateral root formation in Arabidopsis. *Plant Molecular Biology*, Dordrecht, v.85, p.49-61, 2014.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MC CULLOUGH, H. The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. *Clinica Chimica Acta*, Amsterdam, v.17, p.297-298, 1967.

MITTLER, R.; BLUMWALD, E. The roles of ROS and ABA in systemic acquired acclimation. *Plant Cell*, Palo Alto, v.27, p. 64-70, 2015.

PEIXOTO, H.P.P.; CAMBRAIA, J.; SANT'ANA, R.; MOSQUIM, P.R.; MOREIRA, A.M. Aluminum effects on lipid peroxidation and the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v.11, n.3, p. 137-143, 1999.

PERSSON, J.; HÖGBERG, P.; EKBLAD, A.; HÖGBERG, M.N.; NORDGREN, A.; NÄSHOLM, T. Nitrogen acquisition from inorganic and organic sources by boreal forest plants in the field. *Oecologia*, Berlim, v.137, n.2, p.252-257. 2006.

REJEB, K.B.; ABDELLY, C.; SAVOURÉ, A. How reactive oxygen species and proline face stress together. *Plant Physiology and Biochemistry*, Dorchester, v.80, p.278-284, 2014.

RODRIGUES, M.A.T. *Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura da soja*. 2009, 198p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SAS Institute, 2011. SAS/STAT Statistical Analysis System Manual (v. 9.3). SAS Institute, Cary, NC.

SINGH, R.; SINGH, S.; PARIHAR, P.; MISHRA, R.K.; TRIPATHI, D.K.; SINGH, D.R.V.P.; CHAUHAN, D.K.; PRASAD, S.M. Reactive oxygen species (ROS): Beneficial companions of plants' developmental processes. *Frontiers in Plant Science*, Lausanne, v.7, p.1299-1364, 2016.

SILVA, T. T. A.; VON PINHO, E. V. R.; CARDOSO, D. L.; FERREIRA, C. A.; ALVIM, P.O.; COSTA, A. A. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. *Ciência Agrotecnológica*, Lavras, v.32, n.3, p.840-846, 2008.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, M. N. *A influência do uso de bioestimulantes no tratamento de sementes de soja e trigo*. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira do Sul, Cerro Largo, 2017.

SOUZA, D.V. de; CABRAL, J.B.P.; LOPES, R.M.; REIS, M.A.S.; OLIVEIRA, S.F. Análise pluviométrica da carta topográfica de Patos de Minas referente ao período de 1978 a 2003. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 57, 2005, Fortaleza. *Anais eletrônicos...* São Paulo: SBPC/UECE, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 876 p.

TAIZ, L., ZEIGER, E. *Plant physiology*. 5th ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2013. 782 p.

TEISSEIRE, H.; GUY, V. Copper-induced changes in antioxidant enzymes activities in fronds of duckweed (*Lemna minor*), *Plant Science*, Amsterdam, v.153, p.65-72, 2000.

USDA – United States Department of Agriculture, 2018. Disponível em <<http://www.usda.gov>> Acesso em: 22 mar. 2018.

WALCH-LIU, P.; FORDE, B.G. L-Glutamate as a Novel Modifier of Root Growth and Branching. What's the Sensor? *Plant Signaling & Behavior*, Philadelphia, v.2, n.4, p.284-286, 2007.

Adubação com boro na cultura do arroz de terras altas em Nova Xavantina-MT

Boron fertilization in highland rice cultivation in Nova Xavantina-MT

Diogo Bezerra Alves¹; Ana Heloisa Maia²; Iassanã Francisco da Silva³; Douglas Ferreira de Souza⁴

¹ Engenheiro agrônomo, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Nova Xavantina.
E-mail: potenciasnd@hotmail.com

² Engenheira agrônoma, Doutora em Agronomia, Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Nova Xavantina.
E-mail: anaheloisamaia@unemat.br

³ Engenheiro agrônomo, Mestre em Agronomia, Fazenda Esquilador, Nova Xavantina-MT.

⁴ Engenheiro agrônomo, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Nova Xavantina.

Resumo: Os solos de cerrado, em geral, apresentam deficiência de boro para o arroz e para outras culturas. Este estudo tem como objetivo avaliar a influência da adubação com boro na produtividade e no rendimento da cultura do arroz de terras altas em solo de cerrado. O presente trabalho foi realizado em área experimental, no município de Nova Xavantina-MT, safra 2014/15, com a cultivar de arroz BRS Sertaneja. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram as doses de 0; 1; 1,5; 2; 2,5 e 3 kg ha⁻¹ de boro (B), utilizando-se, como fonte, o ácido bórico (H₃BO₃). Houve efeito positivo da aplicação de boro na produtividade e no rendimento do arroz de terras altas. Nas condições do experimento, a dose de 2,5 kg ha⁻¹ de boro é a ideal para incremento na produtividade e rendimento da cultivar avaliada.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L. Boro. Nutrição de plantas. Solo tropical.

Abstract: In general, the soils of the Brazilian Cerrado are poor in boron, which is harmful for rice and other crops cultivation. This study aims to evaluate the influence of boron fertilization on productivity and yield of upland rice crop in cerrado soil. The present work was carried out in experimental area, in the municipality of Nova Xavantina-MT, crop 2014/15, with rice cultivar BRS Sertaneja. The experiment was conducted in randomized blocks with six treatments and four replicates. The treatment doses were 0, 1, 1.5, 2, 2.5, and 3 kg.ha⁻¹ of boron (B), supplied by boric acid (H₃BO₃). The application of boron had a positive effect on both the productivity and yield of the highland rice. The analysis indicated that the application of 2.5 kg.ha⁻¹ of boron is the optimal dose in terms of the increase in the productivity and yield of the rice cultivar tested.

Keywords: *Oryza sativa* L. boron. Plant nutrition. Tropical soils.

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais importantes do planeta, ocupando cerca de 10% dos solos agricultáveis no mundo, e apresenta um importante papel na alimentação da população mundial (BARIGOSSI; LANNA; FERREIRA, 2004). Segundo Alonço *et al.* (2005), 90% do arroz é cultivado e consumido no continente asiático, que apresenta um elevado índice populacional, considerando que esse alimento contém grande valor nutricional, com 20% de energia e 15% de proteína.

De acordo com os dados do United States Department of Agriculture – USDA (2017, *apud* CONAB, 2017, p. 18), a produção mundial de arroz base beneficiado ficará em torno de 483,66 milhões de toneladas (safra 2017/18), devido às condições climáticas favoráveis nas principais regiões produtoras do grão.

No Brasil, a safra 2016/17 registrou um aumento na produção de 18,2%, com uma média de 12.317,7 toneladas. Entre as principais regiões produtoras do Brasil, destaca-se a região Sul, onde o Rio Grande do Sul (RS) é o principal estado produtor de arroz brasileiro, aumentando sua produção em 111,21% entre as safras 1990/91 e 2016/17, responsável por mais de 2/3 de toda produção brasileira de arroz. O estado do Mato Grosso já foi grande produtor do grão na região Centro-Oeste, entretanto, a produção de arroz compete fortemente com a soja nessa região, com redução significativa da área plantada nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, inibindo a expansão do seu cultivo nessas áreas em substituição pela soja (CONAB, 2017).

O cultivo do arroz em sistema de terras altas (sequeiro) é predominante na região centro-oeste do país, cujos solos apresentam características de baixa fertilidade, no entanto, o arroz de sequeiro é mais tolerante a solos ácidos, sendo utilizado para abertura de novas áreas, favorecendo o plantio para outras culturas, como soja, feijão e milho (GUIMARÃES *et al.*, 2006).

Os solos de Cerrado são pobres em cálcio, magnésio, nitrogênio, fósforo, potássio e zinco, sendo a adubação de grande importância no ganho de produtividades, com um ganho na produção do arroz de até 40%, desde que seja realizada a adubação correta (FAGERIA, 1998). Na cultura do arroz, foi observado que a aplicação de micronutrientes teve um ganho na produtividade, nesse sentido, é necessário verificar as condições do solo e, a partir daí, definir o manejo adequado na cultura (RIBEQUI, 2005).

Entre os micronutrientes, o boro é absorvido na faixa de pH 4,0 a 8,0 como H_3BO_3 e $H_2BO_3^-$ exigido em pouca quantidade pela planta e não deve ser aplicado em grandes quantidades, em que o excesso pode levar a baixa produção a deficiência de boro é observada nas folhas, a partir dos sintomas característicos como branqueamento e dobra das pontas de folhas emergentes (FAGERIA, 1998). Os solos de cerrado apresentam, em geral, deficiência de boro para o arroz e outras culturas (ENGLER *et al.*, 2006). Esse micronutriente atua nas plantas como transportador de carboidratos, na formação das raízes e das paredes celulares, desde que seja assimilado em quantidade adequada (CORRÊA *et al.*, 2006).

Nesse contexto, embora o boro seja exigido em menores quantidades, a falta ou o excesso do mesmo ocasiona diversos danos, refletindo diretamente na produtividade,

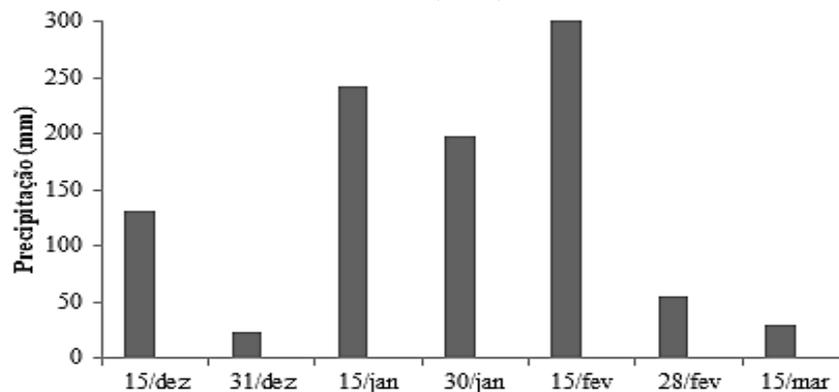
sendo necessários maiores estudos relacionados à adubação com boro na cultura do arroz, definindo a dose exata que proporcione maiores rendimentos, sem perdas na produtividade. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a influência da adubação com boro na produtividade e no rendimento da cultura do arroz de terras altas em solo de cerrado.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em área experimental localizada no município de Nova Xavantina-MT, sob as seguintes coordenadas: latitude 14°23'36,54''S e longitude 52°21'34,74''W, com uma altitude de 295 m. O clima da região é AW, de acordo com a classificação de Köppen, com seis meses de seca, sendo os maiores déficits hídricos nos meses de agosto e setembro, em função da precipitação escassa e da baixa umidade relativa do ar (MARIMON; VARELLA; MARIMON-JUNIOR, 1998).

Os dados pluviométricos de Nova Xavantina, no período de realização do experimento, encontram-se na Figura 1.

Figura 1. Distribuição pluviométrica (mm) durante a condução do experimento em Nova Xavantina, MT, 2014/2015



Fonte: Dados do trabalho.

O preparo de solo da área foi realizado por meio de duas arações e uma gradagem de nivelamento. Foi realizada adubação com N-P-K de acordo com análise de solo, sendo utilizados 180 kg ha⁻¹ de MAP, 66 kg ha⁻¹ de KCl e aplicação de 800 kg ha⁻¹ de calcário com PRNT de 80%.

Na semeadura do arroz, foi utilizada a cultivar BRS sertaneja, de ciclo precoce, grão longo-fino, panículas longas e elevado número de grãos, que caracteriza-se por possuir plantas vigorosas, de porte médio, moderadamente perfilhador e resistente ao acamamento, sendo que o seu ciclo é de, aproximadamente, 120 dias, apresentando moderada resistência à mancha parda e mancha-de-grão, podendo ser cultivada em todas as regiões do estado de Mato Grosso (BRESEGHELLO; MORAIS; CASTRO, 2006). Antes do plantio, foram realizados o tratamento de sementes com inseticida Cruiser 350FS (na dosagem de 400 mL/100 kg de sementes) e o tratamento com fungicida Maxim XL (na dosagem de 100 mL/100 kg de sementes).

A semeadura foi realizada no mês de dezembro, com trator New Holland 80 cv e semeadora no modelo Baldan 5000 com 20 linhas de plantio e 0,17 m no espaçamento nas entrelinhas na quantidade de 115 kg de semente por hectare, sendo que, para cada parcela, foram utilizados 2,73 kg e, para todo experimento, 8,49 kg de sementes de arroz.

Aos 30 dias após a emergência (DAE), foram realizadas a aplicação do herbicida 2,4-D, na dosagem de 11,8 mL, em área total para o controle de plantas espontâneas de folha larga, e a aplicação de fungicida com priori extra para o controle de bruzone na dosagem de 300 mL ha⁻¹. Aos 45 DAE, foi realizada a adubação nitrogenada utilizando, como fonte de N, ureia (45% de N) na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, em cada parcela foi aplicado 0,264 kg de ureia após chuva. E aos 60 DAE, foi realizada outra aplicação de fungicida, juntamente com inseticida, para o controle de lagarta.

A colheita foi realizada no mês de março aos 106 DAE, sendo realizada manualmente, com auxílio de cutelo para corte do colmo, e os grãos apresentando 18,3% de umidade. As parcelas foram colhidas e separadas por feixes de arroz, os quais foram batidos para a obtenção dos grãos da planta. O material colhido foi acondicionado em sacos plásticos para as avaliações. O arroz foi espalhado sobre uma lona, secando-se as 24 parcelas separadamente ao ar livre com exposição ao sol, sendo realizado, a cada 60 minutos, o revolvimento dos grãos expostos ao sol para que se alcançasse uma secagem homogênea até 13% de umidade.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, perfazendo uma área total de 24 parcelas. Cada parcela teve 7 m de largura por 3,4 m de comprimento e uma área útil equivalente a 23,8 m², o espaçamento entre cada bloco de 0,5 m. O plantio foi realizado com semeadora de 20 linhas, com espaçamento de 0,17 m na entrelinha.

Foram realizados seis tratamentos com boro, sendo a fonte (ácido bórico 17% B) constituindo-se das seguintes doses: 0 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₁, testemunha), 1 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₂), 1,5 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₃), 2 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₄), 2,5 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₅) e 3 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₆). A adubação foi realizada juntamente com a adubação de plantio no sulco com o adubo comercial ácido bórico (H₃BO₃) p.a. (17% B) e doses correspondentes aos tratamentos testados conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento

Dose de B (kg ha ⁻¹)	Dose de ácido bórico (kg ha ⁻¹)	Dose de ácido bórico/parcela (g)
0,0	0,0	0,0
1,0	5,88	14
1,5	8,82	21
2,0	11,72	28
2,5	14,70	35
3,0	17,64	42

Fonte: Dados do trabalho.

Os parâmetros avaliados neste trabalho foram altura de plantas, tamanho de panícula (cm), peso de 1000 grãos (g), produtividade por hectare, qualidade dos grãos inteiros e rendimento. Nas avaliações realizadas, foram descartadas as bordaduras, coletando-se os dados referentes às 14 linhas centrais de 5 m de comprimento distas 0,5 entre si, sendo a área útil da parcela de 11,9 m².

Para as avaliações de altura de plantas e panícula, foram selecionadas 20 plantas ao acaso, na área útil da parcela, com o auxílio de uma trena graduada, mediu-se a altura em centímetros, tendo como base de medição o nível do solo e como ponto final à inserção da última folha de arroz com bainha totalmente expandida para altura de planta e para panícula foi a partir da exceção da panícula até o ápice da panícula.

Para a avaliação de produtividade, coletaram-se todas as panículas da área útil de cada parcela. Essas panículas foram debulhadas manualmente, realizando-se a secagem dos grãos ao sol e, depois, a limpeza manualmente, por meio do peneiramento dos grãos com a passagem do ar, sendo passado para um armazenamento em saco de papel.

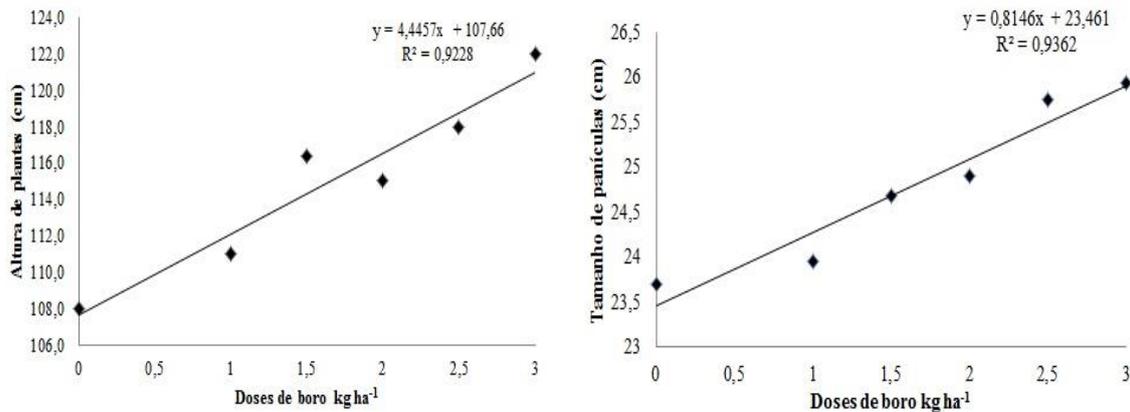
Para a avaliação de peso de 1000 grãos, foram retiradas amostras dos grãos colhidos na área útil de cada parcela e realizada a pesagem. Para a avaliação de qualidade de grãos inteiros e rendimento, foram coletados 100 gramas de sementes de arroz na área útil de cada parcela, as quais passaram por uma máquina de teste de arroz, realizando-se o teste de rendimento e qualidade do arroz.

Os dados do experimento foram tabulados e os tratamentos foram submetidos à análise de variância e as doses à regressão polinomial para ajuste do modelo matemático adequado. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Com base na análise de regressão e na equação, nota-se, pela Figura 1, que o boro aumentou de maneira linear a altura de plantas, existindo uma correlação positiva, em média quando aumenta a dose, há um aumento da altura de plantas, quando comparado aos resultados obtidos por Malavolta *et al.* (1981) em plantas do 'IAC 47', cultivadas em solução nutritiva. O coeficiente de determinação foi de 0,92, indicando que 92% da variação no parâmetro altura de plantas (variável dependente) são explicadas pelas doses de boro.

Figura 2. Altura e tamanho de panículas de plantas de arroz de terras altas, cultivar BRS Sertaneja submetida a doses de boro. Nova Xavantina – MT



Fonte: Dados do trabalho.

A dose de 3 kg ha⁻¹ de boro proporcionou uma altura média de plantas de arroz da cultivar BRS sertaneja de 122, 01 cm. Corroborando com os resultados encontrados por Corrêa *et al.* (2006), ao analisar alguns componentes como altura de plantas de cultivares de arroz de terras altas, foi observado que doses acima de 3 mg dm⁻³ podem levar ao desequilíbrio químico desse nutriente no solo, prejudicando o comprimento radicular em determinados cultivares, tendo como consequência menor absorção de água e nutrientes, limitando o crescimento da parte aérea e, possivelmente, a produtividade do arroz nesse ecossistema.

Entretanto, Souza *et al.* (2008) encontraram resultados diferentes, avaliando doses de cálcio e boro na cultura do arroz e soja, não ocorrendo resposta da cultura às doses utilizadas, o que pode ser atribuído à alta solubilidade da fonte utilizada (ácido bórico), conforme mencionado por Dourado Neto e Fancelli (2001), que pode ter sido parcialmente lixiviada antes de ser absorvida pela cultura. Bull (1993) também não observou respostas da cultura de milho à aplicação de boro e cita que, de maneira geral, as respostas da cultura de milho às aplicações de boro não são consistentes.

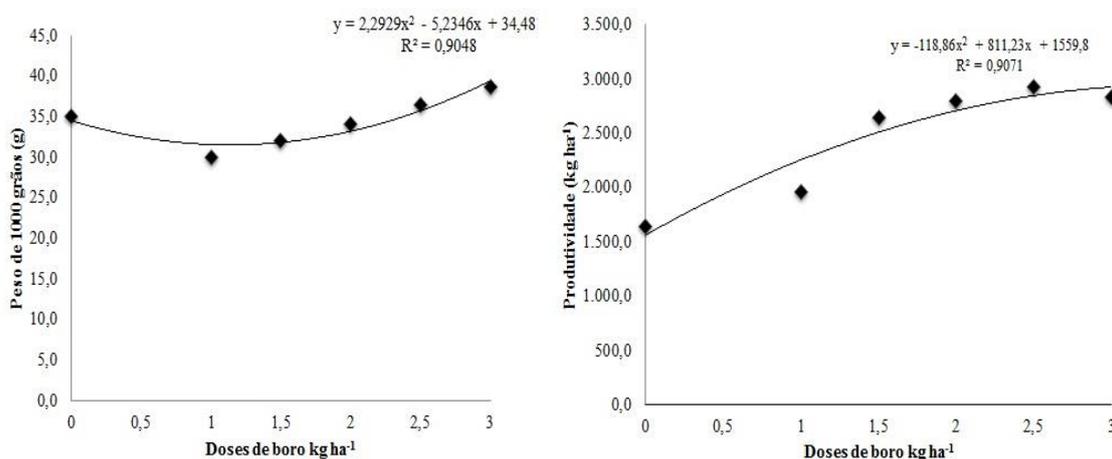
Em relação ao tamanho de panículas, o valor médio de 25,93 cm foi alcançado quando se aplicou a dose de 3,0 kg ha⁻¹ de boro, com valores muito próximos entre as doses para o parâmetro avaliado, obtendo uma resposta linear, com coeficiente de determinação de 0,94, o que mostra que 94% da variação no tamanho de panículas (variável dependente) é explicada pelas doses de boro (Figura 2).

Gupta *et al.* (1985, *apud* FAGERIA, 2000) relataram que a dose de B para o arroz e o trigo, extraído com água quente, está na faixa de 0,1 a 0,5 mg.kg⁻¹. Fageria *et al.* (1995) afirmaram que a deficiência de B, na maioria dos solos, pode ser corrigida com a aplicação de 1 a 3 kg ha⁻¹ de boro para as culturas anuais. Já Dunn, Stevens e Kendig (2005) relatam efeito da aplicação de boro no solo sobre o crescimento vegetativo e o perfilhamento de plantas de arroz.

A Figura 3 demonstra que, para peso de 1000 grãos e produtividade, houve resposta quadrática da cultivar analisada em relação às doses de boro. O valor máximo (38,4 g) para peso de 1000 grãos foi alcançado quando se aplicou a dose de 3 kg ha⁻¹ de

boro, apresentando um coeficiente de determinação de 0,90, o que mostra que 90% da variação no peso de 1000 grãos (variável dependente) é explicada pelas doses de boro. Já a máxima produtividade (2845,0 kg ha⁻¹) do arroz de terras altas - cultivar BRS sertaneja, foi alcançada quando aplicou-se 2,5 kg ha⁻¹ de boro.

Figura 3. Peso de 1000 grãos e produtividade em arroz de terras altas, cultivar BRS Sertaneja, submetida a doses de boro. Nova Xavantina – MT



Fonte: Dados do trabalho.

Avaliando o peso de mil grãos em dois sistemas de cultivo de arroz de terras altas, verificou-se que a aplicação de diferentes doses de boro não foi responsiva para esse parâmetro, entretanto, esse autor observou que a aplicação de mais de 3,0 mg/kg prejudica a cultura.

Corroborando com os resultados encontrados em trabalhos realizados por Yu e Bell (1999), Dunn, Stevens e Kendig (2005) e Rashid *et al.* (2004), esses autores relataram respostas significativas na produtividade de arroz quando a cultura foi tratada com aplicações de boro na dose de 2,5 kg ha⁻¹.

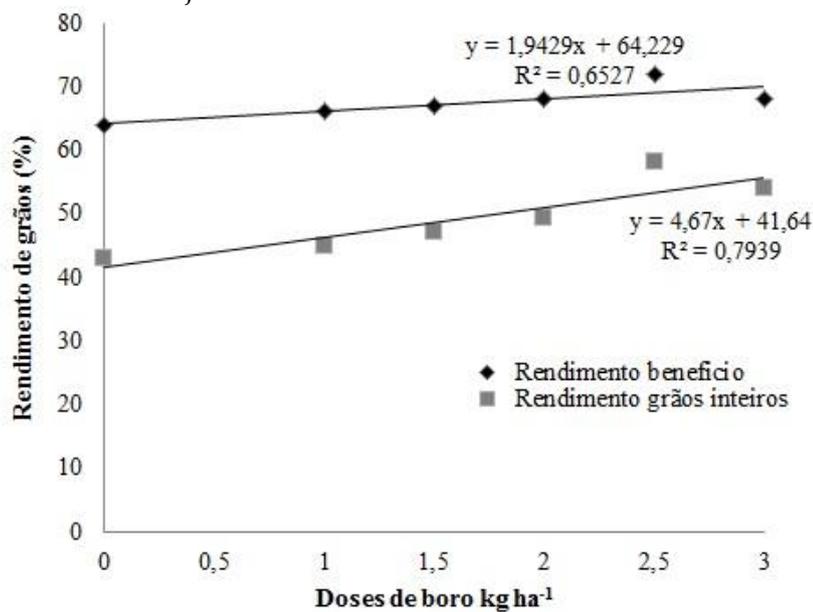
Segundo Pendleton e Hartwig (1973), as diferenças de produtividade de uma cultivar dentro de um mesmo tratamento podem ser explicadas em função da época de ocorrência do estresse. Os veranicos curtos são mais prejudiciais à produtividade durante o período de enchimento de vagens do que o período de florescimento. Segundo esses autores, o período longo de florescimento capacita a planta a suplantar veranicos, sem prejuízo na produtividade.

Estudo realizado por Hossain, Kumar e Ahmed (2001) demonstra a fundamental importância do suprimento de boro para a formação de grãos na cultura do arroz. Para Slaton *et al.* (2002), o boro, quando benéfico à produtividade, teria maior efeito aplicado nos estádios iniciais do desenvolvimento reprodutivo, próximo à iniciação da panícula.

Para o rendimento de grãos de arroz da cultivar BRS sertaneja, mediante a derivação das equações de regressão, que ajustaram-se ao modelo linear (Figura 4), a dose de 2,5 kg ha⁻¹ de boro proporcionou os maiores rendimentos de benefício e

rendimento de grãos inteiros, respectivamente, o que demonstra que essa dose é a mais indicada para melhores rendimentos do grão.

Figura 4. Rendimento de benefício e grãos inteiros (%) na cultivar de arroz BRS Sertaneja submetida a doses de boro. Nova Xavantina-MT



Fonte: Dados do trabalho.

Resultados similares foram encontrados por Rashid *et al.* (2004), os quais verificaram o efeito da aplicação de boro em duas cultivares de arroz, apresentando aumento do rendimento e qualidade do grão a partir da dose de 2 kg ha⁻¹ de boro.

Conclusões

Houve efeito positivo da aplicação de boro na produtividade e no rendimento do arroz de terras altas. Nas condições do experimento, a dose de 2,5 kg ha⁻¹ de boro é a ideal para incremento na produtividade e rendimento da cultivar avaliada.

Referências

ALONÇO, A. S.; SANTOS, A. B.; GOMES, A. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; ANDRES, A.; PRABHU, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. DE.; TERRES, A.; FERREIRA, C. M.; NUNES, C. D.; FRANCO, D. F.; PAULETTO, E. A.; MARCHEZAN, E.; FERREIRA, E.; VERNETTI JUNIOR, F. DE J.; BRAGA, H. J.; AZAMBUJA, I. H. V.; HECKLER, J. C.; PETRINI, J. A.; BARRIGOSI, J. A. F.; LAUS NETO, J. A. L.; MARTINS, J. F. S.; TRONCHONI, J. G.; SILVA, J. J. C.; PINTO, L. F. S.; MATTOS, M. L. T.; ELIAS, M. C.; BRANCÃO, N.; RANGEL, P. H. N.; FAGUNDES, P. R. R.; SOUZA, P. R.; BACHA, R. E.; SOUSA, R. O.; MACHADO, S. L. DE O.; SILVA, S. C.; STEINMETZ, S.; COBUCCI, T.; CUNHA, U. S.; CUTRIM, V. S. A.; SCIVITTARO, W. B. *Cultivo do arroz irrigado no Brasil*. 2005.

- BARIGOSSI, J.; LANNA, A.; FERREIRA, E. *Agrotóxicos no cultivo do arroz no Brasil: análise do consumo e medidas para reduzir o impacto ambiental negativo*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2004. 28p.
- BRESEGHELLO, F.; MORAIS, O. P. de; CASTRO, E. da M. *Cultivo do arroz de terras altas no estado de Mato Grosso*, 2006. Capturado em 20 fev. 2014. Online. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/arroz/arrozterrasaltasmatogrosso/cultivares.htm>>.
- BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. Cap. 2. p. 63-145.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Produtos de verão – Safra 2017/2018. Perspectivas para a Agropecuária*, v. 5, p. 1-111, 2017.
- CORRÊA, J. C.; COSTA, A. M.; CRUSCIOL, C. A. C; MAUAD, M. Doses de boro e crescimento radicular e da parte aérea de cultivares de arroz de terras altas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 1077-1082, 2006.
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. Manejo da água na cultura do feijão: aspectos práticos. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. *Sistemas de produção de feijoeiro irrigado*. Piracicaba: ESALQ, 2001. Cap. 3. p. 138-156.
- DUNN, D.; STEVENS, G.; KENDIG, A. Boron fertilization of rice with soil and foliar applications. *Crop Management*. 2005.
- ENGLER, M. P. C.; BUZETTI, S.; SILVA, F. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. Modos de aplicação de boro e de zinco em dois cultivares de arroz de terras altas. *Científica*, v.34, p.129-135, 2006.
- FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, p.57-62, 2000.
- _____. Manejo da calagem e adubação do arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L, F. *Tecnologia para o arroz de terras altas*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, Cap. 1, p.67-78, 1998.
- _____; FERREIRA, E.; PRABHU, A. S.; FILHO, M. P. B.; FILIPPI, M. C. *Seja o doutor do seu arroz*. Piracicaba: Potafos, v. 9, 1995. 20p.

GUIMARÃES, C. M.; SANTOS, A. B.; JÚNIOR, A. M. M.; STONE, L. F. Sistema de cultivo. IN: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIERA, N. R. A. *A cultura do arroz no Brasil*. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2006. Cap. 2, p.53-96.

HOSSAIN, M.B.; KUMAR, T.N.; AHMED, S. Effect of Zinc, Boron and Molybdenum Application on the Yield and Nutrient Uptake by BRRI Dhan 30. *Journal of Biological Sciences*, v.1, p.698-700. 2001.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 251 p.

MARIMON, B.S.; VARELLA, R.F.E.; MARIMON-JUNIOR, B.H. fitossociologia de uma área de cerrado de encosta em nova xavantina, mato grosso. *Boletim do herbário Ezechias Paulo Heringer*, v. 3, p. 70 - 78, 1998.

PENDLETON, J. W.; HARTWIG, E. E. Management. In: CALDWELL, B. E. (Ed.). *Soybeans: improvement, production, and uses*. Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy, 1973. Cap. 4, p. 211-237.

RASHID, A.; YASIN, M.; ASHRAF, M.; MANN, R.A. Boron deficiency in calcareous soil reduces rice yield and impairs grain quality. *International Rice Research Notes*, v. 29, p.58-60, 2004.

RIBEQUI, T. M. *Levantamento sobre calagem, gessagem e adubação para o arroz de terras altas*. 2005. 62 f. Relatório de Estágio Supervisionado (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A.V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, p. 3733-3740, 2016.

SOUZA, L.C.D. de; SÁ, M.E. de; CARVALHO, M. A.C.de; SIMIDU, H. M. Produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 8, p.37- 44, 2008.

SLATON, N.A.; BOLLICH, P.K.; DUNN, D.; ROSS, J.R.; MOZAFFARI, M.; ESPINOSA, L. Rice Response to boron application rate and timing in Arkansas, Louisiana, and Missouri. In: *Arkansas Rice Research Studies*. Research Series 504, 2002, p. 315-320.

YU, X.; BELL, P. F. Boron deficiency in 'Bengal' rice (*Oryza sativa* L.) grown on a Louisiana rice- soil in the greenhouse. *Louisiana Rice Research Board*, v. 1, p. 74-92, 1999.

Água residuária aplicada no solo: remoção de carga orgânica e concentração de fósforo no solo

Wastewater applied to the soil: organic matter removal and soil phosphorus concentration

Morais Carneiro dos Reis¹, André Andrade Santana²

¹Aluno do curso de Agronomia - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

²Professor no Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

E-mail: andreandrade@unipam.edu.br

Resumo: A aplicação de água residuária da bovinocultura leiteira (ARB), em solos agrícolas, é uma alternativa de destinação final. Entretanto, é necessário que parâmetros como o teor de fósforo no solo, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e o pH da água percolada sejam monitorados. O objetivo, neste trabalho, foi quantificar esses parâmetros em colunas de solo submetido a taxas de aplicação de ARB. O experimento foi realizado em um esquema fatorial 2x4 (duas profundidades: 0,30 e 0,60 m vs. quatro taxas: 0; 7,69; 15,38 e 23,07 kg/ha/semana de nitrogênio). A interação entre os fatores não foi significativa. Os valores de pH e de teor de fósforo não diferiram entre os tratamentos. A DBO média foi superior ($p < 0,1$) para colunas de 30 cm (57,4 vs. 15,7 mg L⁻¹) e foi maior para as maiores taxas (elevando de 4 a 71,3 mg L⁻¹). A ARB aplicada nas menores taxas não oferece risco ambiental em profundidades elevadas.

Palavras-chave: BOD. Dejetos bovinos. Fertilização. pH.

Abstract: The application of wastewater from dairy cattle (WW) in agricultural soils is an alternative for its destination. However, it is necessary that parameters such as soil phosphorus content, biochemical oxygen demand (BOD) and percolated water pH are monitored. The objective, in this work, was to quantify these parameters in soil columns submitted to ARB application rates. The experiment was carried out in a 2x4 factorial scheme (two depths: 0.30 and 0.60 m vs. four rates: 0, 7.69, 15.38 and 23.07 kg / ha / week of nitrogen). The interaction between the factors was not significant. The values of pH and phosphorus content did not differ between treatments. The mean BOD was higher ($p < 0.1$) for 30 cm columns (57.4 vs. 15.7 mg L⁻¹) and higher for the higher rates (raising from 4 to 71.3 mg L⁻¹). ARB applied at the lowest rates does not offer environmental risk at high depths.

Keywords: BOD. Bovine manure. Fertilization. pH.

Introdução

A aplicação de águas residuárias (ARs) em solos tem sido uma alternativa viável para a sua destinação final tanto em indústrias (PATENSE, 2017) quanto em sistemas agropecuários (ANDRADE *et al.*, 2014). Tal fato é justificado pelo baixo custo de implantação dos sistemas de distribuição, pelo aproveitamento de elementos

químicos como fonte nutricional das plantas e pela condição oxidante dos solos, que viabiliza a redução da carga orgânica do resíduo aplicado.

Embora seja consenso que a aplicação de ARs em solos seja viável, critérios técnicos para aplicação adequada e o monitoramento ambiental são escassos (ERTHAL *et al.*, 2010). A taxa máxima de ARs que pode ser aplicada e quais análises são necessárias no monitoramento, por exemplo, geralmente, são informações imprecisas. A imprecisão pode ser justificada pela complexidade do sistema solo-planta, pela influência da variabilidade climática e pela diversidade de ARs que podem ser aplicadas (MATOS *et al.*, 2005). Adicionalmente, poucos estudos têm resultados consistentes para condições tropicais.

Mesmo que o aumento de carbono no solo seja benéfico às plantas e que se considere que a capacidade de oxidação seja elevada na maioria dos solos agrícolas, essa informação deve ser mensurada. Condições de drenagem deficiente, de excesso de chuvas e mesmo no interior de agregados de um solo apenas úmido, pode se ter condições de baixa disponibilidade de oxigênio (CANTARELLA, 2007). Assim, é possível existir condições em que a carga orgânica possa atingir maiores profundidades. Tal fato pode ser particularmente importante em locais com águas subterrâneas rasas e em altas taxas de aplicação de ARs.

Exemplos de critérios para a determinação da taxa máxima de ARs possível de ser aplicada podem ser baseados em valores avulsos por unidade de área (SMANHOTTO *et al.*, 2010); taxas de nutrientes, principalmente potássio (ERTHAL *et al.*, 2010) e nitrogênio (SILVA *et al.*, 2012; PATENSE, 2017); ou, ainda, taxas de demanda de oxigênio (MATOS *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2011). Na maioria dos estudos, no entanto, a caracterização das alterações do solo após aplicações de ARs é focada em alterações dos teores de elementos no solo, como fósforo, potássio, nitrogênio, entre outros. Um dos parâmetros primordiais para o monitoramento do solo é o fósforo. Ele é constituído por compostos derivados do ácido ortofosfórico e, menos comumente, do pirofosfato ocorrente no solo, sendo de interesse agrônomo e ambiental (RHEINHEIMER; GATIBONI; KAMINSKI, 2008).

Nesse cenário, torna claro que estudos que relacionem a capacidade de remoção da carga orgânica de ARs em solos, juntamente com teores de elementos considerados importantes, em diferentes taxas aplicadas e profundidade de solo, são fundamentais para a adequada aplicação de ARs em solos e o seu monitoramento. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo monitorar o teor de fósforo de solo, bem como os parâmetros de DBO e de pH na água percolada, em condição de aplicações de água residuária de bovinocultura com doses crescentes em duas profundidades de solo. Pretende-se gerar subsídios para a adequada aplicação de AR de bovinocultura de leite em solo agrícola e promover a destinação correta para os resíduos gerados dessa atividade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Terra Molhada, município de Lagoa Formosa-MG, latitude 18°39'57"S, longitude 46°23'53"W e altitude 890 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é Cwb (ALVARES *et al.*, 2013),

caracterizado por duas estações climáticas bem definidas: verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média anual inferior a 22°C. O solo utilizado no experimento é classificado como Nitossolo Vermelho textura argilosa. O resultado da análise química de rotina está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado de análises de solo da área experimental

pH	P- água	Mat. Org.	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC (t)	CTC (T)	M	V
	rem	dag/kgmg/dm ³					cmol _c /dm ³				%	
5,60	1,01	0,93	2,97	32,07	0,80	0,40	0,01	3,60	1,28	1,29	4,88	0,77	26,26

Observação: Laboratório Terrena/Patos de Minas/MG. Sistema de MG. Extrator de P Mehlich-1.

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados (DBC), com oito tratamentos e três repetições, totalizando 24 parcelas, distribuídas por um esquema fatorial 2x4, representado por colunas com duas profundidades de solo (30 cm e 60 cm) e quatro taxas crescentes de ARB.

O experimento foi instalado exposto ao ambiente em colunas de PVC com 200 mm de diâmetro, preenchidas com solo, instaladas em um suporte metálico. Os tubos de PVC foram fracionados em 40 e 70 cm de altura, representando, assim, duas profundidades de solo (30 e 60 cm). Na parte inferior de cada tubo, foi instalada uma torneira para a realização das coletas das amostras de AR percoladas. As taxas de aplicação de AR foram baseadas no teor de N por unidade de área, que foram de 0; 7,69; 15,38 e 23,07 kg de N por hectare (ha) por semana (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos aplicados e suas correspondentes unidades

Tratamentos	A	B	C	D
Taxa em kg N/ha/semana	0	7,69	15,38	23,07
Taxa em kg N/ha/ano	0	400	800	1200
Taxa em m ³ /ha/ano	0	1180	2360	3540
Taxa em mL/coluna/semana	0	71,29	142,58	213,87
Profundidades	Tratamentos			
30 cm	1	2	3	4
60 cm	5	6	7	8

Observações: Taxas: A - 0; B - 7,69; C - 15,38 e D - 23,07 kg/ha/semana de N * Taxa de aplicação de água residuária de bovinocultura leiteira.

Os tratamentos foram tomados com essa referência visando à aplicação de 0, 400, 800 e 1200 kg/ha/ano de N, respectivamente, para os tratamentos A, B, C e D, que representa uma faixa de aplicação de baixa até alta dose aplicada no solo. A aplicação com base no teor de N foi realizada para padronizar com outros trabalhos, que geralmente toma como base o teor de N (MATOS *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2011). No presente estudo, foi realizada uma análise físico-química da água residuária de bovinocultura de leite (ARB), que obteve o teor de N médio considerado de 338 mg L⁻¹,

assim, esses tratamentos equivalem à aplicação de 0, 1180, 2360 e 3540 m³/ha/ano, o que corresponde a aplicações semanais de 0, 71,29; 142,58 e 213,87 mL/coluna, respectivamente, para cada tratamento.

Para a aplicação, foi utilizada água residuária de bovinocultura de leite (ARB), obtida após passagem por sistema de separação de sólidos (especialmente fibras). O sistema de separação é composto por homogeneizador, bomba e filtro com junta centrífuga (marca ECAM) (Figura 1). O filtro utiliza a força centrífuga, oriunda da rotação de uma “rosca sem fim”, que gira a 1180 rotações por minuto, para separar partículas que ficam retidas em uma tela com malha de 1 milímetro de diâmetro.

Figura 1. Separador de sólidos marca ECAM



Fonte: Arquivo pessoal.

A ARB foi aplicada semanalmente durante agosto a dezembro, de forma manual, usando uma proveta graduada de vidro. As variáveis analisadas da água percolada foram a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e o pH (potencial de hidrogênio). Foi realizada pela metodologia de referência do laboratório certificado Celasa de Patos de Minas – MG, sendo feitas em dois períodos, a primeira realizada após 30 dias de aplicação e a segunda após 150 dias de aplicação.

Para as análises de fósforo, foi coletada a 0,20m de profundidade, uma amostra de solo a cada parcela experimental aos 30 dias de aplicação, seguindo as metodologias por Cardoso, Fernandes e Fernandes (2009) e EMATER-MG (2016). As amostras foram conduzidas ao Laboratório de Análises de Fertilidade do Solo do UNIPAM (CeFert), localizado no Campus do Centro Universitário de Patos de Minas – MG. Nele, foram determinados os teores de fósforo disponível, extraído por Mehlich-1, por espectrofotometria, pelo método de colorimetria do complexo fosfomolibdico, produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico, vitamina C (SILVA, 2009), seguindo a metodologia proposta pela EMBRAPA (2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), com o auxílio do Software SISVAR, ajustando modelos de regressão dos parâmetros avaliados em relação aos tratamentos e profundidade, e teste Tukey para comparação de doses, ambos a 0,10 de significância. E, também, foram gerados gráficos com auxílio do Excel 2016, com as médias dos teores de fósforo, DBO e pH, em função das taxas de aplicação para cada profundidade de solo.

Resultados e Discussão

Considerando a análise de variância para a variável teor de fósforo no solo, após 30 dias de aplicação dos tratamentos, não houve interação entre os fatores doses e profundidades. Considerando os desdobramentos, também não foi observada diferença (Tabela 3).

Tabela 3. Teor de fósforo disponível (mg dm^{-3}) em função de taxas de aplicação de água residuária de bovinocultura de leite (ARB) e profundidades de solo

Taxa de aplicação de ARB	Profundidade		Médias
	30 cm	60 cm	
A	3,13	2,89	3,01 ns
B	3,06	3,08	3,07 ns
C	2,89	2,99	2,94 ns
D	3,03	3,57	3,29 ns
Médias	3,02 ns	3,13 ns	

Observações: Taxas: A - 0; B - 7,69; C - 15,38 e D - 23,07 kg/ha/semana de N; ns.: não significativo pela análise de variância a 10% de probabilidade ($p > 0,1$). Extrator de fósforo: Mehlich-1.

A concentração de P disponível no solo, antes, era de $2,97 \text{ mg dm}^{-3}$, após o período estudado, não houve alteração significativa de P entre as taxas de ARB aplicadas nas duas profundidades de solo (colunas de 30 e 60 cm). Provavelmente, esse comportamento é devido à baixa mobilidade do P no perfil do solo. Assim, o efeito da adição de P pode ter sido compensado pela formação de quelatos ou outras formas de P não disponível, que não são mensuradas pela análise realizada.

Homem *et al.* (2014) observaram valores diferentes em seu estudo, utilizando água residuária proveniente de suinocultura. Os autores observaram que, após 82 dias de aplicação, houve um crescimento significativo dos teores de fósforo no solo. Por outro lado, Kouraa *et al.* (2002) constataram que, em um ano de cultivo, não houve alterações nos teores de fósforo do solo. Eles relataram, ainda, que, para ocorrer mudanças nas características químicas do solo, são necessários vários anos de irrigação, visto que a dinâmica deste ocorre muito lentamente.

Observando esses resultados, percebe-se que o pequeno intervalo (30 dias) entre aplicações e a avaliação de P do solo no presente trabalho pode justificar, também, a ausência de alterações. Adicionalmente, a AR foi proveniente de outra matriz (bovinocultura). Em suma, é possível afirmar que as alterações poderão ocorrer no solo em função do balanço dos processos que ocorrem com o P no solo, principalmente sua aplicação, processos de quelatização ou complexação e extração pelas plantas.

Analisando a magnitude geral dos resultados, é possível afirmar que os valores encontrados foram baixos, representando uma baixa disponibilidade de P para todos os tratamentos. Nessas condições, para solos tropicais, as alterações de P disponível são lentas (ERTHAL *et al.*, 2010).

Semelhando ao observado para os teores de P no solo, os valores de pH da água percolada não apresentaram diferenças significativas para a interação entre fatores e para os fatores isolados. O resultado foi semelhante para a coleta realizada aos 30 e 150 dias após o início do experimento (Tabela 4).

A ausência de alterações de pH pode ser justificada pelo poder tampão do solo, que, no caso deste experimento, é relativamente elevado e capaz de compensar possíveis alterações realizadas pela aplicação de ARB. Em outros experimentos, autores já verificaram alterações de pH, atribuindo a elevação à oxidação da matéria orgânica e à reação de dissolução de dióxido de carbono e água, formando o ácido carbônico (DUARTE *et al.*, 2008). Assim, é importante ressaltar que o resultado final dependerá muito das características de cada solo e da água residuária aplicada.

Tabela 4. Potencial de hidrogênio (pH) da água percolada nas colunas de solo com 30 e 150 dias de aplicação dos taxas de água residuária de bovinocultura de leite (ARB)

Taxas ARB	30 DAAT			Taxas ARB	150 DAAT		
	Profundidade		Médias		Profundidade		Médias
	30 cm	60 cm			30 cm	60 cm	
A	7,43	7,15	7,29 ns	A	7,74	7,56	7,65 ns
B	7,32	7,05	7,18 ns	B	7,58	7,78	7,68 ns
C	7,45	7,31	7,37 ns	C	7,97	7,52	7,74 ns
D	7,07	7,42	7,24 ns	D	7,48	7,35	7,41 ns
Médias	7,31 ns	7,23 ns		Médias	7,69 ns	7,55 ns	

Observações: Taxas: A - 0; B - 7,69; C -15,38 e D - 23,07 kg/ha/semana de N; ns.: não significativo pela análise de variância à 10% de probabilidade ($p>0,1$). DAAT.: dias após aplicação dos tratamentos.

Com relação ao efeito do pH nas águas a serem utilizadas para aplicação em solos agrícolas, Ayers e Westcot (1991) recomendam que o valor do pH se encontre entre 6,5 a 8,4. Valores extremos com concentrações elevadas de H^+ ou OH^- , contidas nas águas de irrigação, podem exercer influência na disponibilidade e na absorção de nutrientes por parte das plantas, na estrutura e nas propriedades do solo e nos sistemas de irrigação. Considerando essa faixa citada, os valores de pH se apresentaram dentro da faixa considerada ideal pelos autores e não mostraram, portanto, efeitos negativos quanto à prática de aplicação de ARB no solo estudado.

Para os resultados de DBO na água percolada, observou-se que não houve resultados significativos após 30 dias de aplicação dos tratamentos a 10% de probabilidade ($p>0,1$). Os resultados médios variaram, nessa condição, de 2,37 a 6,06 $mg L^{-1}$. Por outro lado, após 150 dias de aplicação, foi verificada diferença tanto para profundidade quanto para as taxas aplicadas a 10% de probabilidade ($p<0,1$). Os resultados médios, nessa condição, apresentaram uma variação elevada, de 4 a 71,3 $mg L^{-1}$ (Tabela 5). Nessa condição, a interação entre os fatores não foi significativa ($p<0,1$).

Tabela 5. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO – mg L⁻¹) na água percolada em colunas de solo após 30 e 150 dias de aplicação das taxas de água residuária de bovinocultura de leite

Taxas ARB	30 DAAT			Taxas ARB	150 DAAT		
	Profundidade		Médias		Profundidade		Médias
	30 cm	60 cm			30 cm	60 cm	
A	2,64	2,10	2,37 ns	A	3,99	4,02	4,00 a
B	4,20	1,94	3,07 ns	B	71,57	13,02	13,02 a
C	3,93	3,53	3,73ns	C	53,50	3,74	33,25 ab
D	5,47	6,65	6,06 ns	D	100,40	42,20	71,30 b
Médias	4,06 ns	3,55 ns		Médias	57,36 b	15,74 a	

Observações: Taxas: A - 0; B - 7,69; C -15,38 e D - 23,07 kg/ha/semana de N; ns.: não significativo pela análise de variância à 10% de probabilidade (p>0,1). Letras distintas representam diferenças estatísticas. DAAT.: dias após aplicação dos tratamentos.

Esses resultados podem ser justificados pelo tempo de aplicação dos tratamentos. O período de 30 dias é considerado baixo, incapaz de promover alterações significativas no acúmulo de matéria orgânica não oxidada. Em outras palavras, a quantidade aplicada nessas condições foi oxidada, quase totalmente, no solo. Entretanto, quando se estenderam as aplicações por até 150 dias, a quantidade de matéria orgânica adicionada passou a ser maior do que a capacidade de oxidação do solo para as maiores taxas. Von Sperling (2005) mostra que, com o aumento do tempo do nível do tratamento, existe a tendência do efeito acúmulo, devido à redução da porção biodegradável, assim, uma fração inerte passa a se conservar praticamente inalterada.

No presente trabalho, a DBO média da ARB aplicada foi de 1263 mg L⁻¹, que é um valor considerado elevado, de alta capacidade poluente. Observa-se, entretanto, que o resultado de remoção dessa DBO foi satisfatório tanto para a profundidade de 30 cm e ainda mais para 60 cm, que reduziu para 57,4 mg L⁻¹ (remoção de 95,4%) e 15,7 mg L⁻¹ (remoção de 98,7%), respectivamente. A diferença entre profundidades foi significativa, indicando que o fator acúmulo realmente ocorreu, pois, na medida em que camadas superiores de solos vão saturando, camadas inferiores passam a ser responsáveis pela oxidação da carga orgânica.

Segundo Gilbert *et al.* (2008), é possível que o solo remova até 99,9% da DBO da água residuária aplicada. O referido autor obteve remoção média de DBO de 99,9% em solos agrícolas. Por outro lado, Roston (1994), que obteve, no tratamento de esgoto nos EUA, em sistemas alagados construídos (SACs) cultivados com taboa, reduções de 165 para 13 mg L⁻¹ na concentração de DBO total, o que representa uma remoção média de 92%. Matos, Freitas e Lo Monaco (2012), em sua pesquisa com águas residuárias da suinocultura tratadas por SACs com tempo de retenção hidráulica de 4,8 dias, verificaram, em todas as amostras coletadas, eficiência de tratamento superior a 50%, variando entre 84 e 88%, com médias estatisticamente iguais entre si em relação à DBO total. A eficiência média nesta pesquisa variou de 15,74% a 57,36%, valores médios não próximos aos encontrados pelos autores.

Resultados referentes à oxidação em solo são escassos, não há valores de DBO considerados de referência para água percolada em solos. Nas condições deste estudo, é possível afirmar que taxas de ARB de até 2360 m³/ha/ano, com as características médias de 1263 mg L⁻¹ de DBO, o resultado para a água percolada em 60 cm de solo foi de apenas 13 mg L⁻¹, valor que foi bem mais elevado nas taxas mais elevadas, com menor camada de solo (30 cm). Assim, nas condições deste estudo, sugere-se que sejam seguras as aplicações de até 2360 m³/ha/ano em solos profundos. Para outras condições, deve-se ter cautela. Adicionalmente, novos estudos são necessários para realizar afirmações.

Conclusões

- i. A aplicação de água residuária por 30 dias em solo não foi suficiente para alterar o teor de P disponível no solo;
- ii. a água percolada na coluna de solo de 60 cm apresentou menor DBO quando comparada à coluna de 30 cm;
- iii. a remoção média de DBO, pela passagem da água pela coluna de solo, foi elevada, variando de 95,4 a 98,4%, com relação ao valor original da água residuária aplicada.

Referências

ANDRADE, A.S.; DRUMOND, L.C.D.; RABELO, D.M.L.; APPELT, M.F.; LIMA, J.C.L.; OLIVEIRA, V.M.R. Crescimento de gramíneas forrageiras fertirrigadas com água residuária de suinocultura. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v.08, n. 02, p. 59-71, 2014.

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. *A qualidade da água na agricultura*. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1991. 153p.

CANTARELLA, H. ; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). *Fertilidade do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

CARDOSO, E. L., FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. *Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. 5 p.

DUARTE, A.S. et al. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.3, p.302–310, 2008.

EMATER-MG, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. Coleta de amostra de solo para análise. *Departamento Técnico da EMATER-MG*. Belo Horizonte, MG - janeiro de 2016.

EMBRAPA- *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2. ed. Brasília- DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 203p

ERTHAL, V.J.T.; FERREIRA, P.A.; MATOS, A.T.; PEREIRA, O.G. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.5, p.467-477, 2010.

GILBERT, Y.; LE BIHAN, Y; AUBRY, G.; VEILLETTE, M; DUCHAINE, C.; LESSARD, P. Microbiological and molecular characterization of denitrification in biofilters treating pig manure. *Bioresource Technology*, v. 99, n. 10, p. 4495-4502, 2008.

HOMEM, B. G. C.; ALMEIDA NETO, O.B.; CONDÉ, M. S.; SILVA, M. D.; FERREIRA, I. M. Efeito do uso prolongado de água residuária da suinocultura sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo. *Iniciação científica - Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, Jaboticabal*, v.42, n.3, p.299-309, 2014.

KOURAA, A.; FETHI, F.; LAHLOU, A.; OUAZZANII N. Reuse of urbanwastewater by combined stabilization pond system en Benslimane (Marocco). *Urban Water*, v.4, p. 373-378, 2002.

MATOS, A.T.; PINTO, A.B.; PEREIRA, O.G.; BARROS, F.M. Alteração de atributos químicos no solo de rampas utilizadas no tratamento de águas residuárias. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.3, p. 406-412, 2005.

MATOS, A. T.; FREITAS, W. S.; LO MONACO, P. A. V. Eficiência de sistemas alagados construídos na remoção de poluentes de águas residuárias da suinocultura. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 5, n. 2, p. 119-132, 2012.

PATENSE – INDUSTRIA DE FARINHA DE CARNE E OSSOS. Página da internet. Disponível em: <<http://patense.com.br/pt/views/fertirrigacao.php>>. Acesso em: 24 jan. 2017.

RHEINHEIMER. D.S.; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. Santa Maria, RS: *Ciência Rural*, v.38, n.2, mar-abr, 2008.

ROSTON, D. M. Uso de várzeas artificiais para tratamento de efluente de tanque séptico. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 23., 1994, Campinas. *Anais...* Campinas: ABEA, 1994. p. 210.

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. *Informação Tecnológica*. 2. ed. EMBRAPA Solos, Brasília, DF (Brazil). 2009.

SILVA, D.F.; MATOS, A.T.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; BATISTA, R.O.; MOREIRA, D.A. Alteração química de solo cultivado com capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e fertirrigado com percolado de resíduo sólido urbano. *Acta Scientiarum Technology*, v. 33, n. 3, p. 243-251, 2011.

SILVA, J.B.G.; MARTINEZ, M.A.; PIRES, C.S.; ANDRADE, I.P.S.; SILVA, G.T.; Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. *Irriga*, p. 250-263, 2012.

SMANHOTTO, A.; SOUSA, A.P.; SAMPAIO, S.C.; NÓBREGA, L.H.P.; PRIOR, M. Cobre e zinco no material percolado e no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja. *Engenharia Agrícola*, v.30, n.2, p.346-357, 2010.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: *Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

Avaliação dos métodos de superação de dormência em sementes de *Schizolobium parahybae* (vellozo) blake em dois tipos de substratos

Evaluation of the methods for overcoming dormancy in *Schizolobium parahybae* (vellozo) blake seeds on two types of substrates

Jean Fernando Silva Gil¹; Frederico Ozanam Moraes²; Renato Boreli Silva²; João Paulo Ferreira²; Edjair Augusto Dal bem²; Fábio Monteiro Leite de Souza²

¹ Engenheiro Florestal. Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, Itapeva-SP.

E-mail: jean-florest@hotmail.com

² Docente. Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, Itapeva-SP.

Resumo: A dormência da semente é um mecanismo de sobrevivência da planta que, mediante a determinadas condições climáticas, tem a sua germinação retardada durante um longo período. As espécies que possuem sementes dormentes têm uma produção desuniforme de plântulas, dificultando a produção das mudas em viveiros. O objetivo do trabalho foi avaliar a metodologia mais eficiente para a superação de dormência em sementes de *S. parahybae*, em dois substratos comerciais sob condições de estufa. Os tratamentos de superação da dormência utilizados foram: escarificação química com ácido sulfúrico concentrado 98% por 5 minutos, escarificação mecânica lateral manual com lixa d'água n°80, termoterapia (7 minutos em água fervente), termoterapia (2 minutos em água fervente) e testemunha. Os parâmetros avaliados foram emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) e sobrevivência das plântulas. Os tratamentos de escarificação mecânica (lixando a semente lateralmente) mostraram superioridade nos resultados tanto de emergência IVE quanto na sobrevivência, quando comparados aos demais tratamentos, independentemente do tipo de substrato, no entanto, os resultados foram inferiores aos encontrados na literatura, necessitando de mais estudo referente ao comportamento dessa espécie em diferentes ambientes.

Palavras-chave: Guapuruvu. Germinação. Escarificação. Ambiente.

Abstract: Seed dormancy is a survival mechanism of the plant which, under certain climatic conditions, has its germination delayed over a long period. The species that have dormant seeds have an uneven production of seedlings, making it difficult to produce seedlings in nurseries. The objective of this study was to evaluate the most efficient methodology to overcome dormancy in *S. parahybae* seeds in two commercial substrates under greenhouse conditions. The treatments used to overcome dormancy were: chemical scarification with 98% concentrated sulfuric acid for 5 minutes, manual lateral mechanical scarification with sandpaper No. 80, thermotherapy (7 minutes in boiling water), thermotherapy (2 minutes in boiling water) and control. The parameters evaluated were emergence, rate of emergence (EVI) and seedling survival. The mechanical scarification treatments (sanding the seed laterally) showed superiority in the results of both IVE and survival, when compared to the other treatments,

regardless of the type of substrate, however, the results were lower than those found in the literature, requiring more study on the behavior of this species in different environments.

Keywords: Guapuruvu. Germination. Scarification. Environment.

Introdução

A árvore *Schizolobium parahybae*, conhecida popularmente como Guapuruvu, pertence à família Caesalpiniaceae (Leguminosae Caesalpinoideae). Essa espécie é heliófita, semicaducifófia, predominante da Bahia até o Rio Grande do Sul, possuindo vegetações secundárias, que têm a função de recuperar a vegetação que fica próxima aos rios, lagos e em locais não propícios à inundação. A madeira pode ser utilizada na construção civil e nos processos de fabricação de caixotes em geral, a casca é muito utilizada na medicina popular, pois ela possui propriedades terapêuticas adstringentes (CARVALHO, 2003).

A dormência da semente é um mecanismo de sobrevivência da planta que, mediante a determinadas condições climáticas, tem a sua germinação retardada durante um longo período (POPINIGIS, 1977). As espécies que possuem sementes dormentes têm uma produção desuniforme de plântulas, dificultando a produção das mudas em viveiros (MATTEL, 1999).

Vários métodos são desenvolvidos para a superação de dormência das sementes com o objetivo de expor o verdadeiro potencial das sementes no campo com testes de avaliação e da qualidade fisiológica (VEAZEY; FREITAS; SCHAMMASS, 2000).

A dormência é controlada por um conjunto de relações ambientais e genéticas desconhecidas (GLUBER; JACOBSEN, 2005). Assim, métodos de escarificação mecânica, química e física têm sido muito utilizados nos processos de tratamentos pré-germinativos que impulsionam a germinação das sementes que se encontram dormentes. Em teste de germinação, em condições de laboratório, alguns autores obtiveram resultados significativos, no entanto, não existem dados que comprovem a funcionalidade desses métodos em condições de viveiro.

O Guapuruvu se mostra uma árvore com características promissoras, sendo de grande importância e interesse econômico e sócio-ambiental. Com base nisso, existe a necessidade de se estabelecer um método eficiente para a superação de dormência das sementes dessa espécie, facilitando e reduzindo gastos de tempo, dinheiro e mão de obra nos viveiros, justificando a necessidade deste trabalho.

O objetivo deste trabalho é avaliar os métodos de superação de dormência em sementes de guapuruvu em dois tipos de substratos. Os resultados servirão de subsídios técnicos tanto para viveiristas quanto para futuros trabalhos referentes a essa espécie.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no viveiro experimental da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva - FAIT, localizado no município de Itapeva, na região Sudoeste do Estado do São Paulo.

A estufa possui área de 117 m² com sombrites laterais de 70%, possuindo internamente três bancadas com 90 cm de altura, 1,25 m de largura e 15 m de comprimento. O sistema de irrigação utilizado é por microaspersão.

As árvores matrizes das quais foram coletadas as sementes estavam visualmente saudáveis, sem nenhum dano físico ou sinal de ataque por praga ou doença. A matriz 1 possui 20 metros de altura e diâmetro à altura do peito (DAP) de 50,61 cm, já a matriz 2 possui 18 metros de altura e DAP de 48,38 cm.

Os frutos de *S. parahybae* foram colhidos em árvores localizadas às margens da rodovia SP-258 (23° 55' 46,7" S, 48° 42' 30,8" W com elevação de 689 m), na cidade de Taquarivai-SP, no mês de setembro de 2013. A coleta foi manual (no chão), as sementes estavam com o meso-endocarpo alado, indicando, assim, a recente abertura das valvas espatuladas.

Após a colheita, as sementes foram armazenadas em sacos de papel até o dia da utilização. Realizou-se o beneficiamento, a partir de uma seleção manual, deixando apenas as sementes sem danos mecânicos e visualmente homogêneas.

Os substratos utilizados no experimento foram: substrato 1, registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), SP 80342 10026-1, apresenta na sua composição 100% de fibra de coco; o substrato 2, registro no MAPA, SP-80342 10027-9, apresenta na sua composição 17% Vermiculita; 17% Casca de arroz carbonizada; 33% Casca de pinus; 33% Fibra de coco; Superfosfato simples – 80 g/25 kg de substrato.

Para a superação de dormência das sementes de Guapuruvu, foram utilizados os resultados mais eficazes encontrados na literatura, sendo: (a) Escarificação química com ácido sulfúrico concentrado 98% por 5 minutos; (b) Escarificação mecânica, lixando a semente lateralmente com lixa d'água n°80; (c) Superação de dormência por termoterapia, 7 minutos na água em ebulição, permanecendo na mesma por 48 horas; (d) Superação de dormência por termoterapia, 2 minutos na água em ebulição.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 5x2 (método de superação de dormência x substrato), o primeiro fator consistiu em: Q0: testemunha, em que não foi aplicado método de superação de dormência; Q1: Escarificação com ácido sulfúrico 98% por 5min; Q2: Escarificação lateral com lixa d'água n° 80; Q3: Termoterapia, água quente a 99° C por 7 min, permanecendo na mesma água por 48 horas e Q4: Termoterapia, água quente a 99°C por 2 min. O segundo fator diz respeito à utilização de dois tipos de substratos: S1: 100% fibra de coco e S2: composição 17% Vermiculita; 17% Casca de arroz carbonizada; 33% Casca de pinus; 33% Fibra de coco; Superfosfato simples – 80 g/25 kg de substrato. Foram realizadas três repetições com 20 sementes por repetição, constituindo 60 sementes por tratamento.

A semeadura e a distribuição dos tratamentos na estufa foram realizadas no dia 22/03/2014, sendo conduzidas durante 40 dias. Foram utilizados tubetes de 180 cm³, as sementes ficaram a 2 cm de profundidade em posição natural de queda.

A irrigação foi realizada diariamente, de acordo com as necessidades apresentadas, e durante esse período não foi realizado nenhum tipo de adubação.

Os parâmetros avaliados foram o percentual de emergência (E), o índice de velocidade de emergência (IVE) e o percentual de sobrevivência (S).

Foi utilizado o critério de germinação agrônômica, considerada como emergida a semente na qual o hipocótilo aparecia na superfície do substrato.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado utilizando a seguinte fórmula: $IVE = E1+E2+...+En / N1+N2+...Nn$, na qual E1, E2... En é igual ao número de sementes emergidas no primeiro, segundo até o último dia do experimento, e N1, N2 ...Nn corresponde ao número de dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em números de sementes emergidas por dia (MAGUIRE, 1962, *apud* LOPES; PEREIRA, 2005).

Para fins de controle, durante o experimento, foram coletados dados de temperatura e umidade de cada substrato e luminosidade da estufa. Para a temperatura e umidade, foi utilizado um termohigrômetro digital. Os dados de luminosidade foram obtidos com o auxílio de um luxímetro digital. A média de luminosidade da estufa durante o experimento foi de 34100lux. Para o substrato 1, a média da temperatura foi de 24,83°C e 62,16% de umidade. Para o substrato 2, a média de temperatura foi de 24,57°C e 61,79% de umidade.

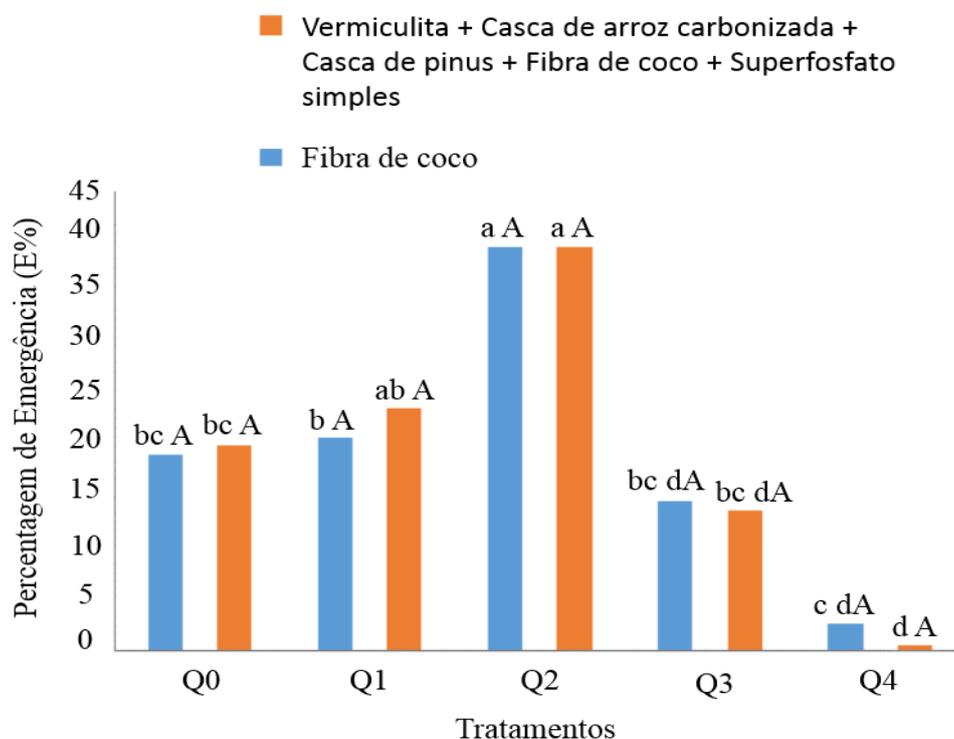
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

De uma maneira geral, a percentagem de emergência e de sobrevivência das sementes de Guapuruvu foi baixa para todos os tratamentos utilizados neste trabalho.

Os resultados obtidos mostraram que os substratos não diferiram estatisticamente entre si, portanto não influenciaram nos resultados para emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e sobrevivência (S). Entretanto, os métodos de superação da dormência apresentaram diferenças significativas entre os mesmos, afetando a E, IVE e a S (Figuras 1, 2 e 3).

Figura 1. Percentagem média de emergência (E). Onde, Q0: testemunha; Q1: ácido sulfúrico 98% por 5 min; Q2: escarificação lateral com lixa d'água n° 80; Q3: água quente por 7 min, permanecendo na mesma água por 48 horas e Q4: água quente por 2 min.



Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula para os substratos e minúscula para os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Os tratamentos S1Q2 (39,66%), S2Q2 (39,66%) e S1Q1 (23,83%), constituídos pelo método de escarificação lateral para a superação de dormência, foram os que apresentaram maiores médias de emergência (E), porém não diferiram estatisticamente entre si, mas apresentaram diferenças significativas quando comparados com os demais tratamentos. Os tratamentos S1Q1(21%), S2Q1(23,83%) superação de dormência com ácido sulfúrico 98% por 5 min, S1Q0(19,33%), S2Q0(20,16%) sementes sem superar dormência, S1Q3(14,66%) e S2Q3(13,83%) termoterapia (água quente a 99°C) por 7 min, permanecendo na mesma água por 48 horas, foram superiores quando comparados com os tratamentos S1Q4(2,66%) e S2Q4(0,6%), constituídos por termoterapia (água quente a 99°C) por 2 min, apresentando diferença significativa na emergência de sementes de Guapuruvu (E) (Figura1).

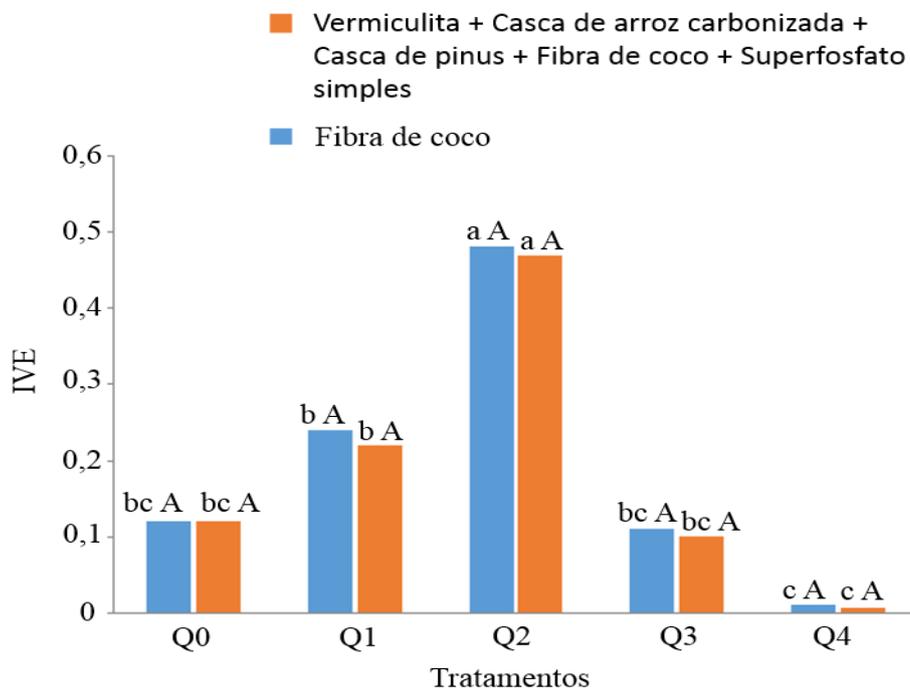
Os resultados obtidos nesse experimento foram diferentes dos encontrados por Azeredo *et al.* (2003) que obtiveram 95% de emergência com a escarificação lateral com lixa d'água n°80, seguida ou não da embebição em água.

Nas superações de dormência por termoterapia, os resultados foram contrários dos encontrados por Tallon e Lopes (2007), que obtiveram 83% de germinação colocando as sementes em água a 99°C por 2 minutos, e Bianchetti e Ramos (1981), que obtiveram 84,1 a 88,3% de germinação colocando as sementes imersas em água quente por um período de 4 a 10 minutos, deixando-as na mesma água por 48 horas com

posterior semeadura. Guerra *et al.* (1982) obtiveram 0% de germinação com o tratamento de termoterapia, deixando as sementes em água em ebulição por 3 min e posterior repouso no mesmo recipiente por 12 h. Mendonça e Penha (2016) obtiveram 44,33% de germinação deixando as sementes por 2 min em água fervente, os mesmos autores observaram que, utilizando o tempo de 1 min em água fervente, apesar de se obter uma maior percentagem de germinação (50,56%), aumenta a ocorrência de plântulas mortas (13,67%).

A análise do índice de velocidade de emergência (IVE) demonstrou que tratamentos S1Q2(0,48) e S2Q2(0,47), método de escarificação lateral, obtiveram maior IVE quando comparados aos demais tratamentos, apresentando diferença significativa. Os tratamentos S1Q1(0,24), S2Q1(0,22), ácido sulfúrico 98% por 5 min, não diferiram no IVE quando comparados com os tratamentos S1Q0(0,12) e S2Q0(0,12) sementes sem superar dormência, S1Q3(0,11) e S2Q3(0,1) termoterapia (água quente a 99°C) por 7 min permanecendo na mesma água por 48 horas. Contudo, o S1Q1 e o S2Q1 obtiveram médias superiores quando comparados com os tratamentos S1Q4(0,01) e S2Q4(0,006) termoterapia (água quente a 99°C) por 2 min, apresentando diferença estatística. Os tratamentos S1Q0, S2Q0, S1Q3, S2Q3, S1Q4 e S2Q4 não diferem estatisticamente entre si (Figura 2).

Figura 2. Índice de velocidade de emergência. Q0: testemunha; Q1: ácido sulfúrico 98% por 5 min; Q2: escarificação lateral com lixa d'água n° 80; Q3: água quente por 7 min, permanecendo na mesma água por 48 horas e Q4: água quente por 2 min.



Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula para o substrato e minúscula para o tratamento não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

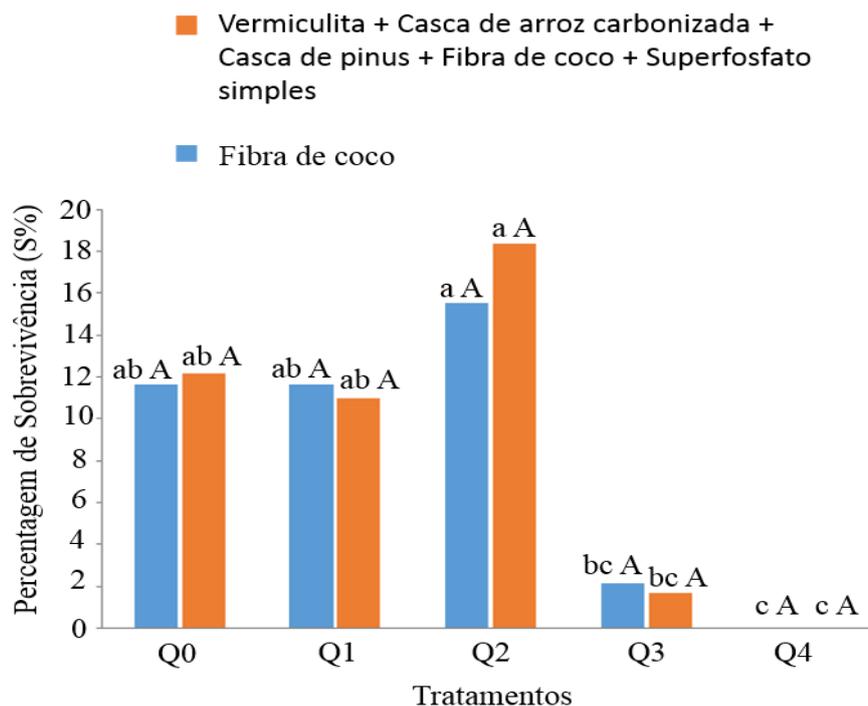
Matheus e Lopes (2007), realizando teste de termoterapia em sementes de *S. parahybae*, obtiveram Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de 1,66 deixando as

sementes imersas em água em ebulição por 2 min. Já Coelho *et al.* (2006), obtiveram IVG de 2,30 em substrato de areia e mistura de esterco bovino e terra vegetal.

Borges *et al.* (2007), comparando germinação e emergência de *Luehea divaricata* (açoita cavalo miúdo), observaram que a maior diferença entre os dados foi com relação ao tempo, que praticamente triplicou na emergência.

Na análise de sobrevivência (S), pode-se observar que os tratamentos S1Q2(15,5%) e S2Q2(18,33%), método de escarificação lateral, S1Q1(11,66%) e S2Q1(11%), ácido sulfúrico 98% por 5 min, S1Q0(11,66%) e S2Q0(12,16%), sementes sem superar dormência, não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, estes foram superiores quando comparados aos tratamentos S1Q3(2,16%) e S2Q3 (1,66%), termoterapia (água quente a 99°C) por 7 min permanecendo na mesma água por 48 horas, e S1Q4 (0%) e S2Q4 (0%), termoterapia (água quente a 99°C) por 2 min, apresentando diferença significativa (Figura 3).

Figura 3. Percentagem média de sobrevivência. Q0: testemunha; Q1: ácido sulfúrico 98% por 5 min; Q2: escarificação lateral com lixa d'água n° 80; Q3: água quente por 7 min, permanecendo na mesma água por 48 horas e Q4: água quente por 2 min.



Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula para os substratos e minúscula para os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Os tratamentos S1Q0, S2Q0, S1Q1, S2Q1, S1Q3 e S2Q3 não diferiram entre si estatisticamente, mas foram superiores quando comparados aos tratamentos S1Q4 e S2Q4, apresentando diferença significativa, exceto os tratamentos S1Q3 e S2Q3, que não diferiram estatisticamente dos tratamentos S1Q4 e S2Q4 (Figura 3).

Pode-se observar que, mesmo após a emergência, muitas plântulas tiveram dificuldade em romper o tegumento e liberar os restos seminais, ocasionando a morte ou a deformidade.

Os resultados divergentes deste trabalho, quando comparados com os respectivos autores já citados, podem estar associados a um conjunto de fatores, como a variação da capacidade germinativa entre indivíduos da mesma espécie mais distantes geograficamente, devido a variações genéticas ambientais. Tal fato foi observado em outras plantas, como o *Amaranthus sp.* Hester e Mendelssohn (1987); Maluf e Martins (1991), *Senna multijuga* Maluf (1992, 1993) e *Eupatorium vauthierianum* Maluf e Wizenier (1998).

Contudo, a disparidade dos resultados com os dados dos trabalhos de Azeredo *et al.* (2003); Matheus e Lopes (2007); Bianchetti e Ramos (1981) pode estar relacionada com o tipo de substrato utilizado e o ambiente experimental, no qual os mesmos utilizaram areia esterilizada e autoclavada, mantendo uma temperatura ambiente constante de 30°C durante os experimentos.

Conclusões

Dentro das condições em que este trabalho foi realizado, conclui-se que os tratamentos de escarificação mecânica, lixando a semente lateralmente, mostraram superioridade nos resultados de emergência (E=39,66%), de índice de velocidade de emergência (IVE=0,48 plântulas por dia) e de sobrevivência (S=18,33%) das sementes de guapuruvu.

Os substratos não influenciaram o percentual de emergência (E), o índice de velocidade de emergência (IVE) e o percentual de sobrevivência (S) das sementes de guapuruvu.

Referências

AZEREDO, G. A. D.; BRUNO, R. D. L. A.; ANDRADE, L. A. D.; CUNHA, A. O. Germinação em sementes de espécies florestais da Mata Atlântica (leguminosae) sob condições de casa de vegetação. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.33, n.1, p.11-16, 2003.

BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Quebra de dormência de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert. Resultados preliminares. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, v.3, p.87-95, 1981.

BORGES, K. C. F.; SANTANA, D. G.; RANAL, M.; DORNELES, M. C.; CARVALHO, M. P. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata*. *Revista Brasileira Biociências*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1008-1010, 2007.

CARVALHO, P. E. R. *Espécies arbóreas brasileiras*: recomendações silviculturais de espécies florestais. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 2003. v.1, 1039p.

COELHO, R. P.; SILVA, M. T. C.; BRUNO, R. L. A.; SANTANA, J. A. S. Influência de substratos na formação de mudas de Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake). *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.37, n.2, p.149-152, 2006.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

GLUBER, F. C. A. A.; JACOBSEN, J. V. Liberação de dormência, ABA e pré-colheita brotação. *Current Opinion in Biologia Vegetal*, v.8, p. 183-187, 2005.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O.; REIS, A.; PEDROTTI, E. L. Comportamento de mudas de *Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake, em viveiro, submetidas a diferentes métodos de quebra de dormência e sistemas de semeadura. *INSULA Revista de Botânica*, v. 12, p. 39, 1982.

HESTER, M. W.; MENDELSSOHN, I. A. Seed production and germination response of four Louisiana populations of *Uniola paniculata* (Gramineae). *American Journal of Botany*, v. 74, n. 7, p. 1093-1101, 1987.

LOPES, J. C.; PEREIRA, M. D. Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 2, p.146-150, 2005.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Termoterapia em sementes de Guapuruvú (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 330-332, jul. 2007. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/download/303/265>. Acesso em: 20 jul. 2015.

MALUF, A. M.; WIZENTIER, Betina. Aspectos fenológicos e germinação de sementes de quatro populações de *Eupatorium vauthierianum* DC. (Asteraceae). *Brazilian Journal of Botany*, v. 21, n. 3, 1998.

_____. Estudo da herdabilidade da capacidade germinativa e da dormência de sementes de *Senna multijuga*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 28, n. 12, p. 1417-1423, 1993.

_____. Variação populacional na germinação e dormência de sementes de *Senna multijuga*. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. 1992. p. 728-732.

_____.; MARTINS, P. S. Germinação de sementes de *Amaranthus hybridus* L. e *A. viridis* L. *Revista brasileira de Biologia*, v. 5, n. 2, p. 417-425, 1991.

MATTEI, V. L. Efeito de tratamento em sementes dormentes de *Acácia trinervis* (*Acácia longifolia* Willd), sobre a germinação em laboratório, emergência e desenvolvimento inicial em viveiro. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 5, n. 3, p. 185-189, 1999.

MENDONÇA, V. Z.; PENHA, A. S.; Influência do período de armazenamento e quebra de dormência em sementes de guapuruvu. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, João Pessoa, v.10, p. 15 – 20, 2016.

POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: Agiplan, 189 p, 1977.

TALLON, M. M.; LOPES, J. C. Termoterapia em Sementes de Guapuruvu (*Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake). *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. S2, p. 330-332, 2007.

VEAZEY, E. A.; FREITAS, J. C. T.; SCHAMMASS, E. A. Variabilidade da dormência de sementes entre e dentro de espécies de *Sesbania*. *Scientia Agricola*, v. 57, n. 2, p. 299-304, 2000.

Bioestimulantes no crescimento e no desenvolvimento da cultura de soja

Biostimulants in the growth and development of soybean crop

*Maria Tereza Barbosa da Silva*¹; *Karla Vilaça Martins*²

¹ Graduanda do curso de Agronomia (UNIPAM).

E-mail: mariatbs@unipam.edu.br

² Profa. D.Sc. em Ciências; Docente do curso de Agronomia (UNIPAM).

Resumo: A aplicação de bioestimulantes, principalmente à base de algas marinhas, apresenta-se como uma alternativa para maximizar a produção de soja, que se encontra em expansão nos últimos anos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de extrato de algas e de reguladores vegetais no sulco de semeadura e verificar o crescimento e o desenvolvimento do sistema radicular da cultura de soja. No experimento, utilizou-se a espécie de soja *Glycine max* (L.) Merrill cultivar RK8115 IPRO. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: T₁: Controle, T₂: Extrato de Algas (Acadian), T₃: Extrato de Algas (Biosoja), T₄: Ácido 4-indol-3-ilbutírico (AIB), T₅: AIB + Cinetina + GA₃. Avaliou-se a massa de matéria seca de folha e raiz aos 21 dias após a semeadura. Com base nos resultados apresentados, conclui-se que o extrato à base da alga *Ascophyllum nodosum* (Biosoja) proporcionou maior crescimento e desenvolvimento do sistema radicular da cultura de soja.

Palavras-chave: Extrato de algas. Hormônio. Produtividade.

Abstract: The use of biostimulants, mainly based on, presents itself as an alternative to maximize soybean production, which has been expanding in recent years. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of the application of algae extract and plant regulators in the sowing furrow and verify the growth and development of the root system of the soybean crop. In the experiment, the soybean species *Glycine max* (L.) Merrill cultivar RK8115 IPRO was used. The experimental design was in randomized blocks, with five treatments and five replications. The treatments were T₁: Control, T₂: Seaweed (Acadian), T₃: Seaweed (Biosoja), T₄: 4-Indol-3-ylbutyric Acid (AIB), T₅: AIB + Kinetin + GA₃. The leaf and root dry matter mass was evaluated at 21 days after sowing. Based on the results presented, it was concluded that the seaweed *Ascophyllum nodosum* (Biosoja) provided greater growth and development of the soybean root system.

Keywords: Seaweed. Hormone. Productivity.

Introdução

No cenário atual da agricultura brasileira, a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das culturas de maior importância econômica. A expectativa para a safra 2017/18 CONAB indica uma continuada tendência de crescimento da área plantada, atingindo

o percentual de 3,3% em relação à safra passada, totalizando 35.022,8 mil hectares, com uma expectativa de produção em torno de 111.558,6 mil toneladas (CONAB, 2018).

A expansão da cultura da soja no país vem se consolidando graças aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. A mecanização e a criação de cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, ao manejo de adubação e calagem, manejo de pragas e doenças, além da identificação e solução para o melhor desenvolvimento do ciclo da planta (VENCATO, 2010).

Com o objetivo de aumentar a produtividade, estão sendo criadas estratégias que visam um melhor desenvolvimento por meio de uso de produtos como biorreguladores e bioestimulantes que favorecem a expressão do potencial genético das plantas mediante alterações nos processos vitais e estruturais, promovem o equilíbrio hormonal e estimulam o desenvolvimento do sistema radicular (VIEIRA; CASTRO, 2003). Muitos desses produtos aumentam a absorção de água e de nutrientes pelas plantas, bem como sua resistência aos estresses hídricos e aos efeitos residuais de herbicidas no solo, fazendo com que seu uso na agricultura seja crescente (VASCONCELOS, 2007).

Os bioestimulantes são definidos, por muitos autores, como substâncias naturais ou sintéticas, oriundos da mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais ou destes com outras substâncias, que podem ser aplicados diretamente nas plantas ou em tratamento de sementes (KLAHOLD *et al.*, 2006). Os bioestimulantes podem promover o melhor desenvolvimento das plântulas e vêm sendo utilizados em diferentes espécies de valor econômico, são compostos por diferentes substâncias como aminoácidos, substâncias húmicas e algas marinhas (VIEIRA; CASTRO, 2003).

Entre as algas marinhas, a *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, pertencente à ordem Fucales e à família Fuaceae, se destaca por ser uma fonte natural de macro e micronutrientes, aminoácidos, citocininas, auxinas e ácido abscísico, substâncias que afetam o metabolismo celular das plantas e conduzem ao aumento do crescimento (TEIXEIRA, 2014).

Devido à variabilidade dos benefícios proporcionados aos cultivos, o uso de extrato da alga em conjunto com nutrientes tem aumentado gradativamente pelos produtores rurais, aumentando a necessidade de pesquisas dessa nova tecnologia com dados sobre sua eficiência (FLOSS; FLOSS, 2007).

Dessa forma, o presente estudo possui como objetivo avaliar o efeito da aplicação de extrato de algas e de reguladores vegetais no sulco de semeadura e verificar o crescimento e o desenvolvimento do sistema radicular da cultura de soja.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada nas dependências do Centro Universitário de Patos de Minas, Unipam, em Patos de Minas, Minas Gerais. A casa de vegetação apresenta uma área de 18 m², sendo 6 m de comprimento, 3 m de largura e 3 m de altura, com cobertura de polietileno de baixa densidade.

Utilizou-se a espécie de soja *Glycine max* (L.) Merrill cultivar RK8115 IPRO. A semeadura foi realizada no dia 28 de novembro de 2017, em recipiente plástico com capacidade de 5 litros contendo solo de textura argilosa. Em cada vaso, foram distribuídas duas sementes de soja simulando a população de 200.000 plantas por hectare.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições (Tabela 1). Os tratamentos foram T₁: Controle, T₂: Extrato de Algas (Acadian), T₃: Extrato de Algas (Biosoja), T₄: Ácido 4-indol-3-ilbutírico (AIB), T₅: AIB + Cinetina + GA₃. Os tratamentos foram aplicados na semeadura, simulando a aplicação feita em sulco em condições de campo, utilizando-se pipetas graduadas.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos, doses e época de aplicação. Unipam, Patos de Minas, MG.

	Tratamento	Dose	Época de aplicação
T ₁	Controle	-	-
T ₂	Extrato de algas (Acadian)	500	Semeadura
T ₃	Extrato de algas (Biosoja)	250	Semeadura
T ₄	AIB	500	Semeadura
T ₅	AIB + Cinetina + GA ₃ *	500	Semeadura

*Produto comercial composto de 0,5 g L⁻¹ ácido 4-indol-3-ilbutírico, 0,9 g L⁻¹ de cinetina e 0,5 g L⁻¹ de ácido giberélico, comercialmente denominado Stimulate.

O controle de plantas daninhas foi realizado de forma manual. Não houve incidência de pragas e doenças, sendo desnecessário realizar o controle com produtos químicos. A irrigação foi ministrada diariamente no período da manhã, com maior frequência nos primeiros dias após a semeadura. Durante o ciclo da cultura, os estágios fenológicos serão caracterizados conforme escala fenológica desenvolvida por Fehr e Caviness (1977).

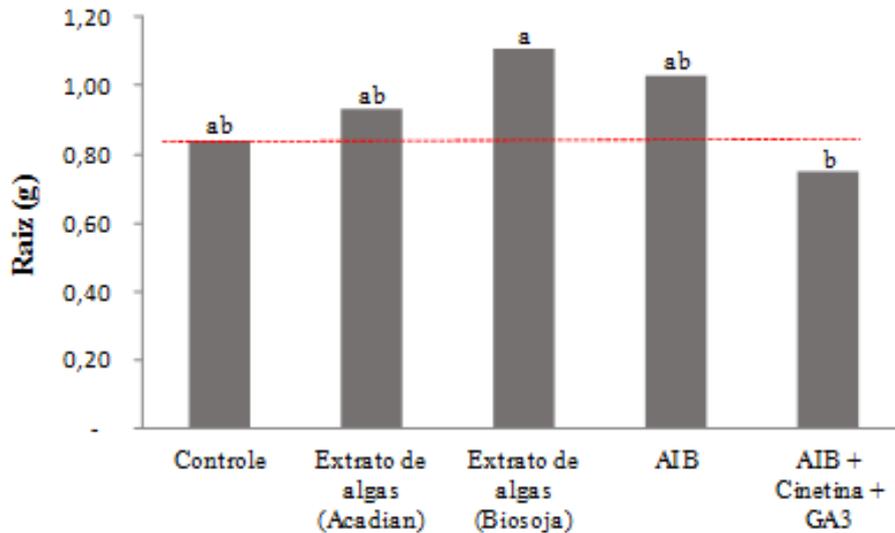
Avaliou-se a massa de matéria seca de folha e raiz aos 21 dias após a semeadura. As raízes foram lavadas com água corrente, com o auxílio de uma peneira até retirar o máximo de terra possível, evitando ao máximo a perda de raízes, sendo colocadas para secar em ambiente por 30 minutos.

Posteriormente, cada órgão da planta foi acondicionado, separadamente, em sacos de papel, e a secagem das diferentes partes da planta foi realizada através do método padrão de secagem em estufa com circulação de ar forçada e com temperatura de 65°C, até peso constante. Procedeu-se, então, a massa de matéria seca em balança de precisão. Os resultados obtidos serão submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Para a cultura da soja nas condições em que foi conduzido esse experimento, se observa resposta significativa à aplicação no sulco de semeadura do extrato de algas marinhas (Biosoja) no peso da massa de matéria seca de raiz (Figura 1).

Figura 1. Massa de matéria seca de raiz da cultura de soja cultivar RK8115 IPRO após a aplicação de bioestimulantes



Médias seguidas de mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os extratos de algas apresentam um efeito estimulador do crescimento radicular, o maior crescimento do sistema radicular é importante, pois contribui para uma maior absorção de água e de nutrientes pela planta (CECATO; MOREIRA, 2013).

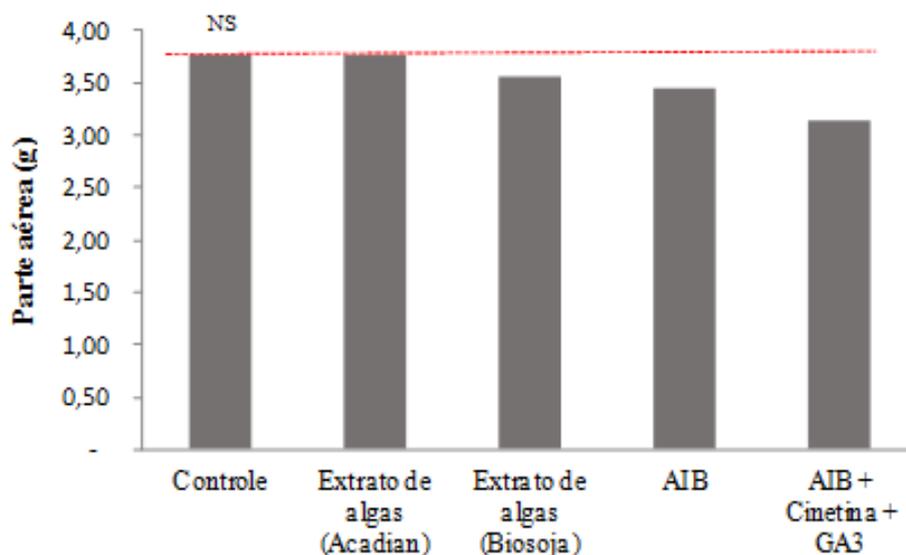
Entre as algas marinhas, a *Ascophyllum nodosum* se destaca por ser uma fonte natural de macro e micronutrientes, aminoácidos, citocinina, auxinas e ácido abscísico, substâncias que afetam o metabolismo celular e conduzem ao aumento do crescimento, mas que são influenciadas pela espécie, pelo estágio de desenvolvimento, pela concentração do extrato e por fatores ambientais, ressaltando-se a importância em considerar todos esses fatores ao se aplicar esse produto (TEIXEIRA, 2014).

Além disso, os bioestimulantes à base de extrato de algas possuem componentes capazes de intensificar as atividades fisiológicas das plantas, resultando em redução da senescência foliar, maior tolerância aos estresses e maior defesa em resposta à incidência de patógenos responsáveis por ocasionar doenças em plantas (MÓGOR *et al.*, 2008).

Não foram observadas diferenças estatísticas para massa de matéria seca da parte aérea (Figura 2). Tais resultados assemelham-se ao observado por Moreira, Haber e Tonin (2001) que, ao estudarem os efeitos de extratos de algas e de musgo na cultura do trigo, não obtiveram resultado significativo. Em um estudo realizado na cultura da

batata doce, Neumann *et al.* (2017) observaram que as estruturas superiores da cultura não obtiveram resposta ao extrato de alga aplicado.

Figura 2. Massa de matéria seca de parte aérea da cultura de soja cultivar RK8115 IPRO após a aplicação de bioestimulantes



NS - Não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusão

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que o extrato à base da alga *Ascophyllum nodosum* (Biosoja) proporcionou maior crescimento e desenvolvimento do sistema radicular da cultura de soja.

Referências

CECATO A.; MOREIRA, G. C. Aplicação de extrato de algas em alface. Cultivando o Saber, *Cascavel*, v.6, n.2, p.89-96, 2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento de safra brasileira: grãos*. Brasília, 2018. 106 p. (5º levantamento).

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1977. 11 p. (Special Report, 80).

FLOSS, E.L.; FLOSS, L.G. Fertilizantes organominerais de última geração: funções fisiológicas e uso na agricultura. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, v.100, p. 23- 25 2007.

KLAHOLD, C.A.; GUIMARÃES, V.F.; ECHER, M.M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R.L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.

MÓGOR, A. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; MÓGOR, G. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.9, n.4, p.431-437, 2008.

MOREIRA, C.G.; HABER, L.L.; TONIN, B.F. *Diferentes épocas de aplicação da alga marinha Ascophyllum nodosum no desenvolvimento da alfaca*. Unesp, FCA, Departamento de Produção vegetal- setor Horticultura, Botucatu- São Paulo.2001.

NEUMANN, ER; RESENDE, JTV; CAMARGO, LKP; CHAGAS, RR; LIMA FILHO, RB. 2017. Produção de mudas de batata doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.35, n.4, p. 490-498, 2017.

TEIXEIRA, N. T. Adubos com algas estimulam enraizamento do milho. *Revista Campo & Negócio*, Uberlândia, edição de novembro, 2014. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/adubos-com-algas-estimulam-enraizamentodo-milho/>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

VASCONCELOS, A.C.F. de. *Uso de bioestimulantes na cultura de milho e soja*. 2006. 112 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

VENCATO, A. Z. *Anuário Brasileiro da Soja*. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2010. 144 p.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. *Feijão irrigado: tecnologia e produtividade*. Piracicaba: Departamento de Produção Vegetal/ESALQ, 2003. p. 73-100.

Corretivos aplicados em superfície e incorporados em latossolo vermelho argiloso

Corrective applied on surface and incorporated in clay red latosol

*Pedro Rocha Santos¹; Mateus Gonçalves de Borba¹; Miguel Martins Neto¹;
Paulo Henrique Soares¹; Mauricio Antônio de Oliveira Coelho²;
Carlos Henrique Eiterer de Souza²*

¹ Graduandos em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
E-mail: pedro_rocha_santos@hotmail.com

² Doutores Engenheiros Agrônomos e Professores no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

Resumo: A agricultura, em geral, é limitada pela acidez do solo, devido, principalmente, à toxidez por Al e Mn e à baixa saturação de bases. Nos solos brasileiros, o pH é, em geral, abaixo de 5,0, em vista que este tem influência direta na disponibilidade de nutrientes, o manejo da acidez e a elevação do pH são práticas de suma importância. Visando esse benefício, a calagem se torna indispensável como principal prática de correção do solo. Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de corretivos em um latossolo vermelho argiloso, com dois modos de aplicação: superficial e com incorporação a 0-20 cm. O experimento foi conduzido em estufa, localizada no Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas-MG. O delineamento foi em DBC, seguindo fatorial 2x4 com três repetições, dois modos de aplicação (superficial e incorporado a 0-20 cm), quatro fontes corretivas. As unidades experimentais foram tubos de PVC 100 mm, com 10 cm de comprimento, simulando os perfis de solo 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. A necessidade de calagem foi calculada pelo método de neutralização de Al e fornecimento de Ca e Mg, considerando área de 0,00785 m². Quando aplicados superficialmente, a camada de 0-10 apresentou maior ação dos corretivos, enquanto, quando aplicados incorporados, ocorreu uma melhor distribuição dessa ação, principalmente nos perfis de 0-10 e 10-20 cm, e em menor intensidade no de 20-30 cm. As fontes silicato Agrosilício e calcário mostraram melhores resultados. A fonte silicato Agrosilício mostrou maior profundidade de ação, possivelmente devido a sua maior solubilidade.

Palavras-chave: Calagem. Silicato. Solubilidade. Acidez do solo.

Abstract: Agriculture, in general, is limited by soil acidity, mainly due to Al and Mn toxicity, and low base saturation. In Brazilian soils, the pH is generally below 5.0, since it has a direct influence on the availability of nutrients, the handling of acidity and elevation of pH are very important practices. Aiming at this benefit, liming becomes indispensable as the main practice of soil correction. Thus, the objective of the present work was to evaluate the efficiency of correctives in a red clay latosol, with two modes of application: superficial and with incorporation at 0-20 cm. The experiment was conducted in a greenhouse, located in Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas-MG. The design was in DBC, following a 2x4 factorial with three replicates, two modes of application (superficial and incorporated to 0-20 cm), four corrective sources. The experimental units were 100 mm PVC tubes, 10 cm long, simulating the soil profiles 0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm. The need for liming was calculated

by the method of neutralization of Al and supply of Ca and Mg, considering area of 0.00785 m². When applied superficially, the 0-10 cm layer showed a higher action of the correctives, whereas, when applied incorporated, a better distribution of this action occurred, mainly in the 0-10 and 10-20 cm profiles, and in a lower intensity in the 20-30 cm profile. Agrosilicon and limestone sources showed better results. The Agrosilicon silicate source showed a greater depth of action, possibly due to its greater solubility.

Keywords: Liming. Silicate. Solubility. Soil Acidity.

Introdução

A agricultura, em geral, é limitada pela acidez do solo devido, principalmente, à toxidez por Al e Mn e à baixa saturação de bases. Em solos ácidos, o sistema radicular não se desenvolve bem, tendo como principal efeito o não engrossamento e a não produção de ramificações, comprometendo, assim, a absorção de nutrientes e de água do solo pela planta (PAVAN; BINGHAM; PRATT, 1982).

De acordo com Meurer (2007), os solos brasileiros, sendo solos de regiões tropicais e subtropicais, apresentam alto teor de Fe e Al associado a seus minerais de argila, além do pH, em geral, abaixo de 5,0, fato que torna o manejo da acidez e elevação do pH práticas de suma importância. O pH tem influência direta na disponibilidade de nutrientes, sendo sua elevação responsável pelo aumento da disponibilidade e, conseqüentemente, da absorção de Mg, Ca, K, P, N, S, B e Mo (GOODROAD; JELLUM, 1988). Em solos do cerrado que são naturalmente ácidos e pobres em nutrientes, a correção do solo tornou-se atividade frequente com resultados altamente produtivos.

Existem diversos corretivos de solo, o mais comum e utilizado é o calcário, outros alternativos são cal virgem, os calcários calcinados, os carbonatos de cálcio, calcário zincal, calcário de xisto e os silicatos de cálcio e magnésio. Estes se diferenciam entre si devido ao poder relativo de neutralização total (PRNT), da solubilidade em água, granulometria e teor fornecido de nutrientes, CaO, MgO, SiO e micronutrientes (ALCARDE, 2005).

Os corretivos alternativos mencionados, com enfoque no calcário zincal, no calcário de xisto e nos silicatos, se tornam cada dia mais interessantes pelo fornecimento de micronutrientes essenciais e benéficos como Si e Se, maior solubilidade e também por possuírem benefícios ao meio ambiente, como o fato de os silicatos não liberarem dióxido de carbono em sua reação com a solução do solo, pois estes são subprodutos de outros ramos industriais, sendo, respectivamente, da extração de zinco, da produção de petróleo e da fabricação de aço em siderúrgicas. Por terem essa procedência, sua utilização se mostra sustentável em vista que estes resíduos, se não reaproveitados, se tornariam lixo (ANDERSON, 1991; FERREIRA *et al.*, 2010; KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2004; SILVEIRA *et al.*, 2010).

Com o aumento da utilização do sistema plantio direto, surgiu o gargalo da correção do solo em profundidade, já que nesse sistema não é utilizado o revolvimento do solo, impossibilitando a incorporação de calcários. Segundo Pöttker e Ben (1998), o calcário, quando aplicado em superfície, possui atuação principalmente na camada de

0-5 cm e, de forma menos intensa, na camada de 5-10 cm. Isso ocorre devido a sua baixa solubilidade em água, fontes como o silicato podem possuir maior atividade em subsuperfície devido à maior solubilidade. O alcance da correção nas camadas subsuperficiais nesse processo é mais lento, dependendo da adubação utilizada, das características do solo, das condições climáticas, das culturas utilizadas na área, da dose e do tempo (TANG *et al.*, 2003).

Desse modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência de diferentes corretivos em um latossolo vermelho argiloso, com dois modos de aplicação: superficial e com incorporação a 0-20 cm.

Material e Métodos

Montagem do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada no Campus I do Centro Universitário de Patos de Minas, situada na região do Alto Paranaíba, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 18°34' Sul, Longitude 46°31'6" Oeste e altitude de 842 m. O clima da região foi caracterizado como tropical, com estação seca, de acordo com Köppen e Geiger (1928).

O solo utilizado no experimento foi coletado em profundidade de 0-20 cm na Escola Estadual Agrotécnica Afonso Queiroz, localizada no Campus II do Centro Universitário de Patos de Minas (Latitude 18°60' sul e Longitude 46°48' oeste, aproximadamente 889 m metros de altitude), no município de Patos de Minas, MG. A área possui Latossolo Vermelho, textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Posteriormente, foi realizada a análise química seguindo metodologia descrita pela Embrapa (2009), no Laboratório de Análise do Solo, no Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, MG, com os seguintes resultados (Tabela 1):

Tabela 1. Resultados das análises química do solo. Patos de Minas, MG, 2017.

Profundidade	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
cm	-	----- cmol.c.dm ⁻³ -----		
0-20	4,55	2,2	1,9	0,6

Extratores: pH em água, teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos por KCl 1 mol L⁻¹

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC), sendo quatro tratamentos, com três repetições e dois modos de aplicação, sendo incorporado de 0-20 e aplicação superficial, de acordo com a Tabela 2, totalizando 24 unidades experimentais.

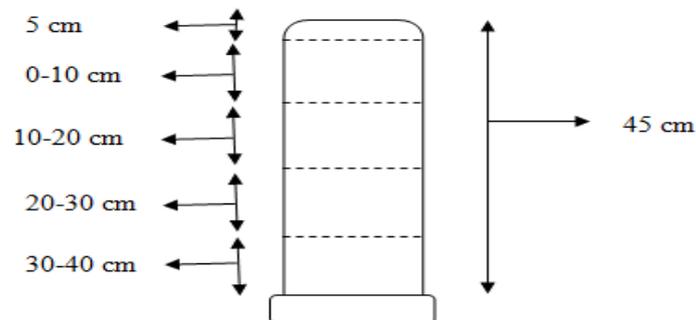
Tabela 2. Tratamentos que foram utilizados referentes ao ensaio intitulado *Corretivos aplicados em superfície e incorporados em latossolo vermelho argiloso*. Patos de Minas, UNIPAM, MG, 2017.

Tratamento	Fonte	Teor de CaO (%)	Teor de MgO (%)	Teor de SiO ₂ (%)	PRNT (%)
F1	W	36,4	9,44	30,43	
F2	AA	30	10,14	31,43	
F3	AO	33,12	11,16	33,43	
F4	C	34,9	9,9		90

Wollostonita (W); Agrossica® (AA); Agrosilício® (AA); Calcário convencional (C).

Foram utilizados tubos de PVC 100 mm de 45 cm de comprimento com tampões no fundo, simulando o perfil do solo com quatro profundidades (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm), assim como o ilustrado na Figura 1. Os tubos foram cheios até a altura de 40 cm, os outros 5 cm foram mantidos vazios de forma a fornecer espaço para a aplicação do corretivo, no modo superficial, e irrigação (Figura 2). Os tubos do modo de aplicação com incorporação dos corretivos foram cheios, primeiramente, somente até a altura de 20 cm, o restante do solo referente aos outros 20 cm foi colocado em um balde em que este foi misturado ao respectivo corretivo.

Figura 1. Desenho esquemático da montagem das câmaras de coleta. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2017.



Fonte: Elaboração própria

Figura 2. Distribuição de canos e corretivos. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2017.



Fonte: Arquivo pessoal

A área superficial do tubo considerada foi de 0,00785 m², valor calculado por meio da fórmula de área do círculo ($A=\pi*r^2$). A dose aplicada por unidade experimental foi em função da área encontrada acima e da caracterização química, seguindo o método da neutralização da acidez trocável e da elevação dos teores de Ca e de Mg trocáveis, proposto pela CFSEMG (1999), de acordo com a fórmula a seguir:

$$NC= Y[Al-(mt/100)]+[X-(Ca+Mg)]$$

sendo:

NC – necessidade de calagem/silicatagem (em t ha⁻¹)

Y – dependente da textura do solo;

Al – acidez trocável, cmol_c.dm⁻³;

mt – máxima saturação por Al³⁺ tolerada pela cultura, %, neste caso será considerada 5%;

t – CTCt efetiva, cmol_c.dm⁻³;

X – Exigência da cultura em Ca e Mg, neste caso será considerada 3,0.

$$QC = 1,8 \times (SC/100) \times (P/20) \times (100/90)$$

Sendo:

NC - Necessidade de calagem/silicatagem (em t ha⁻¹);

SC – Porcentagem da aérea em que será aplicado o corretivo;

P – Profundidade em que será incorporada o corretivo;

PRNT – poder relativo de neutralização total, em %.

QC= 2 t .ha⁻¹.

As unidades experimentais foram mantidas em incubação durante dois meses, esperando a reação dos corretivos do solo, estas ainda foram mantidas na capacidade de campo através da irrigação duas vezes por semana, a lâmina de irrigação calculada por meio do método de Papadakis (1941), sendo o valor encontrado de 30 mm.

Avaliações

Após o término do período de incubação, as amostras foram coletadas com o auxílio de um podão (Figura 3) nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm e levadas ao Centro de Análise de Fertilidade do Solo, no Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, MG, onde foram secas em estufa, para posterior caracterização química, sendo analisados pH em água com pHmetro, Al, Ca e Mg com extração por KCl 1 mol.L⁻¹; seguindo metodologia proposta pela Embrapa (2009).

Figura 3. Coleta de perfis com auxílio de podão. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2018



Fonte: Arquivo pessoal

Os parâmetros avaliados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2003).

Resultados e Discussão

Foi observada uma interação significativa para fonte, modo e fonte*modo, no teste de Tukey a 5%, nos perfis de 0-10, 10-20 e 20-30 cm (Tabelas 3, 4, 5, e 6). No perfil de 30-40 cm, não foi encontrada diferença significativa, como mostra a Tabela 6.

No perfil de 0-10 cm (Tabela 3), observou-se, em geral, uma maior média de neutralização de Al, fornecimento de Ca e Mg e elevação de pH, quando as fontes corretivas foram aplicadas superficialmente, tendo em vista que, quando incorporado, o volume de solo em contato com o corretivo é maior, levando a uma melhor distribuição nos perfis de 0-10 e 10-20 cm. CQFS RS/SC (2004) observou que, quando o calcário é aplicado superficialmente, ocorre um aumento maior na camada superior do solo, devido a sua baixa solubilidade em água.

Tabela 3. Teores de Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ em cmol_c.dm⁻³ e pH em H₂O no perfil de solo de 0-10 cm, com aplicação superficial (SUP) e incorporado de 0-20 (INC). Patos de Minas, MG, 2018.

Fonte	Al ³⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		pH	
	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC
W	0,40bA	0,24aB	3,60bA	2,60bB	2,67bA	2,63aA	5,26bA	4,81bB
AA	0,47aA	0,41bB	3,80abA	2,83bB	2,38bA	2,30aA	5,04cA	4,80bB
AO	0,14cA	0,12cA	3,60bA	3,60aA	2,47bA	2,93aA	5,78aA	5,20aB
C	0,05dA	0,07cA	4,17aA	3,67aB	4,08aA	2,58aB	5,76aA	5,16aB

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 0,05 de significância; Valores seguidos por letras iguais minúsculas na coluna (comparação dentro do modo) e maiúscula na linha (comparação entre fontes dentro de cada fonte).

Wollostonita (W); Agrossica® (AA); Agrossilício® (AA); Calcário convencional (C).

Quando comparadas as fontes na profundidade de 0-10 cm, a fonte C obteve melhores resultados na neutralização do Al, seguido da AO, no parâmetro fornecimento de Ca e Mg, novamente a C obteve melhor média, seguida das AO, AA e W. Caires *et al.* (2003), em trabalho com a aplicação superficial de calcário, alcançaram maior eficiência na correção de Al, pH e fornecimento de Ca e Mg, nas profundidades de 5-10cm e 10-20cm, após 23 meses. No quesito pH, os melhores foram as fontes C e AO, fato que pode ser explicado devido à maior reatividade das duas fontes, o que, segundo Prado, Fernandes e Natale (2001), pode ocorrer devido à maior granulometria dos silicatos, fato que não ocorreu na fonte AO, por ser um produto comercial e tratado, mas foi observado nas fontes W e AA. A maior granulometria leva a uma menor superfície específica que diminui a velocidade de reação e aumenta o poder residual do corretivo. Moreira, Deus e Büll (2015), utilizando diferentes tipos de silicatos e calcário aplicados superficialmente, puderam observar que, na profundidade de 0-5 cm, a fonte C teve resultado similar à fonte AO, porém teve resultado melhor que as fontes W e outros silicatos utilizados.

No perfil de 10-20 cm (Tabela 4), nota-se que, em média, quando incorporado, as fontes corretivas atuam melhor nessa profundidade. As fontes C e AO mostraram-se superiores na neutralização de Al. Quando aplicado superficialmente, a fonte AO obteve melhores resultados que as demais fontes na neutralização de alumínio. Isso pode ser explicado devido à maior solubilidade do silicato que o carbonato, em água (ALCARDE, 2005). Fato que pode ser observado também na profundidade de 20-30 cm (Tabela 5), quando o silicato incorporado se mostrou mais efetivo na neutralização de Al nessa profundidade, de forma geral, o pH, nessa profundidade, foi elevado em maior quantidade também no modo de aplicação incorporado, mostrando uma melhor distribuição da elevação do pH no perfil do solo. Corrêa *et al.* (2009), em trabalho com aplicação superficial de silicato e calcário, obtiveram eficiência de correção do solo até a profundidade de 40cm, utilizando silicatos, enquanto somente até 20cm, quando com calcário.

Tabela 4. Teores de Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ em cmol_c.dm⁻³ e pH em H₂O no perfil de solo de 10-20 cm, com aplicação superficial (SUP) e incorporado de 0-20 (INC). Patos de Minas, MG, 2018.

Fonte	Al ³⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		pH	
	-----cmol _c .dm ⁻³ -----							
	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC
W	0,51abA	0,45aA	1,97bA	2,77aA	2,75aA	2,25aA	5,35aA	4,97bB
AA	0,54aA	0,53aA	3,13aA	2,90aA	1,88aA	2,18aA	4,68bB	4,97bA
AO	0,28cA	0,14bB	2,50abB	3,53aA	2,55aA	2,63aA	4,77bB	5,22aA
C	0,42bA	0,13bB	2,77abA	3,40aA	2,23aA	2,82aA	4,69bB	5,10abA

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 0,05 de significância; Valores seguidos por letras iguais minúsculas na coluna (comparação dentro do modo) e maiúscula na linha (comparação entre fontes dentro de cada fonte).

Wollostonita (W); Agrossica® (AA); Agrosilício® (AA); Calcário convencional (C).

Tabela 5. Teores de Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} em $cmol.c.dm^{-3}$ e pH em H_2O no perfil de solo de 20-30 cm, com aplicação superficial (SUP) e incorporado de 0-20 (INC). Patos de Minas, MG, 2018.

Fonte	Al^{3+}		Ca^{2+}		Mg^{2+}		pH	
	----- $cmol.c.dm^{-3}$ -----							
	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC
W	0,53aA	0,50aA	2,33bA	2,53aA	2,40aA	2,10abA	4,58bB	4,86bA
AA	0,42aA	0,46abA	2,50abA	2,63aA	2,17aA	1,68bA	4,58bA	4,62cA
AO	0,51aA	0,28cB	2,50abA	2,70aA	2,18aA	2,82aA	4,67abB	5,17aA
C	0,43aA	0,37bcA	2,87aA	2,87aA	1,83aA	1,55bA	4,76aB	5,01abA

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 0,05 de significância; Valores seguidos por letras iguais minúsculas na coluna (comparação dentro do modo) e maiúscula na linha (comparação entre fontes dentro de cada fonte).

Wollostonita (W); Agrossica® (AA); Agrosilício® (AA); Calcário convencional (C).

Tabela 6. Teores de Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} em $cmol.c.dm^{-3}$ e pH em H_2O no perfil de solo de 30-40 cm, com aplicação superficial (SUP) e incorporado de 0-20 (INC). Patos de Minas, MG, 2018.

Fonte	Al^{3+}		Ca^{2+}		Mg^{2+}		pH	
	----- $cmol.c.dm^{-3}$ -----							
	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC
W	0,46aA	0,46aA	2,43aA	2,20aA	2,05aA	2,12aA	4,58aA	4,62cA
AA	0,53aA	0,49aA	1,67aA	2,43aA	2,68aA	1,90aA	4,59aA	4,57cA
AO	0,44aA	0,44aA	2,43aA	2,63aA	2,32aA	1,98aA	4,64aB	5,61aA
C	0,47aA	0,51aA	2,43aA	2,50aA	1,98aA	1,73aA	4,67aB	5,04bA

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 0,05 de significância; Valores seguidos por letras iguais minúsculas na coluna (comparação dentro do modo) e maiúscula na linha (comparação entre fontes dentro de cada fonte).

Wollostonita (W); Agrossica® (AA); Agrosilício® (AA); Calcário convencional (C).

No perfil de 30-40 cm, os parâmetros avaliados, em geral, não apresentaram diferença estatística, exceto no quesito pH, em que a fonte AO novamente se mostrou mais efetiva na elevação do pH, seguido do calcário, fato que pode ser explicado devido à solubilidade dos silicatos ser 6,78 vezes maior que a dos carbonatos de cálcio (KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2002).

Quando comparados os dados após o experimento com os analisados antes da montagem, é possível observar que, de forma geral, em todos os perfis ocorreu ação dos corretivos, sendo em maior intensidade sucessivamente nos de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. Esses resultados corroboram com os encontrados por Caires *et al.* (2003), que identificaram um gradiente de concentração de Ca e Mg trocáveis e elevação do pH a partir da superfície do solo até as camadas superficiais, sendo mais acentuado quando o corretivo é aplicado sem incorporação ao solo.

Conclusões

- i. As fontes Calcário convencional e Agrosilício obtiveram resultados similares;
- ii. as fontes Wollostonita e Agrossica não apresentaram resultados insatisfatórios na correção do solo;
- iii. a incorporação dos corretivos apresentou uma melhor distribuição dos benefícios da calagem e silicatagem nos perfis do solo;
- iv. a fonte Agrosilício mostrou-se uma alternativa interessante em correções subsuperficiais.

Referências

- ALCARDE, J.C. *Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas*. São Paulo: ANDA, 2005. 6-19 p.
- ANDERSON, D. L. Soil and leaf nutrient interactions following application of calcium silicate slag to sugarcane. *Fertilizer Research*, v.30, n.1, p.9-18, 1991.
- CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2003. 275-286p.
- CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação*. Viçosa, MG, 1999. 359p.
- CORRÊA, J.C.; BÜLL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C.; MORAES, M.H. Alteração de atributos físicos em latossolo com aplicação superficial de escória de aciaria, lama cal, lodos de esgoto e calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, 2009.
- CQFS RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 10. ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2004. 400 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- EMBRAPA. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2. ed. rev. ampl. – Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2009. 627p.
- FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCar. 2003. 255-258p.

FERREIRA, L.H.G.; SILVEIRA, C.A.P.; PILLON, C.N.; SANTOS, L.C. Efeito da combinação de calcário de xisto e calcário dolomítico com diferentes fontes de fósforo sobre a produtividade da cultura da soja. In: E.S. Martins e S.H. Theodoro (eds.), I Congresso Brasileiro de Rochagem. *Anais...* Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, cap. 25, p. 219-224, 2010.

GOODROAD, L.L.; JELLUM, M.D. Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. *Plant and Soil*, v.106, p.85-89, 1988.

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

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar, *Stab*, v.21, p. 6-9, 2002.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. *Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura*. 3. ed. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2004. (Boletim Técnico, 1).

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS *et al.* *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 65-90.

MOREIRAI, L. L. Q.; DEUS, A. C. F.; BÜLL, L. T. Escórias de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo em sistema de semeadura direta. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal, RN. *Anais...* Natal, RN: EMPARN, 2015.

PAPADAKIS, J. S. A Rapid method for determining soils moisture. *Soil Science*, v.51, p.279-281, 1941.

PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T.; PRATT, P.F. Toxicity of aluminum to coffee in Ultisols and Oxisols amended with CaCO₃ and CaSO₄. *Soil Science Society of America Journal*, v.46, p.1201-1207, 1982.

PÖTTKER, D.; BEN, J. R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 22. p. 675-684. 1998.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. *Uso de escoria de siderurgia no Brasil: estudos na cultura da cana-de-açúcar*. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 67 p.

SILVEIRA, C.A.P.; FERREIRA, L.H.G.; PILLON, C.N.; GIACOMINI, S.J.; SANTOS, L.C. Efeito da combinação de calcário de xisto e calcário dolomítico sobre a produtividade de grãos de dois sistemas de rotação de culturas. In: MARTINS, E.S.; THEODORO, S.H. (eds.), I Congresso Brasileiro de Rochagem. *Anais...* Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, cap. 24, p. 215-218, 2010.

TANG, C.; RENGEL, Z.; DIATLOFF, E.; GAZEY, C. Responses of wheat and barley to liming on a sandy soil with subsoil acidity. *Field Crops Research*, v.80, p.235-244, 2003.

Custo e viabilidade econômica na cultura da soja com aplicação de regulador de crescimento vegetal

Economic cost and viability in soybean culture with application of plant growth regulators

João Paulo Ferreira¹; Gabriela Antunes Duarte¹; Leandro Manoel¹; Jean Gil¹; Renato Boreli Silva¹; Edjair Augusto Dal Bem¹; Dorival Pinheiro Garcia¹; Fabio Monteiro Leite de Souza¹

¹ Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – SP.
E-mail: ferreirajpferreira@gmail.com

Resumo: Aplicações com reguladores de crescimento vegetal (sintéticos ou naturais) auxiliam no crescimento e na produtividade das culturas em detrimento da fase correta de aplicação. Nesse sentido, esta pesquisa objetivou avaliar o custo de produção da soja e a viabilidade econômica pela aplicação via foliar do hormônio vegetal composto à base de auxina (0,005% do ácido indolbutírico – IBA - análogo de auxina), giberelina (0,005% de ácido giberélico - GA3) e citocinina (0,009% de cinetina) na cultura da Soja cultivar Monsoy 5917 Ipro, aplicados na fase vegetativa de 4 a 6 trifólios (V₅), em floração plena (R₂); em enchimento de grãos (R₅) e o controle sem aplicação. O experimento foi conduzido na safra de 2016/17, na fazenda experimental da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias (FAIT), localizada no município de Itapeva-SP. A condução do experimento foi em delineamento em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições por tratamento, totalizando dezesseis parcelas experimentais. A recomendação de aplicação foi de 0,5 L ha⁻¹ de acordo com as recomendações para a cultura da soja nas fases fenológicas propostas na pesquisa experimental. Pela análise econômica e rentabilidade, a fase de aplicação em R₂ promoveu maior produtividade (4.817,60 Kg ha⁻¹) com contribuição positiva nos índices de lucratividade (61, 18%) e com ganhos de R\$803,70 em relação a não aplicação do regulador vegetal de crescimento.

Palavras-chave: *Glycine max*. Produtividade. Lucratividade. Bioestimulante vegetal.

Abstract: Applications of plant growth regulators (synthetic or natural) help the growth and productivity of crops to the detriment of the correct phase of application. In this sense, the objective of this research was to evaluate the cost of soybean production and the economic viability of foliar application of auxin - based compound hormone (0.005% of indolebutyric acid - IBA - auxin analogue), gibberellin (0.005% GA5) and cytokinin (0.009% kinetin) in the cultivar Monsoy cultivar 5917 Ipro applied in the vegetative phase of 4 to 6 trifolia (V₅), in full flowering (R₂) and in the filling of the grain (R_{5.1}) and control without application. The experiment was carried out in the experimental farm of FAIT in Itapeva-SP in the harvest of 2016/17 and conducted in a randomized complete block design with four replicates per treatment totaling sixteen experimental units or plots. The application recommendation was 0.5 L.ha⁻¹ according to the recommendations for the soybean crop in the phenological phases proposed in the experimental research. By the economic analysis and profitability, the application in R₂ phases promoted higher productivity (4,817.60 kg ha⁻¹), with a positive contribution in the profitability

índices (61, 18%) and gains of R \$ 803.70 in relation to non-application of plant growth regulator.

Keywords: *Glycine max*. Productivity. Profitability. Vegetable biostimulant.

Introdução

Com o desenvolvimento da biotecnologia, da bioquímica e da fisiologia vegetal, novos compostos têm sido identificados nos vegetais. Os avanços tecnológicos propiciam a síntese de novas moléculas eficientes que, quando aplicadas nas plantas, melhoram sua proteção e aumentam a produtividade. Esses agroquímicos de controle hormonal, classificados como biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores, além de fitoquímicos antiestressantes, complexantes e condicionadores do sistema solo-planta, têm adquirido crescente importância na agricultura (CASTRO, 2006).

Os reguladores vegetais podem influenciar a resposta de muitos órgãos da planta, já que estão envolvidos em processos de crescimento e de desenvolvimento de um órgão ou tecido vegetal, porém essa resposta depende de alguns fatores como: a espécie, a parte da planta, o estágio de desenvolvimento, a concentração, a interação, entre outros reguladores e vários fatores ambientais (SALISBURY; ROSS, 2012).

Nesse contexto, o papel dos reguladores vegetais está em promover e/ou favorecer o desenvolvimento, minimizando fatores que limitam a produção como déficit hídrico ou nutricional. Várias pesquisas já testaram a eficácia de biorreguladores em culturas como o milho (FERREIRA *et al.*, 2007), o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (ALLEONI; BOSQUEIRO; ROSSI, 2000), o algodão (ALBRECHT *et al.*, 2012) e a própria soja (ÁVILA *et al.*, 2008; CAMPOS *et al.* 2008; KLAHOLD *et al.*, 2006; MOTERLE *et al.*, 2008).

Com isso, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, esses produtos podem estimular o crescimento vegetal através de uma maior divisão celular, alongação celular e diferenciação celular e, dessa forma, aumentar a capacidade de absorção de nutrientes e água, refletindo diretamente no desenvolvimento (germinação de sementes, crescimento e desenvolvimento, floração, frutificação, senescência) e na produtividade das mesmas (SILVA *et al.*, 2008).

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar os custos de produção e de viabilidade econômica pela aplicação de regulador de crescimento vegetal, aplicado via foliar, nas fases fenológicas da V₅, R₂ e R₆ com o controle sem aplicação de hormônio de crescimento na cultura da soja cultivar Monsoy 5917 Ipro, na região de Itapeva – SP.

Material e Métodos

Implantação e condução experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT, no município de Itapeva-SP, na safra de 2016/17, situado nas coordenadas 23°56'17" (Sul) e 48°40' 60" (Oeste) na região Sudoeste do estado de São Paulo, com altitude de, aproximadamente, 640 metros,

sendo o clima da região classificado como "Cwa", sendo que a temperatura média varia entre a mínima de 9,4°C e máxima de 22,9°C e sua precipitação média anual é de 1254 mm/ano, segundo o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, textura franca (EMBRAPA, 2006) originalmente, ocupado por vegetação mista de Mata Atlântica e de Cerrado (transição) e cultivado com culturas anuais em rotação (milho, soja, trigo, feijão e aveia).

A soja foi semeada no dia 20/10/2016, sendo utilizado o cultivar MONSOY 5917 IPro, no espaçamento de 0,50 metros entrelinhas com uma população e 16 plantas por metro. O cultivar tem característica precoce (110 a 125) e grupo de maturação 5.9 para essa região, sendo de ampla adaptação, boa sanidade e resistência ao acamamento. A semeadura foi em sistema plantio direto (SPD) na palhada antecessora de milho em adubação de base com 320 kg ha⁻¹ da formulação 8-28-16, de acordo com as recomendações do boletim 100 para o estado de São Paulo (RAIJ *et al.*, 1997). Os teores relativos de macronutrientes foram analisados antes da implantação da cultura na safra de 2016/2017 (Tabela 1).

Tabela 1. Teores relativos de macronutrientes para a cultura da Soja na safra 2016/17. Itapeva, SP.

Prof (cm)	M.O	pH	S	P	K	Ca	Mg	S.B	H+Al	Al ³⁺	CTC	V%
	g.dm ⁻³	CaCl ₂	g.dm ⁻³	g.dm ⁻³				mmolc.dm ⁻³				
0 - 20	25	5,4	9	17	2	26	8	36	31	0	66	53
20-40	16	4,9	6	8	3	15	6	30	31	1	54	43

As operações mecanizadas foram executadas com trator de 95 cv de potência, sendo a semeadura da Soja realizada em semeadora de arrasto de quatro linhas (espaçadas em 0,50 m). Para os tratos culturais e fitossanitários da cultura, foi utilizado um pulverizador de arrasto com 18 m de barra com acionamento hidráulico e, para a colheita, utilizou-se uma colheitadeira de 175 cv com rotor axial.

O manejo de plantas daninhas foi efetuado antes da instalação do experimento, em 05/10/2016, sendo dessecado com o herbicida glifosato (1.920 g do i.a. ha⁻¹) na dosagem de 4,0 L ha⁻¹ e paraquat (200 g do i.a. L⁻¹) na dosagem de 2,0 L ha⁻¹ para realizar a semeadura de forma satisfatória na palhada antecessora de milho e evitar a presença de eventuais plantas daninhas.

No momento da semeadura, em 20/10/2016, as sementes foram colocadas em betoneiras para inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio (*Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5979 e SEMIA 5980 com 3x10⁹ células mL⁻¹), na dose de 150 mL em 50 kg de sementes as quais já se encontravam tratadas com fungicidas e inseticidas, para promover a emergência e o desenvolvimento satisfatório da cultura em campo.

Durante as fases vegetativas da cultura, as aplicações de fungicidas e inseticidas foram realizadas após o monitoramento de pragas e doenças, sendo adotado o manejo

integrado (MIP e MID) com pulverizações apenas quando necessário pelo nível de controle (NC) e de dano econômico (NE) (CONTE *et al.*, 2017).

Após o monitoramento e o NC nas avaliações da cultura, os tratamentos fitossanitários aplicados foram: fungicidas a base de trifloxistrobina + protioconazol (150 g L⁻¹ i.a. + 175 g L⁻¹ i.a.) na dose de 0,4 mL⁻¹ ha, mancozebe (750 g Kg⁻¹ i.a.) na dose de 1,5 L ha⁻¹; inseticidas com princípio ativo imidacloprido + beta ciflutrina (100 g L⁻¹ i.a. + 12,5 g L⁻¹ i.a.) na dosagem de 0,75 mL⁻¹ ha, abamectina (18 g L⁻¹ i.a.) na dose de 0,3 mL⁻¹ ha.

Para melhorar a eficiência da pulverização dos tratamentos fitossanitários, foram utilizados óleo mineral na dose de 0,25 mL⁻¹ e aplicação foliar de sulfato de zinco na dose de 1,25 kg ha⁻¹ para a correção da deficiência de zinco na cultura.

Em relação aos tratamentos propostos no experimento, foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso contendo quatro tratamentos com quatro repetições (4x4), totalizando dezesseis parcelas experimentais. Foi utilizado o biorregulador de crescimento composto por reguladores vegetais (hormonais), nas seguintes concentrações: 0,005% do ácido indolbutírico - IBA (análogo de auxina), 0,009% de cinetina (citocinina) e 0,005% de ácido giberélico - GA₃ (giberelina).

As aplicações foram realizadas via foliar utilizando um pulverizador costal com pressurização por controle manual, sendo a dose comercial de 0,5 L ha⁻¹ com aplicação no dia 02/12/2016 na fase vegetativa com quatro folhas expandidas (V₅); no dia 17/12/2016, aplicado na fase de floração plena (R₂) e, no dia 21/01/2017, na fase de enchimento de grãos (R₅), e o controle sem aplicação (testemunha).

A colheita foi realizada manualmente no dia 11/03/2017, nas linhas centrais, colhendo 2 metros de plantas das duas linhas centrais de cada parcela, as quais foram posteriormente debulhadas. Na sequência, foram efetuadas as avaliações e os procedimentos para anotação da umidade de cada parcela, procedendo a correção da umidade das parcelas para que todas fossem uniformizadas em 13% de umidade. Para os dados de custo e produção, foram mensurados e extrapolados para hectares.

Análise de custo e de viabilidade econômica

Para a análise econômica, foi utilizada a estrutura do custo operacional total de produção usada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), proposta por Martin *et al.* (1998) e Matsunaga *et al.* (1976). Dessa forma, o custo operacional efetivo (COE) constitui o somatório das despesas com mão-de-obra, máquinas, equipamentos, insumos e pós-colheita. Foram determinados também os custos e os lucros unitários, sendo os seguintes indicadores para a análise de viabilidade econômica:

Margem bruta sobre o COE: é a margem em relação ao custo operacional efetivo (COE), isto é, o resultado que sobra após o produtor pagar o custo operacional efetivo, considerando determinado preço unitário de venda e o rendimento do sistema de produção para a atividade. Simplificando, tem-se: Margem Bruta (COE) = [(RB - COE)/COE] × 100], onde: RB = Receita Bruta; COE = Custo Operacional Efetivo.

Lucro Operacional (LO): constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional efetivo por hectare e mede a lucratividade da atividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade agropecuária.

Índice de Lucratividade (IL): esse indicador mostra a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta, em percentagem porcentagem. É uma medida importante de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade, após o pagamento de todos os custos operacionais efetivos.

Preço de equilíbrio (Preço eq) $PE = \text{COT} / \text{Prod}$, assim o preço de equilíbrio é determinado a partir do nível do custo operacional total de produção, como o preço mínimo a ser obtido para se cobrir o custo, considerando-se a produtividade média do produtor.

Produtividade de equilíbrio (Prod eq) $PE = \text{COT} / \text{PU}$, dada, em determinado nível de custo operacional total de produção, como a produtividade mínima para se cobrir esse custo, considerando-se o valor médio pago ao produtor.

Para outras despesas, foi considerada a taxa de 5% do custo operacional efetivo (COE); juros de custeio, considerando a taxa de 6,75% a.a. sobre 50% do COE.

Os valores de produtividade dos tratamentos foram convertidos em sacas por hectares de 60 kg de grãos, que é a forma tradicional de comercialização pelos produtores da região. Os valores pagos pelos insumos foram atualizados para os meses de agosto de 2016 para as safras de 2016/2017.

Resultados e discussão

Para facilitar a análise econômica, os valores das produtividades dos tratamentos foram convertidos em sacas (sc) de 60 quilos de grãos, que é a forma tradicional de comercialização pelos produtores da região. Os valores pagos pelos insumos foram atualizados para o mês de Outubro de 2016, sendo obtidos em revendas locais. O preço da soja refere-se ao preço médio pago por saca aos produtores da região (R\$65,00).

Somando-se os valores das operações mecanizadas e insumos utilizados tem-se o custo operacional efetivo (COE). Acrescentando-se ao COE o custo operacional total (COT) foi obtido com acréscimo a outras despesas (5% do COE), e como os de juros de custeio em operações financeiras agropecuárias (6,75 a.a) evidenciando o custo de produção total na lavoura.

Na tabela 2, o custo total (COT) para cultura da soja foi de R\$2.195,49, sendo os insumos participando com a maior proporção dos custos em relação às operações de máquinas, obtendo um custo de R\$1.143,93 e R\$2881,90, respectivamente. Nesse sentido, os insumos que mais oneram nos custos de produção foram as sementes e o adubo com 39,37% e os custos operacionais em 39,34% do COE.

Tabela 2. Custo das operações mecanizadas e dos insumos utilizados para a cultura da Soja implantada na fazenda experimental da FAIT, safra 2016/17 – Itapeva, SP.

Operações e Insumos	Ude.	Qtd.	Valor (R\$)	Total (R\$)
A - Operações mecanizadas				
A.1 - Tratos culturais	HM	7	49,70	347,90
A.1 - Pulverização	HM	6	11,50	69,00
A.2 - Semeadura	HM	1	150,00	150,00
A.3 - Colheita	HM	1	250,00	250,00
A.4 - Recepção, transporte e secagem	ha ⁻¹	1	65,00	65,00
Subtotal - A				881,90
B - Insumos				
B.1 - Sementes	Kg ha ⁻¹	60,00	7,50	450,00
B.2 - Adubo (8-28-16)	Kg ha ⁻¹	250	1,42	355,00
B.3 - Inoculante (<i>Bradyrhizobium</i>)	L ha ⁻¹	0,15	2,20	0,33
B.4 - Herbicida (Glifosate)	L ha ⁻¹	4,00	10,50	42,00
B.5 - Herbicida (Paraquat)	L ha ⁻¹	2,00	20,00	40,00
B.4 - Inseticida (Imidacloprido + Ciflutrina)	L ha ⁻¹	0,75	40,00	30,00
B.5 - Acaricida (Abamectina)	L ha ⁻¹	0,30	27,00	8,10
B.6 - Fungicida (Trifloxistrobina + Protioconazol)	L ha ⁻¹	0,40	230,00	92,00
B.7 - Fungicida (Mancozebe)	L ha ⁻¹	1,50	27,00	40,50
B.8 - Óleo mineral	L ha ⁻¹	0,25	24,00	6,00
B.9 - Fertilizante Foliar (Sulfato de Zinco)	Kg ha ⁻¹	1,25	6,00	7,50
B.10 - AIA + Giberelina + Citocinina	L ha ⁻¹	0,50	145,00	72,50
Subtotal - B				1.143,93
COE - Custo operacional efetivo (Subtotal A + B)				2.025,83
Outras despesas (5% do COE)				101,29
Juros de custeio (Taxa 6,75 a.a)				68,37
COT - Custo operacional total				2.195,49

Em comparação com o IMEA (2017), Instituto Mato-grossense de Economia Aplicada, em um estudo completo dos custos de produção para a safra 2016/17 das principais culturas do Estado, a variação foi de R\$2.958,00 por hectare para R\$3.233,00,

com um aumento no custo de 9,3%, chegando, alguns itens, a registrarem altas de 11%. Em dados comparativos do Centro de Estudo Aplicados em Economia Aplicada (CEPEA, 2017), na região Sul, considerando o estado do Paraná na região de Cascavel, o COE médio foi de R\$2.438,10 ha de fevereiro a outubro de 2016, período este de maior comercialização de insumos para a produção de soja e uma produtividade média esperada, para essa temporada, de 65 sacas ha⁻¹.

Como resultado, o sojicultor paranaense obtém margem de R\$1.843,45 ha⁻¹. No Rio Grande do Sul, pelos dados do CEPEA (2018), o COE médio para soja Intacta foi de R\$2.878,69 ha⁻¹ e a expectativa de produtividade de 65 sacas ha⁻¹ resultaram em um preço de nivelamento de R\$44,29/sc, ante a cotação média da soja em janeiro de 2017 de R\$66,63/sc. Assim, o saldo positivo foi estimado em R\$1.452,26 ha⁻¹.

Esses resultados corroboram com Silva *et al.* (2008), que também verificaram influência de reguladores de crescimento vegetal no desenvolvimento da cultura, induzindo, conseqüentemente, o vegetal a um maior crescimento, favorecendo uma maior altura de plantas, evidenciando um maior número de vagens por planta e grãos por planta, inferindo que a aplicação do bioestimulante na fase vegetativa V₅₋₆ promoveu maior incremento de produção de grãos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bertolin *et al.* (2010) na cultura da soja cultivar Conquista, com dose de 6 mL/p.c por kg de semente e 0,250 L/p.c por hectare na fase V₅, R₁ e R₅, proporcionando incremento no número de vagens por planta e produtividade de grãos com aumento de 37% em relação à testemunha tanto na aplicação via sementes quanto via foliar. Entretanto, segundo esses autores, a maior produtividade não está relacionada ao maior crescimento da parte aérea, considerando-se a altura das plantas, ramos por planta e altura de inserção da primeira vagem, evidenciando que o bioestimulante é mais efetivo quando aplicado na fase reprodutiva.

Os mesmos resultados foram encontrados por Lana *et al.* (2009) em experimento avaliando o efeito da aplicação do regulador de crescimento Kelpak® nas doses de 100, 200 e 250 mL ha⁻¹ via semente e 750, 1000 e 2000 mL ha⁻¹ via foliar, aos 15 e 30 DAE e em pré-florada na produtividade do feijoeiro e sua eficiência em comparação à aplicação do produto considerado padrão (Stimulate®), concluíram que a eficiência de ambos foi melhor em relação à testemunha, proporcionando incrementos na produtividade do feijoeiro e, para a aplicação Kelpak®, a melhor dosagem foi de 200 mL ha⁻¹.

Carvalho, Viecelli e Almeida (2013) constataram aumento do rendimento de grãos na cultura da soja quando aplicada dose de 0,5 L ha⁻¹ do mesmo bioestimulante utilizado no presente experimento e realizado em três aplicações foliares na cultura da soja. Num experimento similar, Moterle *et al.* (2008), avaliando a cultura da soja com mesmas doses e bioestimulante, aplicados em dois estádios de desenvolvimento da cultura (V₅ e R₃), observaram aumento de produtividade de grãos no primeiro ano.

Cobucci, Ruck e Silva (2005), estudando respostas do feijoeiro à aplicação de bioestimulante, ressaltaram a importância da fase fenológica da planta no momento da aplicação, visto que o bioestimulante, aplicado na mesma dose em estádios fenológicos diferentes, não proporcionou os mesmos resultados para produtividade, e no feijoeiro, observaram-se maiores resultados para aplicação em R₅ em relação à V₄.

Nesse sentido, para a cultura da soja e nas condições de condução do experimento, a melhor fase de aplicação e rentabilidade foi na fase de reprodução (R2), em que a ocorrência de florescimento pleno mostrou melhor desempenho econômico, melhorando a eficiência e diluindo os custos operacionais totais da cultura.

Na tabela 3, o lucro operacional e o índice de lucratividade acompanharam os rendimentos de produtividade da cultura com maior lucro e índice na fase de aplicação em R2 com R\$3.193,42 e 61,18%, respectivamente. A aplicação em R2 proporcionou, nesse quesito, um lucro acrescido de R\$803,70 em relação ao não uso de regulador de crescimento.

Tabela 3. Lucro operacional (L.O) e índice de lucratividade (I.L) para a soja em função das épocas fenológicas de aplicação de regulador de crescimento em Itapeva – SP, safra 2016/2017.

Épocas de aplicação	L.O (R\$)	I.L (%)
Sem aplicação	2.389,32	55,01
Fase V5	3.159,87	60,93
Floração (R2)	3.193,02	61,18
En. grãos (R5)	2.982,42	59,55
Média	2.913,30	58,98

Encontram-se os valores especificados na tabela 4 (em R\$), da saca de 60 kg de soja para o preço de equilíbrio (preço mínimo para cobrir o COT), e, para a produção de grãos, a aplicação de regulador de crescimento na fase R2 obteve menor preço de equilíbrio, quando comparados com a produção em outras épocas de aplicação, contudo, também sendo satisfatórias as fases V5 e R5 em relação à não aplicação do regulador de crescimento.

A aplicação de biorreguladores vegetais promoveu um incremento de produtividade e maior margem de contribuição. Em um trabalho desenvolvido por Santini *et al.* (2015), trabalhando com a aplicação de bioestimulantes Aminospeed Raiz® e Ultraseed®, promoveram aumento, respectivamente, de 275,11 kg ha⁻¹ e 243,20 kg ha⁻¹ na produtividade de grãos em relação à testemunha, demonstrando sua real eficácia.

Tabela 4. Preço de equilíbrio (Preço. Eq) e produtividade de equilíbrio (Prod. Eq) para a soja em função das épocas fenológicas de aplicação de regulador de crescimento em Itapeva – SP, safra 2016/2017.

Épocas de aplicação	Preço. Eq (R\$)	Prod. Eq (sc ha ⁻¹)
Sem aplicação	31,77	32,66
Fase V5	27,51	33,78
Floração (R2)	27,34	33,78
En. grãos (R5)	28,49	33,78
Média	28,65	33,49

De acordo com Santini *et al.* (2015), os acréscimos na produtividade, quando utilizados os bioestimulantes Aminospeed Raiz[®] e Ultraseed[®], condicionaram boa representatividade (margem bruta) com ganhos de R\$225,71 ha⁻¹ e R\$199,53 ha⁻¹, respectivamente, utilizando o valor da saca de R\$49,22, sendo o menor valor no intervalo de confiança para o Estado de Goiás.

Corroborando com esses dados, o presente estudo verificou que a aplicação na fase R2 foi a melhor rentabilidade econômica com um ganho de R\$803,70 em relação à não aplicação, evidenciando maior lucratividade em detrimento a diluição dos custos de produção na safra de 2016/2017 na região de Itapeva – SP.

Conclusões

A aplicação de bioregulador de crescimento vegetal na fase R₂ promoveu maior contribuição (margem de lucro) com índice de lucratividade em 61,18% para uma produtividade de 3.023, 36 (80,26 sacas ha⁻¹) para o preço de R\$65,00 a saca vigente a safra 2016/17.

O uso de regulador de crescimento vegetal na cultura da soja nas fases V₅ e R₅ também promoveu maior lucratividade em comparação à não utilização desse manejo na cultura da soja para os custos de produção ocorridos na safra de 2016/2017 em Itapeva-SP.

Referências

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Publicatio UEPG*, v. 06, n. 01, p. 23-35, 2000.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, A.J.P. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012.

ÁVILA, M. R. et al. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. *Scientia Agricola*, v. 65, n. 06, p. 567-691, 2008.

BERTOLIN, D. C; de SÁ, M. E; ARF, O; FURLANI JUNIOR, E; COLOMBO, A.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. *Bragantia*, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.

CAMPOS, M. F. et al. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. *Revista Biotemas*, v. 21, n. 03, p. 53-63, 2008.

CASTRO, S.C. *Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas*. 2006. 73p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

CARVALHO, J. C.; VIECELLI, C. A.; ALMEIDA D. K. Produtividade e desenvolvimento da cultura da soja pelo uso de regulador vegetal. *Acta Iguazu*, Cascavel-PR, v. 2, n 1, p. 50-60, 2013.

CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Acesso em: 05 fev. 2018.

COBUCCI, T.; RUCK, F.J. W.; SILVA, J.G. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos. In: CONAFE, Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 8., 2005, Goiânia, *Anais...* Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p.1078-1081.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F.T; HARGER, N.; FERREIRA-CORRÊA, B.S.; ROGGIA, S.; PRANDO, A.M.; SERATTO, C.D. *Resultado do manejo integrado de pragas da soja 2016/17 no Paraná*. Londrina: Embrapa Soja. 70p. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; VON PINHO, E.V. R.; QUEIROZ, D.L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes, Londrina*, v.29, n.2, p.80-89, 2007.

IMEA. Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. Acesso em: 30 jan. 2017.

KLAHOLD, C. A. et al. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 28, n. 02, p. 179-185, 2006.

LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009.

MARTIN, N. B. et al. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, jan. 1998.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v. 23, t. 1, p. 123-139, 1976.

MOTERLE, L. M. et al. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônomo e produtividade da soja. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 30, p. 701-709, 2008. Suplemento.

SALISBURY, F. B.; ROSS, Cleon W. *Fisiologia de plantas*. 4. ed. São Paulo: Cengage

Learing, 2012. 776 p.

SANTINI, J.M.K; PERIN, A; SANTOS, C.G; FERREIRA, A.C; SALIB, G.C. Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em semente de soja. *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, João Pessoa, v.9, n.1, p.57-62, 2015.

SILVA, T. T. A.; PINHO, E. R. V.; CARDOSO, D. L.; FERREIRA, C. A.; ALVIM, P. O.; COSTA, A. A. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, p. 840-846, 2008.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

Desempenho de diferentes híbridos de milho em cultivo de alta tecnologia nas condições edafoclimáticas de Itapeva-SP

Performance of different corn hybrids in high technology cultivation under the edaphoclimatic conditions of Itapeva-SP

*Renato Boreli Silva*³; *Jhonathan Gabriel Tomé*¹; *João Paulo Ferreira*³; *Michelle Traete Sabundjian*³; *Leandro Manoel*¹; *Jean Fernando Silva Gil*²

¹ Engenheiro Agrônomo. Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, Itapeva-SP

² Engenheiro Florestal. Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, Itapeva-SP

³ Docente. Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, Itapeva-SP.

E-mail: boreli.r@hotmail.com

Resumo: Atualmente, os milhos híbridos possuem tecnologias que viabilizam o cultivo e melhoram a produtividade do grão, adequando-os em condições edafoclimáticas mais favoráveis para uma determinada região, para que ocorram menores riscos de insucesso. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de seis milhos híbridos recomendados para cultivo de alta tecnologia na região de Itapeva-SP. O experimento foi realizado na safra agrícola de 2015/2016, na "Fazenda Bom Viver", localizada no bairro dos Prestes, no município de Itapeva-SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e seis tratamentos. Os híbridos de milho utilizados foram: Pioneer 3630 HX; Agrocere AG 7098 PRO; Syngenta Supremo Vip; Biogene 7037 HX; Dekalb 290 PRO e Morgan 30A37 HX. Foram avaliadas as características de produção e de produtividade da cultura e os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, posteriormente, foram comparados pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade. Os híbridos de milho apresentaram bons índices de produção e de produtividade de grãos da cultura (5.673,00 kg ha⁻¹ a 9.599,75 kg ha⁻¹), sendo que as diferenças observadas entre os materiais devem-se às características genéticas dos híbridos tanto em rendimento e produtividade, quanto em resistência a pragas e a doenças.

Palavras-chave: *Zea mays*. Produtividade. Solo. Clima.

Abstract: Currently, hybrid corn has technologies that make it viable to cultivate and improve grain yield, adapting them under more favorable edaphoclimatic conditions for a given region, so that there is less risk of failure. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of six hybrids recommended for high technology cultivation in the region of Itapeva-SP. The experiment was carried out in the agricultural crop of 2015/2016 in "Fazenda Bom Viver", located in the Prestes neighborhood, in the municipality of Itapeva-SP. The experimental design was a randomized complete block (DBC), with four replications and six treatments. The corn hybrids used were: Pioneer 3630 HX; Agrocere AG 7098 PRO; Syngenta Supreme Vip; Biogene 7037 HX; Dekalb 290 PRO and Morgan 30A37 HX. The production and productivity characteristics of the culture were evaluated and the results of the evaluations were submitted to analysis of variance by the F test and later compared by the Scott-Knot test at

5% probability. The maize hybrids presented good production and grain yield rates (5,673.00 kg ha⁻¹ to 9,599,75 kg ha⁻¹), and the observed differences between the materials were due to the genetic characteristics of the hybrids, both in yield and productivity, and in resistance to pests and diseases.

Keywords: Zea mays. Productivity. Soil. Climate.

Introdução

Os agricultores, atualmente, possuem grande número de opções de materiais híbridos de milho para a semeadura, sendo a escolha influenciada pelas condições ambientais da região de cultivo associadas à adaptabilidade do material, tecnologia empregada na condução da lavoura e o custo de produção para o agricultor.

O desempenho agrônômico dos principais materiais recomendados para cada região do Brasil ajuda a especificar as informações de como, quando e onde utilizar, da melhor forma, a tecnologia dos híbridos de milho (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Em sistemas de cultivo de alta tecnologia de produção de grãos, pelo fato de obter um desempenho agrônômico superior para a obtenção de altas produtividades, a reação desses materiais à incidência de determinadas pragas e doenças é muito importante porque estes podem acarretar sérias perdas, sendo que a determinação do rendimento de grãos e a resistência de cultivares de milho, em níveis tecnológicos distintos, são necessárias para a tomada de decisão no manejo e no melhoramento, pois possibilitam a identificação dos fatores limitantes.

Costa *et al.* (2015) afirmaram que é preciso estudos referentes ao manejo agrotecnológico da cultura, para a maximização do potencial produtivo das cultivares recentemente lançadas no mercado. Nesse sentido, o aumento do rendimento de grãos de milho está intimamente ligado ao seu potencial genético. Segundo Bison, Ramalho e Raposo (2003), a obtenção dos materiais híbridos de milho foi a principal causadora do notável aumento da produtividade de grãos da cultura, possibilitando atender à demanda crescente por esse cereal observada no último século.

O desafio dos melhoristas consiste em produzir novos híbridos que possam substituir com vantagens os existentes. Assim, tem-se buscado selecionar híbridos em ambientes de alto potencial produtivo, objetivando, com isso, identificar cultivares mais responsiva e com estabilidade de produção.

Nesse sentido, a avaliação do desempenho agrônômico dos híbridos de milho recomendados para a região de Itapeva-SP se torna importante para o agricultor na escolha do material que melhor apresenta desempenho das características genéticas nas condições edafoclimáticas de cultivo em sistemas de alta tecnologia de produção de grãos.

Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no ano agrícola de 2015/2016 na propriedade “Fazenda Bom Viver”, localizada no bairro dos Prestes, na região de

Itapeva, Estado de São Paulo, situada nas coordenadas geográficas de 23° 58' 56" Sul 48° 52' 32" Oeste, com altitude de 736 metros no local do experimento.

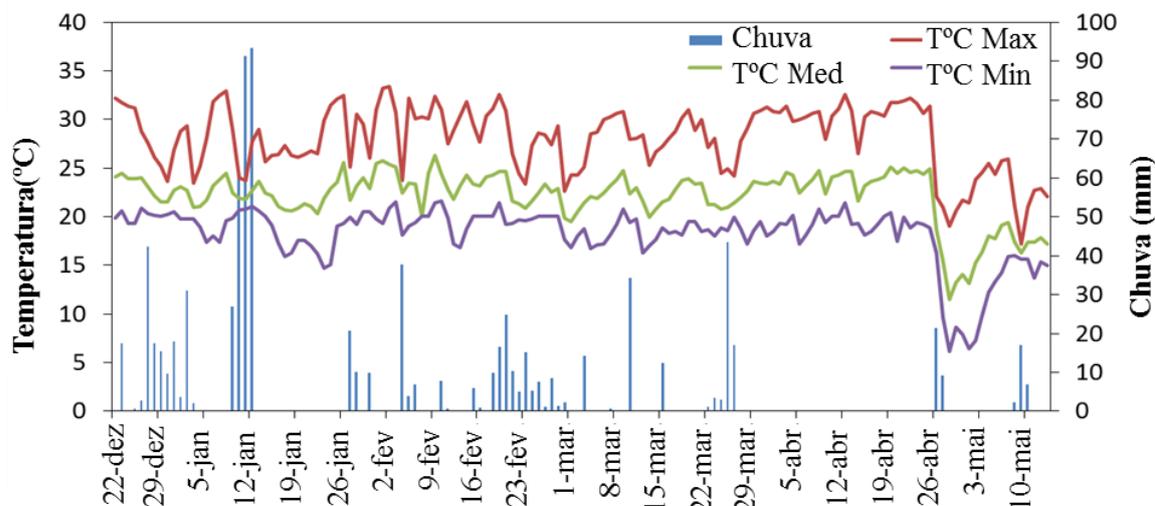
O solo predominante da região é classificado como Latossolo Vermelho – Eutrófico e textura areno-argilosa. A caracterização química e textural do solo foi realizada antes da implantação do experimento nas profundidades de 0-20 cm (Tabela 1), conforme procedimento descrito por Silva (1999).

Tabela 1. Caracterização química e textural do solo antes da implantação do experimento na safra 2015/2016. Itapeva-SP (2016).

Areia	Silte	Argila	S	P	pH	K	Ca	Mg	H+Al	M.O	V	CTC
----- g kg ⁻¹ -----			mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	CaCl ₂	-----	mmolc dm ⁻³	-----	dm ⁻³	g dm ⁻¹	%	mmolc dm ⁻³
177	541	282	6,0	43,0	5,1	4,0	30,0	10,0	40,0	29,0	51,0	82,0

Durante a condução do experimento (22/12/15 a 13/05/2016), com os híbridos de milho, foram utilizados os dados de temperatura do ar (°C) e a precipitação pluviométrica (mm) por meio da estação meteorológica da fundação ABC (Figura 1).

Figura 1. Temperatura e precipitação durante o período de condução de experimento na safra agrícola 2015/2016. Itapeva, SP (2016).



Fonte: Fundação ABC.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e seis tratamentos, totalizando 24 parcelas experimentais (5,2 x 5,2 m), com 27 m² cada, perfazendo uma área total 738 m². A semeadura foi realizada em área anteriormente cultivada com feijão no dia 22 de dezembro de 2015, com 330 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado (N-P-K) 8-28-16 + zinco (Zn) no plantio e em cobertura com 120 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 45-0-0 (N-P-K). O espaçamento utilizado foi de 0,75 metros entrelinha com população de 4,9 sementes por metro linear, correspondendo a 65.000 plantas por hectare.

Os híbridos utilizados no experimento foram recomendados para o cultivo de alta tecnologia na região, sendo seis materiais: Pioneer 3630 HX; Agroceres AG 7098 PRO; Syngenta Supremo Vip; Biogene 7037 HX; Dekalb 290 PRO e Morgan 30A37 HX.

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as práticas adotadas na região pelos agricultores. No tratamento de sementes, foi utilizado imidacloprido + tiodicarb (150 g L⁻¹ i.a + 450 g L⁻¹ i.a) na dose de 300 mL por 100 kg⁻¹ de sementes. Após a emergência (7 DAE), para o controle de cochonilha da raiz e tripses, foram utilizados tiametoxam + lambda cialotrina (140 g L⁻¹ i.a + 104 g L⁻¹ i.a) na dose de 250 mL ha⁻¹ e espalhante adesivo para melhorar a superfície de contato entre os princípios ativos e o alvo de controle.

Para o controle de planta daninhas em estádios iniciais de duas a quatro folhas, foram utilizados atrazina (2,5 kg i.a) na dose de 5 kg ha⁻¹ e tembotriona (420 g L⁻¹ i.a) na dose de 250 mL ha⁻¹ e, para o controle de lagartas no milho aos 20 DAE e no estádio V₇, foram utilizados teflubenzuron (140 g L⁻¹ i.a) na dose de 100 mL ha⁻¹ e metomil (215 g L⁻¹ i.a) na dose de 600 mL ha⁻¹.

Para as características de produção e produtividade foram realizadas as seguintes avaliações:

- *Diâmetro de colmo (mm)*: através de um paquímetro digital, foi avaliada a circunferência do caule a 30 cm do solo.

- *Altura das plantas e espigas (m)*: foram realizadas no mesmo momento, no estádio R₅ (grão farináceo), as medidas de altura de planta com auxílio de uma régua graduada de 5 m, sendo aferida do solo até a inserção do pendão e altura da espiga, aferida do solo a inserção da espiga.

- *Avaliações de produção e produtividade*: na ocasião da colheita, foi avaliada a quantidade de fileiras por espiga (un), a quantidade de grãos por fileiras (un), o peso de mil grãos (kg) e a produtividade (kg ha⁻¹). Para a aferição da produtividade, foi coletado 6 m² de cada parcela manualmente (36 plantas ao total), que foram debulhados por uma máquina debulhadora Penha®. A umidade dos grãos foi descontada no secador e corrigida para o valor de 13%, usando a Equação 1:

$$TD = UI (\%) - UA \times 1,2 \quad (1)$$

em que, TD = total de desconto; UI = umidade atual; UA = umidade de armazenamento (13%); e 1,2 = fator de correção do produto relacionado a capacidade efetiva de secagem do secador.

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA), pelo teste F, e quando houve significância ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo Teste de Scott-Knott, a 95% de confiança, por meio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

Resultados e Discussão

De maneira geral, o experimento demonstrou uma boa condução em campo, uma vez que os coeficientes de variação (CV) foram todos baixos, como o CV da

produtividade que foi todas abaixo de 20%, sendo considerados excelentes para um experimento em campo (GOMES, 2000; BANZATTO; KRONKA, 1989).

Os diferentes híbridos de milho evidenciaram alturas de plantas diferentes em todo o ensaio. De maneira geral, o híbrido Agrocere AG 7098 PRO apresentou maiores resultados de altura de plantas (3,21 m) com diferenças significativas em relação aos demais híbridos e um desvio padrão de 0,37 metros. O híbrido Morgan 30A37 HX obteve as menores alturas de plantas, com valores médios de 2,02 m.

Em relação à altura de inserção da espiga, os híbridos que apresentaram diferenças estatísticas significativas foram o Agrocere AG 7098 PRO e o Dekalb 290 PRO com 1,22 e 1,27 m, respectivamente. Para a variável diâmetro do colmo, o híbrido Agrocere AG 7098 PRO obteve maior desenvolvimento (21,6 mm), demonstrando diferenças significativas entre os demais híbridos e um desvio padrão de 1,64 mm.

De acordo com Zucareli *et al.* (2013), o menor desenvolvimento do colmo pode ser relacionado ao maior acamamento e quebraimento das plantas. Resultados distintos para o diâmetro de colmo entre os híbridos avaliados também foram relatados por outros autores (KAPPES *et al.*, 2011; HANASHIRO; MINGOTTE; FORNASIERI FILHO, 2013), porém não foi evidenciado acamamento nos híbridos testados neste ensaio. O menor diâmetro do colo foi observado no híbrido Morgan 30A37 HX (18,72 mm) e no híbrido Supremo VIP (18,97 mm) (Tabela 3).

Tabela 3. Altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga (IES) e diâmetro do colmo (DC) do ensaio de milho na região de Itapeva-SP

Híbridos	AP (m)	IES (m)	DC (mm)
Pioneer 3630HX	2,29 b	1,047 b	20,21 b
Agrocere AG 7098PRO	3,21 a	1,222 a	21,65 a
Supremo VIP	2,29 b	1,135 b	18,97 c
Biogene 7037 HX	2,29 b	1,085 b	20,40 b
Dekalb 290PRO	2,39 b	1,265 a	20,00 b
Morgan 30A37 HX	2,02 c	1,085 b	18,72 c
Desvio Padrão	0,377	0,141	1,64
Média	2,421	1,139	2,001
C.V. (%)	16%	7,4%	1,36%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Em relação ao número de fileiras por espiga e ao número de grãos por fileira, os diferentes híbridos não apresentaram diferenças significativas. Os valores médios para todos os híbridos foram de 15,93 fileiras por espiga e 34,6 grãos por fileiras, valores considerados dentro da normalidade padrão dos híbridos, uma vez que, segundo Marchão *et al.* (2005), a explicação pode estar relacionada ao fato de que o potencial de produção é definido, no primeiro estágio de desenvolvimento, quando ocorre o início do processo de diferenciação floral e a formação dos primórdios da panícula e da espiga, não havendo ainda uma influência significativa da competição por plantas no ambiente.

Na avaliação do peso de 1000 grãos, os híbridos expressaram resultados distintos. De maneira geral, os híbridos Biogene 7037 HX e Morgan 30A37 HX foram os que demonstraram os maiores pesos de 1000 grãos, sendo observados os valores de 343,7 e 339,0 g, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Número de fileiras por espiga (FE), número de grãos por fileira (GF), peso de 1000 grãos (PMG) e produtividade do ensaio de milho (PROD) na região de Itapeva-SP, Safra 2015/16

Híbridos	FE (un)	GF (un)	PMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Pioneer 3630 HX	16,0 a	33,00 a	316,0 b	9.929,01 a
Agroceres AG 7098 PRO	17,5 a	31,25 a	275,0 b	8.520,5 a
Supremo VIP	16,0 a	35,75 a	260,25 b	5.674,75 b
Biogene 7037 HX	15,0 a	35,75 a	343,75 a	8.528,75 a
Dekalb 290 PRO	16,0 a	33,00 a	279,0 b	7.841,25 a
Morgan 30A37 HX	15,5 a	37,75 a	339,0 a	9.599,75 a
Desvio Padrão	1,09	2,24	35,52	1.643,43
Média	15,93	34,63	302,17	8.349,0
C.V. (%)	10,94%	9,77%	8,58%	14,24%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knot a 5% de probabilidade

No estudo de Silva, Francischini e Martins (2015), os autores perceberam que a massa de 1000 grãos não contribuiu para a obtenção de maior produtividade. Em outros estudos, foi constatada variação da massa de grãos em função de híbridos, corroborando com resultados deste estudo (PERIN *et al.*, 2009; MODOLO *et al.*, 2010; GILO *et al.*, 2011; KAPPES *et al.*, 2011; VILELA *et al.*, 2012; HANASHIRO; MINGOTTE; FORNASIERI FILHO, 2013; SILVA; FRANCISCHINI; MARTINS, 2015). Contudo, nos resultados de Zucareli *et al.* (2013), avaliando genótipos de híbridos simples no cultivo de safrinha, não ocorreram diferenças entre os materiais para o peso de 1000 grãos. Os mesmos autores relatam que ocorreu escassez hídrica da terceira à quinta semana após a semeadura, o que impediu a realização da adubação nitrogenada de cobertura (estádio V₆), tendendo afetar o enchimento de grãos na fase de maturação, refletindo nas características de número de grãos por fileira, comprimento de espiga e massa de 100 grãos.

Neste ensaio, houve precipitação regular durante todo o ciclo da cultura (Figura 1), o que favoreceu a eficiência das práticas de adubação. Segundo Amaral Filho *et al.* (2005), a adubação nitrogenada aumenta linearmente o número de grãos por espiga e a massa de 1.000 grãos de milho cultivado na primeira safra no sistema de plantio direto.

Em relação à produtividade, os híbridos apresentaram produtividades satisfatórias no ensaio, maiores do que a média do país apresentada na safra 17/18 de 5.556 kg/ha⁻¹ (CONAB, 2018). O híbrido Supremo-VIP foi o único material que apresentou uma baixa produção, diferenciando significativamente dos demais materiais de milho. O Supremo-VIP obteve uma produção de 5.674,75 kg ha⁻¹, enquanto a média de produção dos demais híbridos foi de 8.349,0 kg ha⁻¹ (Tabela 4). O

fato de o híbrido Supremo VIP ter apresentado menores produtividades sugere ser devido à maior susceptibilidade à doença mancha branca, causada pela bactéria *Pantoea ananatis*, incidente no período reprodutivo da cultura, quanto em relação aos demais híbridos avaliados, em que apresentaram menores severidades da doença.

Modolo *et al.* (2010), avaliando híbridos de milho simples sob diferentes espaçamentos na região Sudoeste do Paraná, não verificaram diferenças na média de produtividade de grãos ($7.347,17 \text{ kg ha}^{-1}$) e relacionaram tal fato à arquitetura semelhante dos mesmos. Entretanto, Freitas *et al.* (2009), que também avaliaram híbridos simples na região Sudoeste de Goiás, verificaram produtividades distintas entre os mesmos, variando de $5.151,0 \text{ kg ha}^{-1}$ a $6.624,0 \text{ kg ha}^{-1}$, o que corrobora com o presente ensaio na região de Itapeva-SP, evidenciando que as características de produtividade podem ser expressas pelo genótipo e são ocasionadas pelo ambiente de produção, como uso de cultivares e práticas de manejo adequadas, condições edafoclimáticas favoráveis à cultura e utilização eficiente dos insumos agrícolas, destacando o controle de pragas e de doenças.

De acordo com os resultados deste estudo entre os componentes de produção e a produtividade de grãos (Tabela 4), é importante ponderar que o número de grãos por espiga e peso de 1000 grãos, embora neste experimento apresentasse baixa relação com a produtividade, sendo observado pelos resultados do híbrido Pioneer 3630 HX, no qual obteve maior produtividade (9.929 kg ha^{-1}) e menor PMG (316,0 g), quando comparado com o híbrido Morgan 30A37 HX ($9.599,75 \text{ kg ha}^{-1}$, PMG de 339,0 g) e Biogene 7037 HX ($8.528,75 \text{ kg ha}^{-1}$, PMG de 343,75 g), esses parâmetros têm demonstrando que são componentes que acabam por integrar o peso de espigas e a produtividade.

Lopes *et al.* (2007) reportaram que a seleção de espigas com maior número de grãos e maior peso de grãos tem efeito direto sobre o aumento do peso de grãos por espiga nos híbridos simples de milho. Balbinot Junior *et al.* (2005), utilizando 24 variedades de polinização aberta (VPA), observaram que o número de grãos por fileiras e o peso de 1000 grãos foram as variáveis da produção que mais influenciaram na produtividade, o que não corroborou com este presente estudo nas observações realizadas para a fileira por espigas, grãos por fileiras e peso de 1000 grãos, não havendo diferenças estatísticas entre os híbridos.

Outro fato que pôde ser relevante durante este ensaio foi o período de “veranico” ocorrido no enchimento de grãos entre o final da segunda quinzena de março e a primeira quinzena de abril (Figura 1), no qual pode ter prejudicado o incremento de produção e produtividade de alguns híbridos nessas condições climáticas que, eventualmente, dependendo do ano/safra, podem ocorrer.

Conclusões

Os híbridos Pioneer 3630 HX e Morgan 30A37 HX apresentaram maior adaptação e produtividades em sistemas de cultivo de alta tecnologia nas condições edafoclimáticas de Itapeva-SP. O híbrido Supremo VIP apresentou menor adaptação e rendimento de produção, sendo influenciado pela susceptibilidade à doença mancha branca durante o período do experimento.

Referências

- AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.R. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.467-473, 2005.
- BALBINOT JUNIOR, A.; BACKES, R.; ALVES, A.; OGLIARI, J; FONSECA, J. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 161-166, 2005.
- BANZATTO, D.A., KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247 p.
- BISON, O.; RAMALHO, M.A.P.; RAPOSO, F.V. Potencial de híbridos simples de milho para extração de linhagens. *Ciência e Agrotécologia*, Lavras, v. 27, n. 2, p. 348-355, 2003.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*, v. 5, Safra 2017/18 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-132 janeiro, 2018.
- COSTA, K. D. D. S. et al. Avaliação de genótipos de milho em diferentes densidades populacionais. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 11, n. 1, p. 27- 36, 2015.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.
- FREITAS, M. B.; RIBEIRO, J. M. M.; PERIN, A.; JUNIOR, H. R. S.; SILVA, A. Produtividade e incidência de grãos ardidos em híbridos de milho cultivados no Sudoeste de Goiás. *Revista Agrarian*, v. 2, p. 73-81, 2009.
- GILO, E. G.; SILVA JUNIOR, C. A.; TORRES, F. E.; NASCIMENTO, E. S.; LOURENÇÃO, A. S. Comportamento de híbridos de milho no cerrado sulmato-grossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. *Bioscience Journal*, v. 27, p. 908-914, 2011.
- GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.
- HANASHIRO, R. K.; MINGOTTE, F. L. C.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. *Científica*, v. 41, p. 226-234, 2013.
- KAPPES, C.; ANDRADE J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. *Bragantia*, v. 70, p. 334-343, 2011.

LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D. C.; STORCK, L.; DAMO, H. P.; BRUM, B.; SANTOS, V. J. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 06, p. 1536-1542, 2007.

MARCHÃO, R. L. BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M.; GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho em espaçamento reduzido entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 35, n. 2, p.93-101, 2005.

MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGELLO, E.; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, p. 435-441, 2010.

OLIVEIRA S.J.R.; FEIJÓ, S.; STORCK, L.; LOPES, S.J.; MARTINI, L.F.D.; DAMO, H.P. Substituindo o uso de bordaduras laterais por repetições em experimentos com milho. *Ciência Rural*, v.35, n.1, p.10-15, 2005.

PERIN, A.; GUARESCHI, R. F.; JUNIOR, H. R. S.; SILVA, A.; AZEVEDO, W. R. Produtividade de híbridos de milho na safrinha em Goiás. *Revista Agrarian*, v. 2, p. 19-28, 2009.

SILVA, F. C. *Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes*. Brasília, EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia, 1999.

SILVA, A. G.; FRANCISCHINI, R.; MARTINS, P. D. S. Desempenhos agronômico e econômico de cultivares de milho na safrinha. *Revista Agrarian*, v. 8, p. 1-11, 2015.

VILELA, R. G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F. H.; GITTI, D. C.; FERREIRA, J. P. Desempenho agronômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. *Bioscience Journal*, v. 28, p. 25-33, 2012.

ZUCARELI, C.; OLIVEIRA, M. A.; SPOLAOR, L.T.; FERREIRA, A. S. Desempenho agronômico de genótipos de milho de segunda safra na região Norte do Paraná. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 12, p. 227-235, 2013.

Desenvolvimento de plantas de arroz submetidas a aplicação de ácido giberélico

Influence of the application of gibberelic acid in the development of rice plants

*Roméria Carvalho Rocha*¹; *Glauce Portela de Oliveira*²

¹ Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande, Mato Grosso, Brasil.
E-mail: romeria_39@hotmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil.

Resumo: A cultura do arroz possui grande relevância mundial devido a sua importância na alimentação da população. Assim, estudos que visem um melhor desenvolvimento das plantas se fazem necessários. O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o crescimento de plantas de arroz, cultivar Cambará, submetidas a diferentes doses de ácido giberélico. Utilizaram-se quatro tratamentos, descritos por uma testemunha e três soluções de ácido giberélico, compostas por 25%, 50% e 100% de concentração. O uso do ácido giberélico em plantas de arroz cultivar Cambará, independente da dose, promoveu aumento no comprimento de raiz, no comprimento de parte aérea, na massa seca de raiz e na massa seca de parte aérea das plantas de arroz. O tratamento promissor para o crescimento das plantas foi o uso de solução de ácido giberélico com 100% de concentração (1g de ácido giberélico por litro de água).

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Cambará. GA₃.

Abstract: Rice cultivation has great global relevance due to its importance in feeding the population. Thus, studies aiming at a better development of the plants are necessary. The work was carried out with the objective of evaluating the growth of rice plants, Cambara cultivar, submitted to different doses of gibberellic acid. Four treatments, described by one control and three gibberellic acid solutions, composed of 25%, 50% and 100% concentration were used. The use of gibberellic acid in rice plants Cambará cultivar, regardless the dose, promoted increase in root length, shoot length, root dry mass and shoot dry mass of rice plants. The promising treatment for plant growth was the use of gibberellic acid solution with 100% concentration (1 g gibberellic acid per liter of water).

Keywords: *Oryza sativa*. Cambará. GA₃.

Introdução

O arroz está entre os cereais mais consumidos no mundo, sendo o Brasil o nono maior produtor mundial da cultura. De acordo com estimativas da Conab (2015), a cultura do arroz terá uma leve redução na safra 2015/16, na área plantada entre 1% e 3,2% em relação à safra passada 2014/15, ficando evidenciada em quase todos os estados produtores.

Em relação à produtividade, a redução prevista será de 1,6% na média nacional, estimada em 5.335 kg/ha, em todos os estados no decorrer da safra, inclusive na região Centro-Oeste, onde o arroz é utilizado para abertura de áreas novas, o que vem reduzindo ano a ano (CONAB, 2015).

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma espécie hidrófila, cujo processo evolutivo tem levado à sua adaptação às mais variadas condições ambientais. É considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, constituindo-se um alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas. O arroz se destaca pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto em nível econômico quanto social para os povos das nações mais populosas da Ásia, África e América Latina (SANTOS; RABELO, 2008).

É uma cultura que apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições de solo e clima, sendo a espécie com maior potencial de aumento de produção e, possivelmente, de combate à fome no mundo. Aproximadamente, 90% de todo o arroz do mundo é cultivado na Ásia em mais de 250 milhões de pequenas propriedades, no sistema irrigado (SANTOS; RABELO, 2008).

Entretanto, fatores ambientais, como ação do vento e da chuva, excesso de nitrogênio, altura da lâmina de água e características genéticas de cada cultivar, afetam o desenvolvimento da cultura (ISMAIL *et al.*, 2009), como a estatura da planta, o peso da panícula e, principalmente, a formação de sistema radicular adequado, amplo e profundo (TINARELLI, 1989).

A fim de solucionar esses problemas, tem-se o uso de hormônios ou biorreguladores que atuam em todas as fases de desenvolvimento das plantas, e o conhecimento de seus efeitos fisiológicos é fundamental para a compreensão da vida dos vegetais. Novas descobertas têm estimulado a utilização dessas substâncias na produção agrícola, com vistas ao aumento da qualidade e da sustentabilidade dos cultivos (GROHS *et al.*, 2012).

Promotores e inibidores do crescimento, reguladores de maturação e bioestimulantes vegetais têm composto diversos sistemas de produção, como os de algodão, cana-de-açúcar, soja, citros, manga, uva, flores, hortaliças, entre outros (GROHS *et al.*, 2012).

Dependendo de seu modo de ação, essas substâncias podem estimular a germinação das sementes por meio da quebra de dormência (KÜLEN *et al.*, 2011) ou de estímulos ao metabolismo de enzimas hidrolíticas, que controlam etapas da divisão celular, como as giberelinas (O'BRIEN *et al.*, 2010), ou que induzem processos de autodefesa da planta, como os inseticidas da classe dos neonicotinoides (FORD *et al.*, 2010).

As giberelinas (GAs) regulam a mobilização de reservas em grãos de cereais e transformam anões genéticos de milho, de ervilha e de arroz em plantas de altura normal (AMARAL, 2008).

Dessa forma, a utilização da giberelina, no cultivo do arroz, pode ser uma estratégia interessante para garantir um melhor desenvolvimento da planta.

Na busca de resultados que evidenciem sua utilização correta, objetivou-se avaliar o crescimento de plantas de arroz submetidas a diferentes doses de ácido giberélico.

Material e métodos

Os ensaios foram conduzidos no campus experimental do UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande-MT, em casa de vegetação.

Plantas de arroz da cultivar Cambará foram submetidas a tratamentos com soluções de ácido giberélico. Foram preparados quatro tratamentos, compostos por: solução com 25% de ácido giberélico; solução com 50% de ácido giberélico; solução com 100% de ácido giberélico e testemunha (plantas sem tratamento). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco blocos.

Para a composição das soluções dos tratamentos descritos, o ácido giberélico foi dissolvido em 10 ml de álcool (70%) e, após, solubilizado em água destilada até completar um litro da solução. O tratamento a 25% foi usado 0,25 g de ácido giberélico; 50% - 0,5 g de ácido giberélico e 100% - 1 g de ácido giberélico.

Utilizaram-se vasos com capacidade para cinco litros, composto por solo de textura arenosa. Em cada vaso, foram semeadas dez sementes de arroz.

O experimento foi disposto em casa de vegetação, com irrigação realizada duas vezes ao dia por meio de aspersores (início da manhã e final da tarde).

Aos vinte e um dias após a emergência, as plantas foram submetidas à aplicação dos tratamentos, feita por meio de um borrifador manual, de modo que toda a parte aérea da planta ficasse recoberta pela solução.

Posteriormente, quinze dias às aplicações, as plantas foram retiradas dos vasos, e limpas para retirada do excesso de solo. Separou-se a raiz e a parte aérea e procedeu-se avaliação das variáveis comprimento de raiz e comprimento de parte aérea, com auxílio de régua graduada. Ainda, massa seca de raiz e massa seca de parte aérea, em que as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação de ar a 60° por um período de 72 horas. Após esse período, foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,001g. Os resultados foram expressos em grama (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultado e discussão

A Tabela 1 apresenta as médias das variáveis comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA).

Avaliando o comprimento de raiz e o comprimento de parte aérea, notou-se que não houve diferença significativa da testemunha para os tratamentos a 25% e 50% de ácido giberélico. Entretanto, quando as plantas foram submetidas ao tratamento composto por 100% de concentração de ácido giberélico, observou-se aumento de 43% no comprimento de raiz e de 64% no comprimento de parte aérea.

Tabela 1. Médias das variáveis comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca de raiz e massa seca de parte aérea de plantas de arroz, cultivar Cambará, submetidas ao tratamento com ácido giberélico

TRATAMENTOS	CR (cm)	CPA (cm)	MSR (g)	MSPA (g)
Testemunha	13,60 B	42,45 B	0,03 C	0,62 C
25%	13,93 B	47,63 B	0,06 B	0,71 B
50%	15,48 B	55,43 B	0,08 AB	0,78 B
100%	19,57 A	69,90 A	0,10 A	0,87 A
CV(%)	14,49	16,04 a	29,06	12,95

*Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Yamagushi (2008), as giberelinas (ácido giberélico) são eficientes em estimular o alongamento do mesocótilo, por conferir rápido desenvolvimento da parte aérea das plântulas. Esse efeito pode, em um primeiro momento, estimular o desenvolvimento radicular. Isso porque a presença de ácido giberélico atua sobre a atividade das citocininas, hormônio responsável pelo crescimento das raízes (LEITE; ROSOLEM; RODRIGUES, 2003; GAZZONI, 2009).

Resultado comum foi observado em trabalho desenvolvido por Broch, Possenti e Bevilaqua (1997), que constataram que o ácido giberélico aumentou em 43% o comprimento da parte aérea de plântulas de arroz em sementes pré-germinadas, tendo, portanto, um efeito benéfico e altamente significativo no crescimento de plântulas de arroz. Esses dados corroboram com Dunand, Dilly Jr. e Meche (1989), que afirmam que o ácido giberélico realça o vigor de plântulas de arroz, aumentando o comprimento de plântulas.

Na avaliação das variáveis massa seca de raiz e de parte aérea, observou-se que a aplicação das soluções de ácido giberélico, independente da concentração, proporcionaram maior desenvolvimento das plantas de arroz, sendo que a concentração 100% de ácido giberélico proporcionou aumento de 40% no peso de parte aérea.

Broch, Possenti e Bevilaqua (1997) constataram um efeito benéfico do ácido giberélico, proporcionando um ganho de 18% no peso da massa seca do sistema radicular e aumentando em 20% o peso de matéria seca da parte aérea em relação à testemunha. Portanto, o ácido aumentou o metabolismo das plantas, proporcionando ganho no acúmulo de matéria seca.

O ácido giberélico proporciona aumento no estande e estabelecimento mais rápido das plântulas de arroz, evidenciado pela maior sobrevivência, comprimento e peso de matéria seca da parte aérea (SOUSA; BORTOLON, 2002).

Conclusão

O uso do ácido giberélico em plantas de arroz cultivar Cambará, independente da dose, proporcionou aumento no comprimento de raiz, no comprimento de parte aérea, na massa seca de raiz e na massa seca de parte aérea de plântulas.

A aplicação da solução na concentração de 1 g de ácido giberélico por litro de água entre as doses testadas promoveu o maior crescimento das plantas de arroz.

Referências

AMARAL, L. I. V. *Os hormônios vegetais*. Universidade Estadual de Santa Catarina, 2008. 26 p. (Boletim técnico, 20).

BROCH, D. L.; POSSENTI, J. C.; BEVILAQUA, G. A. P. Influência da lâmina de água e de reguladores de crescimento no estabelecimento do arroz pré-germinado. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.3, p. 51-57, 1997.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*, v. 3, n.1, 2015.

DUNAND, R. T.; DILLY JR. R.R.; MECHE, G.A. A plant growth regulator to improve rice seedling vigour. *Rice Research Station*. Crowley: Louisiana. 1989. 4p.

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

FORD, K. A.; CASIDA, J. E.; CHANDRAN, D.; GULEVICH, A. G.; OKRENT, R. A.; DURKIN, K. A.; SARPONG, R.; BUNNELLE, E. M.; WILDERMUTH, M. C. Neonicotinoid insecticides induce salicylate-associated plant defense responses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v.107, p.17527-17532, 2010.

GAZZONI, D. L. Hormônios vegetais. In: GAZZONI, D. L. (Ed.). *Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira*. São Paulo: Vozes, 2009.

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; FORMENTINI, T. C.; OLIVEIRA, M. L. Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.47, p.776-783, 2012.

ISMAIL, A. M.; ELLA, E. S.; VERGARA, G. V.; MACKILL, D. J. Mechanisms associated with tolerance for flooding during germination and early seedling growth in rice (*Oryza sativa*). *Annals of Botany*, v.103, p.197-209, 2009.

KÜLEN, O.; STUSHNOFF, C.; DAVIDSON, R. D.; HOLM, D. G. M. Gibberellic acid and ethephon alter potato minituber bud dormancy and improve seed tuber yield. *American Journal of Potato Research*, v.88, p.167-174, 2011.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. *Scientia Agricola*, v.60, p.537-541, 2003.

O'BRIEN, R.; FOWKES, N.; BASSOM, A. P. Models for gibberellic acid transport and enzyme production and transport in the aleurone layer of barley. *Journal of Theoretical Biology*, v.267, p.15-21, 2010.

SANTOS, A. B.; RABELO, R. R. *Cultivo do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins*. 2008. Sistemas de produção - EMBRAPA.

SOUSA, R. O.; BORTOLON, L. Crescimento radicular e da parte aérea do arroz (*oryza sativa*) e absorção de nutrientes, em solução nutritiva com diferentes concentrações de ácido acético. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 8, p. 231-235, 2002.

TINARELLI, A. *El arroz*. 2. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 575p.

YAMAGUCHI, S. Gibberellin metabolism and its regulation. *Annual Review of Plant Biology*, v.59, p.225-251, 2008.

Efeito do adubo de liberação lenta no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular de mudas de café arábica

Effect of slow release fertilizer on growth and development of the root system of the Arabica coffee plants

Paulo César Oliveira¹; Kleso Silva Franco Junior²; Giselle Prado Brigante²; Tamara Machado da Silva¹

¹ Alunos de Graduação em Agronomia do Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado.

² Engenheiro Agrônomo, Prof. do curso de Agronomia do Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado.

Resumo: O café é uma das principais *commodities* agrícola do Brasil, onde se encontram condições edafoclimáticas favoráveis para a produção. A implantação da cultura é uma das etapas de grande investimento, com reflexos diretos na produção e na vida útil da lavoura, sendo necessária uma atenção especial com a utilização de mudas de alto padrão de qualidade. Dessa forma, visando formas de produção de mudas com um sistema radicular e parte aérea bem desenvolvidos, o experimento objetivou avaliar a utilização de diferentes proporções de adubos de liberação lenta, a fim de verificar os resultados na produção de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L). Foi realizado no Sítio Barreiro, no ano de 2017, em viveiro não comercial, com cinco tratamentos e quatro repetições cada. Foi utilizado delineamento experimental de blocos casualizados. Para cada tratamento, foram feitas misturas contendo terra, esterco bovino curtido e substrato, nas proporções de 3 por 1 (180 L de terra para 60 L de esterco) total de 240 L. Adicionando os adubos nos mesmos da seguinte forma: T₁ substrato mais superfosfato simples 1,500 g, e cloreto de potássio 500 g; T₂ substrato mais adubo de liberação lenta 800 g, T₃ substrato mais adubo de liberação lenta 1000g, T₄ substrato mais adubo de liberação lenta 600 g, T₅ substrato mais adubo de liberação lenta 400g. O adubo de liberação lenta na dosagem de 800g para a mistura de terra e esterco bovino curtido mostrou-se eficiente para a produção de mudas de café de qualidade com sistema radicular e parte aérea.

Palavras-chave: Adubação. Cafeicultura. Ciclus.

Abstract: Coffee is one of the main agricultural commodities in Brazil, where there are favorable edaphoclimatic conditions for production. The implantation of the crop is one of the stages of great investment, with direct effects on the production and the useful life of the crop, being necessary a special attention with the use of seedlings of high quality standard. The objective of this experiment was to evaluate the use of different proportions of slow - release fertilizers in order to verify the results in the production of arabica coffee plants (*Coffea arabica* L). It was carried out in Sitio Barreiro, in the year 2017, in a non-commercial plant nursery, with 5 treatments and 4 replications each. A randomized complete block design was used. For each treatment mixtures containing soil, tanned bovine manure and substrate were used, in the proportions of 3 to 1 (180 L of land to 60 L of manure) total of 240 L. Adding the fertilizers therein as follows, T₁ substrate plus simple superphosphate 1,500 g, and potassium chloride 500

g; T₂ substrate plus slow release fertilizer 800g, T₃ substrate plus slow release fertilizer 1000 g, T₄ substrate plus slow release fertilizer 600 g, T₅ substrate plus slow release fertilizer 400 g. The slow-release fertilizer at the dosage of 800 g for the mixture of soil and bovine manure showed to be efficient for the production of quality coffee seedlings with root system and aerial part.

Keywords: Fertilizing Coffee Growers. Ciclus.

Introdução

A cadeia produtiva do café é composta por vários processos, desde a produção até a colocação do produto no mercado de destino, que irão gerar impactos positivos sobre a produtividade, a competitividade e a qualidade final do produto, assim sendo, o sucesso da produção cafeeira irá depender também da qualidade das mudas, que devem ser saudáveis e vigorosas, para que se consiga um resultado satisfatório (BLISKA *et al.*, 2007).

De acordo com Nasser (2010), é fundamental a importância no processo de formação de mudas para o sucesso da lavoura cafeeira. Pesquisas indicam que a longevidade da planta, aspecto desejável por se tratar de cultura perene, depende da qualidade da muda plantada (PEREIRA, 2008).

A utilização de sementes na formação de mudas saudáveis depende em grande parte da utilização de sementes de boa qualidade (FRANZIN *et al.*, 2005).

A produção de mudas de café por sementes apresenta algumas vantagens como a facilidade de plantio, a redução do custo de formação do cafezal e, principalmente, o desenvolvimento radicular em profundidade (ASCANIO, 1994).

Uma das formas de produção de mudas pode ser feita por meio de saquinhos, não exigindo treinamento específico e possuindo baixo custo de implantação, apesar de exigir maior volume de substratos.

Sendo assim, a formação do fruto de qualidade depende do cuidado na seleção das sementes, o tamanho das mesmas, as condições climáticas, as características do solo, a disponibilidade de água e o uso de substratos adequados.

Este trabalho visa um enfoque na eficiência dos substratos de liberação lenta (tecnologia de polímero) e suas doses, entre todas as outras necessidades para uma boa produção de mudas de café de qualidade.

Materiais de Métodos

O experimento foi realizado no ano de 2017, no Sítio Barreiro, situado às margens da BR-369, no município de Campo Gerais, em Minas Gerais. Coordenadas geográficas de 21° 14' 06'' S de latitude e 45° 45' 31'' W de longitude. O município encontra-se a altitude média de 843m com área de 771,3 km² (IBGE, 2017).

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: (i) T₁: substrato mais superfosfato simples 1,500 g e cloreto de potássio 500 g; (ii) T₂: substrato mais adubo de liberação lenta 800 g, (iii) T₃ substrato mais adubo de liberação lenta 1000 g, (iv) T₄ substrato mais adubo de liberação lenta 600 g e, (v) T₅ substrato mais adubo de

liberação lenta 400 g. Para cada tratamento, foram feitas misturas contendo terra, esterco bovino curtido e substrato, nas proporções de 3 por 1 (180 L de terra para 60 L de esterco) total de 240 L. A mistura do adubo com os substratos foi feita com auxílio de uma enxada, até obter a uniformidade da mistura. Os recipientes utilizados foram saquinhos de polietileno, com 64 furos e com dimensões de 11x20cm, os quais foram preenchidos com substratos até a sua capacidade. As sementes utilizadas foram de produção própria, da cultivar Mundo Novo 376/4. mudas nos recipientes.

Os dados foram coletados aos 216 dias após a adubação, onde todas as plantas foram destorroadas com o auxílio de uma caixa cheia de água, para, assim, evitar danos às raízes e às radículas das mudas. Depois, foram encaminhadas para o laboratório do Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado – CESEP. No laboratório, as mudas foram separadas em parte aérea e radicular, e assim foram iniciadas as medições dos parâmetros, seguindo a metodologia dos tratamentos para validar o sentido da estatística a ser rodada. Para pesagem, foi utilizada uma balança de precisão e, para medir, foi utilizada uma régua em centímetros, avaliando os dados médios do comprimento de raiz, média da massa do sistema radicular, dados médios do comprimento da parte aérea e média da massa da parte aérea.

Após a primeira etapa de avaliação de matéria verde, as plantas foram encaminhadas à dessecação em uma estufa de ar quente, sendo acondicionadas em sacos de papel e identificados seus respectivos tratamentos para a avaliação dos seguintes parâmetros: média da massa seca do sistema radicular e da parte aérea.

Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de significância, utilizando o software SISVAR ® (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

Para o parâmetro apresentado na tabela 1, comprimento da raiz, os tratamentos 2 e 4 foram estatisticamente superiores aos demais.

Seguindo o parâmetro da massa verde sistema radicular, nota-se superioridade estatística entre os tratamentos T2=800g e T4=600g, pois apresentaram desempenho superior estatístico, conforme se observa nas tabelas 2 e 3.

Tabela 1. Dados médios do comprimento de raiz de mudas de café submetidas a diferentes tipos de adubação

Tratamento	Comprimento de raízes (cm planta ⁻¹)
1 (Controle)	22,66 B
2 (800 g de adubo de liberação lenta)	25,00 A
3 (1 kg de adubo de liberação lenta)	23,66 B
4 (600 g de adubo de liberação lenta)	24,33 A
5 (400 g de adubo de liberação lenta)	22,33 B
CV %	1,27

Medias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott 5%.

Tabela 2. Resultado médio da massa verde do sistema radicular de mudas de café

Tratamento	Massa verde do sistema radicular (g planta⁻¹)
1 (Controle)	3,06 B
2 (800 g de adubo de liberação lenta)	4,13 A
3 (1 kg de adubo de liberação lenta)	3,84 B
4 (600 g de adubo de liberação lenta)	4,05 A
5 (400 g de adubo de liberação lenta)	2,97 B
CV %	1,15

Medias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott 5%.

Tabela 3. Resultado médio do comprimento da parte aérea de mudas de café

Tratamento	Comprimento parte aérea (cm planta⁻¹)
1 (Controle)	17,33 B
2 (800 g de adubo de liberação lenta)	22,50 A
3 (1 kg de adubo de liberação lenta)	22,00 A
4 (600 g de adubo de liberação lenta)	20,16 B
5 (400 g de adubo de liberação lenta)	19,83 B
CV %	2,78

Medidas seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott 5%.

Os tratamentos 2 e 3 mostraram superiores estatisticamente em relação aos demais. A massa fresca da parte aérea da muda desenvolveu melhor fazendo uso de adubo de liberação lenta no tratamento T2=800g e T3=1000g, conforme se observa nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4. Resultados médios da massa fresca da parte aérea de mudas de café

Tratamento	Massa fresca da parte aérea (g planta⁻¹)
1 (Controle)	5,54 B
2 (800 g de adubo de liberação lenta)	8,73 A
3 (1 kg de adubo de liberação lenta)	8,89 A
4 (600 g de adubo de liberação lenta)	7,99 B
5 (400 g de adubo de liberação lenta)	6,29 B
CV %	3,37

Medidas seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott 5%.

Tabela 5. Resultados médios da massa seca da parte aérea de mudas de café

Tratamento	Massa seca da parte aérea (g planta ⁻¹)
1 (Controle)	1,19 B
2 (800 g de adubo de liberação lenta)	1,99 A
3 (1 kg de adubo de liberação lenta)	1,61 B
4 (600 g de adubo de liberação lenta)	1,55 B
5 (400 g de adubo de liberação lenta)	1,50 B
CV %	0,73

Medidas seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott 5%

Avaliando a massa seca do sistema radicular, o tratamento 2, que contava com 800g de adubo de liberação lenta, foi superior estatisticamente aos demais tratamentos, justificando o uso da adubação de liberação lenta, corroborando com o trabalho de Serrano *et al.* (2006), os quais compararam mudas produzidas com fertilizantes convencionais e adubação de liberação lenta, concluindo que as mudas oriundas de adubos de liberação lenta encontravam-se mais viçosas, com maior desenvolvimento do sistema aéreo.

Em relação à massa seca do sistema radicular apresentado na tabela 6, o tratamento 2 foi o que demonstrou o melhor resultado.

Tabela 6. Resultados médios da massa seca do sistema radicular das mudas de café

Tratamento	Massa seca do sistema radicular (g planta ⁻¹)
1 (Controle)	0,40 B
2 (800 g de adubo de liberação lenta)	0,61 A
3 (1 kg de adubo de liberação lenta)	0,55 B
4 (600 g de adubo de liberação lenta)	0,42 B
5 (400 g de adubo de liberação lenta)	0,40 B
CV%	0,21

Medidas seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott 5%.

Houve diferença significativa entre a adubação convencional e a adubação de liberação lenta, dosagem 800g, sobre todas as outras variáveis estudadas. Logo, a liberação lenta proporcionou maior vantagem na produção de mudas de qualidade, dados estes que também foram evidenciados por Tomaszewska, Jarosiewicz e Karakulski (2002), os quais verificaram que a adubação de liberação lenta proporcionou mudas com um sistema radicular melhor estruturado.

Conclusões

O adubo de liberação lenta Ciclus na dosagem de 800g para a mistura de terra e esterco bovino curtido mostrou-se eficiente para a produção de mudas de café de

qualidade com sistema radicular e parte aérea adequada para a implantação de uma lavoura sustentável e produtiva, sendo uma tecnologia que pode contribuir para a produção de mudas com características desejáveis aos cafeicultores para a implantação de suas lavouras.

Referências

- ASCANIO, E.C.E. *Biologia del cafe*. Caracas: Universidad Central de Venezuela. p. 308, 1994.
- BLISKA, F.M.M. *et al*. Custos de produção de café nas principais regiões produtoras do Brasil. *VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*. São Paulo, 2007.
- BRASIL. IBGE. Minas Gerais. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=31>>. Acesso em: 06 maio 2017.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas *Bootstrap*. *A Ciência e agrotecnologia*. [online]. 2014, vol.38, n.2, pp.109-112.
- FRANZIN, S.M.; MENEZES, N. L. de; GARCIA, D.C; SANTOS, O.S. dos. Efeito da qualidade das sementes sobre a formação de mudas de alface. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.2, p.193-197, abr.-jun. 2005.
- NASSER, M.D. *Importância na escolha da área de plantio e das mudas na formação da lavoura cafeeira*. 2010. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/cafe/index.htm>. Acesso em: 26 set. 2018
- PEREIRA, Caroline Clea. *Efeito de diferentes concentrações do fito-hormônio GA3, e diferentes substratos na germinação de sementes de cafeeiro (Coffea arabica L.)*. 2008. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008.
- SERRANO, L.A.L.; SILVA, C.M.M.; OGLIARU, J.; CARVALHO, A.J.C. de; MARINHO, C.S.; DETMANN, E. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.28, n.3, p. 487-491, 2006.
- TOMASZEWSKA, M; JAROSIEWICZ, A.; KARAKULSKI, K. Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. *Desalination*, Hopkinton, v.146, p. 319-323, 2002.

Influência da adubação mineral, orgânica e organomineral na produção de alface e seu efeito residual

Influence of mineral, organic and organomineral fertilization on lettuce production and its residual effect

Hitallo Diego Moura e Silva¹; Rosiene Nazário Xavier²; Rodrigo Mendes de Oliveira³

¹ Graduado em Agronomia - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
E-mail: hitallo_3m@hotmail.com

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

³ Professor no Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

Resumo: A cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) é muito exigente em nutrientes, que podem ser fornecidos para a planta através de adubação. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência da adubação mineral, orgânica e organomineral na produção de alface e verificar o efeito residual da aplicação de cada um. O experimento foi realizado no período de junho a agosto de 2017. Os tratamentos utilizados foram: T₁ = Adubo mineral, T₂ = orgânico, T₃ = organomineral e T₄ = controle. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo quatro tratamentos distribuídos em cinco blocos. No T₂, foi incorporado o esterco antes do plantio, no T₁ e T₃, foi realizada adubação de plantio e cobertura. Ao final do experimento, foi realizada a avaliação dos seguintes parâmetros: matéria verde, número de folhas e análise química do solo após o cultivo. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5%. Para os resultados de matéria verde, os tratamentos T₁ e T₃ não diferiram entre si, porém foram melhores quando comparados com a testemunha, para número de folhas somente o controle teve resultados baixos, os demais tratamentos não diferiram entre si. A análise de solo mostrou resultados baixos para o tratamento químico. Conclui-se que a adubação mineral e a organomineral promoveram maior produção de matéria fresca, mas não houve efeito residual no solo para nenhum tratamento.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Matéria verde. Nitrogênio.

Abstract: The culture of lettuce (*Lactuca sativa* L.) is very demanding in nutrients, which can be supplied to the plant through fertilization. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of mineral, organic and organomineral fertilization on lettuce production and to verify the residual effect of the application of each one. The experiment was carried out from June to August 2017. The treatments used were: T₁ = mineral fertilizer, T₂ = organic, T₃ = organomineral and T₄ = control. The experimental design was in randomized blocks, with 4 treatments distributed in 5 blocks. In T₂, the manure was incorporated before planting, in T₁ and T₃ fertilization of plantation and cover was carried out. At the end of the experiment the following parameters were evaluated: green matter, number of leaves and soil chemical analysis after cultivation. The results were submitted to analysis of variance and the means compared by the Tukey test at 5%. For the green matter results, the treatment T₁ and T₃ did not

differ among them, however, were better when compared to the control, for number of leaves only the control had low results, the other treatments did not differ. Soil analysis showed low results for chemical treatment. It was concluded that mineral fertilization and organomineral promoted greater production of fresh matter, but there was no residual effect in the soil for any treatment.

Keywords: *Lactuca sativa* L. Green matter. Nitrogen.

Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa de maior importância econômica cultivada no Brasil, com, aproximadamente, 35.000 hectares de área plantada (COSTA; SALA, 2005). Fabri *et al.* (2007) ressaltam que é a hortaliça mais consumida no Brasil na forma de salada.

De acordo com Zambon (1982), a alface apresenta um melhor desenvolvimento em solos bem arejados, com boa estrutura, umidade e rico em matéria orgânica, sendo plantas muito exigentes em nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, podendo ser fornecidos através de adubação mineral, orgânica ou organomineral.

O adubo mineral, apesar de ser muito usado, pode proporcionar, pela sua alta solubilidade, desequilíbrio nas plantas de alface, reduzindo a sua resistência às pragas e aos microrganismos fitopatogênicos. O mesmo efeito não ocorre quando se utiliza adubos orgânicos (PASCHOAL, 1996).

A adubação orgânica é uma prática muito recomendada, principalmente para regiões semiáridas, contribuindo para o melhor desempenho da cultura e o aumento na retenção da umidade do solo (SOUZA *et al.*, 2011). Comparado com o adubo mineral, o adubo orgânico apresenta dinâmica diferenciada no solo, como o nitrogênio que, fornecido na forma mineral, não deixa efeito residual no solo (SALCEDO, 2004).

O adubo organomineral é muito importante no crescimento e no desenvolvimento das culturas devido a sua grande quantidade de matéria orgânica e de minerais, reduzindo as perdas por nutrientes como potássio, fósforo e nitrogênio em relação aos adubos químicos. Também é capaz de aumentar a proliferação de microrganismos, promovendo uma melhor absorção de nutrientes (SANTOS; WANDERLEY; SOUSA JÚNIOR, 2013).

O organomineral, comparado a compostos orgânicos ou fontes naturais, tem a capacidade de aumentar a interação planta-mineral, que reduz a adsorção de fósforo (SOUSA *et al.*, 2013; PARENT; KHIARI; PELLERIN, 2003), diminuindo a transformação do P_2O_5 em formas indisponíveis para a planta (IYAMUREMYE; DICK; BAHAM, 1996; KHIARI; PARENT, 2005) e melhorando o enraizamento (LEE; BARTLETT, 1976).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo geral avaliar a influência da adubação mineral, orgânica e organomineral na produção de alface e verificar o efeito residual da aplicação de cada um.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de junho a agosto de 2017, na Escola Estadual Agrotécnica Afonso Queiroz, município de Patos de Minas – MG. O local apresenta as seguintes coordenadas: Latitude - 18° 36' 41,4" S e Longitude: - 46° 29' 14,4" W. Amostras do solo, texturalmente classificado como argiloso, foram retiradas na camada de 0–20 cm de profundidade, armazenadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para análise química. Os resultados da análise foram: pH (água) 6,91; M.O = 2,54 dag Kg⁻¹; P-rem = 6,85 mg L; P-meh = 60,50; K⁺ = 156,65 expressos em mg dm³; Ca²⁺ = 7,40; Mg²⁺ = 1,70; Al³⁺ = 0,02; H+Al = 2,90; SB = 9,50; t = 9,52; T = 12,40 expressos em cmol_c dm³; V = 76,61%; m = 0,21 %.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro tratamentos (Tabela 1) distribuídos em cinco blocos. Cada parcela constou de canteiro 1,30 m de comprimento por 1,00 m de largura, recebendo 20 mudas de alface, cultivar Vanda do grupo de folhas crespas, adotando um espaçamento de 0,25 cm entre plantas e entre linhas. A área útil foi compreendida pelas seis plantas centrais de cada parcela.

Tabela 1. Descrição de cada tratamento. Patos de Minas – MG, 2017.

Tratamentos	Descrição
T ₁	Adubo Mineral
T ₂	Orgânico
T ₃	Organomineral
T ₄	Controle

A adubação de plantio foi realizada de acordo com os resultados da análise de solo. Para o T₁, foram aplicados 5 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, 50 kg.ha⁻¹ de fósforo e 13 kg.ha⁻¹ de potássio, utilizando as fontes Ureia, Super Simples e Cloreto de Potássio, respectivamente. No T₂, utilizou-se esterco bovino na proporção 2:1, sendo incorporado ao solo cinco dias antes do plantio. Para o T₃, aplicou-se 250 kg.ha⁻¹ do adubo organomineral (02-20-05). O controle não recebeu nenhum tipo de adubação.

Aos 20 e 35 dias após o transplante das mudas, foram realizadas as adubações de cobertura, aplicando-se 25 kg.ha⁻¹ de Nitrogênio para o tratamento mineral e organomineral. O T₂ não recebeu adubação de cobertura.

A irrigação foi por gotejamento, utilizando mangueira (tripas), sendo realizada no período da manhã e no final da tarde. O controle de plantas daninhas foi realizado durante todo o experimento por meio de capina manual. Ressalta-se que não ocorreram infestações significativas de pragas e doenças.

Aos 44 dias após o transplante, seis plantas centrais de cada parcela foram retiradas e separadas da raiz, a parte aérea foi imediatamente pesada em balança de precisão para determinação da matéria verde, expressos em g.planta⁻¹. Posteriormente, foi contado o número de folhas considerando aquelas maiores que 3 cm.

Ao final do experimento, foram retiradas amostras de solo de 0-20 cm para cada parcela e separadas por tratamento, essas amostras foram levadas ao laboratório para

avaliação de suas características químicas, os resultados foram tabulados e comparados entre si com objetivo de avaliar o efeito residual deixado no solo.

Os dados de matéria verde e número de folhas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultado e Discussão

Os dados da Tabela 2 mostram que a adubação mineral proporcionou melhores resultados na produção de matéria verde, sendo observada uma diferença de 91,24 g.planta⁻¹ em relação ao controle e 76,47 g.planta⁻¹ em relação ao tratamento que envolveu apenas adubação orgânica. Quando comparado ao tratamento organomineral, essa diferença foi de apenas 22,01 g.planta⁻¹, não diferindo estatisticamente entre si.

Tabela 2. Resultados para matéria verde (g.planta⁻¹) e número de folhas em plantas de alface. Patos de Minas – MG, 2017.

Tratamentos	Matéria verde	Número de folhas
T1 - Mineral	142,20 a *	18,79 a
T2 – Orgânico	65,73 bc	17,39 ab
T3 – Organomineral	120,19 ab	19,09 a
T4 – Controle	50,96 c	14,26 b
CV (%)	33,37	10,32

* Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando a avaliação de número de folhas (Tabela 2), observam-se piores resultados para o controle, nos demais tratamentos não ocorreram diferenças estatísticas. O fato de não ter recebido adubação de plantio e cobertura explica os resultados baixos apresentados pela testemunha.

Os resultados obtidos e analisados estatisticamente comprovam a importância da adubação para a cultura da alface, influenciando na produção de matéria verde e no número de folhas. Teixeira *et al.* (2004) perceberam melhores resultados para adubação mineral e orgânica em plantas de alface cv. Kaesar quando comparados ao tratamento que não recebeu nenhuma adubação.

Como explicado por Filgueira (2000), os melhores resultados de produtividade estão associados à adubação fosfatada e nitrogenada. Faquim (1994) ressalta que a adubação fosfatada é muito importante no metabolismo enzimático da planta, e Mota *et al.* (2003) observaram que o mesmo interfere no crescimento da planta. De acordo com Sanchez (2007), o potássio é o elemento mais acumulativo pela cultura, já Kano, Cardoso e Vilas Boas (2010) citam que o potássio tem forte influência na formação da cabeça.

De acordo com os parâmetros avaliados, não foram verificadas diferenças entre o tratamento mineral e organomineral. Santos, Wanderley e Sousa Junior (2013)

afirmam que o organomineral tem um importante papel no desenvolvimento e no crescimento da cultura, isso ocorre devido à grande quantidade de matéria orgânica e de minerais presentes no produto, reduzindo, assim, as perdas de nutrientes como nitrogênio, potássio e fosforo.

O tratamento que envolveu adubação orgânica foi o que apresentou resultados mais próximos da testemunha. Rodrigues e Casali (1999) explicam que o nitrogênio inorgânico liberado pelos adubos orgânicos é insuficiente para atender a demanda da alface, uma vez que o ciclo após o transplante é muito curto. Benites (2010) ressalta que o uso de resíduos animais in natura resulta em baixa eficiência de utilização de nutrientes, porém, quando associados a fontes de minerais, sua eficiência é melhorada.

A Tabela 3 mostra os principais resultados encontrados na análise de solo retirada após o cultivo da alface. É possível notar menores índices de potássio, cálcio, magnésio, soma de base e capacidade de troca catiônica do solo nas parcelas que receberam o tratamento mineral.

Tabela 3. Resultados da análise de solo após a retirada das plantas de alface. Patos de Minas – MG, 2017.

Tratamentos	K	Ca	Mg	SB	T
	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³	
Mineral	157,49	3,70	1,40	5,50	9,0
Orgânico	227,15	4,30	1,90	6,78	9,88
Organomineral	181,44	4,50	1,90	6,86	10,56
Controle	209,18	4,40	1,90	6,83	10,53

Souza *et al.* (2005) observaram aumento linear nos teores foliares de potássio e magnésio em plantas de alface quando aumentou as doses de composto orgânico, o mesmo foi observado por Vidigal *et al.* (1995). Em contrapartida, o mesmo aumento não foi observado para os teores foliares de cálcio.

Em trabalhos com compostos orgânicos, Santos *et al.* (1994), ao final do primeiro cultivo de alface, verificaram aumento nos teores de bases trocável, fósforo e capacidade de troca catiônica do solo. Os mesmos autores não constataram efeito residual da adubação mineral no primeiro e no segundo cultivo.

Os resultados encontrados no trabalho diferem de Santos *et al.* (1994), não sendo observado aumento nos teores avaliados para o tratamento orgânico e organomineral. Porém, o efeito residual deixado no solo foi maior em comparação com o mineral. Meek, Graham e Denovan (1982), utilizando esterco como adubo, verificaram que, em longos períodos, o mesmo proporcionou aumento na disponibilidade de fósforo e nos teores de potássio. Pelá (2005) afirma que a adubação orgânica e organomineral apresenta efeito acumulativo em relação à adubação mineral em termos de produtividade de grãos, porém, o efeito só foi observado a partir da segunda safra.

Conclusões

Nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que:

- i. a adubação mineral e organomineral promoveu maior produção de matéria verde;
- ii. ao avaliar número de folhas, não foi observada diferença entre adubação mineral, orgânica e organomineral;
- iii. não foi observado efeito residual no solo para nenhum tratamento.

Referências

BENITES, V. de M. *et al.* *Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil*, Brasil: Xxix Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas Xiii Reunião Brasileira Sobre Micorrizas Xi Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo Viii Reunião Brasileira de Biologia do Solo. Guarapari – Es, 2010.

COSTA, C. P.; SALA, F. C. A. Evolução da alfacultura brasileira. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n, 1, jan/mar. 2005.

FABRI, E. G; TAVARES, P.E.R; CUSTÓDIO, D.A; GUIMARÃES, A.C.R. Desempenho de cultivares de alface em cultivo de verão. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA*, 47. *Resumos...*Porto Seguro: SOB (CD-ROM). 2007.

FAQUIM, V. *Nutrição mineral de plantas*. Lavras: FAEPE. 1994, 227 p.

FERREIRA, D.F. *Sistema de análises de variância para dados balanceados*. Lavras: UFLA, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2000.

IYAMUREMYE, E.; DICK, R. P.; BAHAM, J. Organic amendments and phosphorus dynamics: I. Phosphorus chemistry and sorption. *Soil Science*, Madison, v.161, p.436-443, 1996.

KANO, C.; CARDOSO, AII.; VILAS BOAS, R. S. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. *Horticultura Brasileira*. Brasília, 28, n. 3, jul/set., 287-291p., 2010.

KHIARI, L.; PARENT, L.E. Phosphorus transformations in acid light-textured soils treated with dry swine manure. *Canadian Journal of Soil Science*, v.85, p.75-87, 2005.

LEE, Y. S.; BARTLETT, R. J. Stimulation of plant growth by humic substances. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.40, p.479-567, 1976.

MEEK, B.; GRAHAM, L.; DENOVAN, T. Long-term effects of manure on soil nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, organic matter, and infiltration rate. *Soil Science Society American Journal*, v. 46, 1014-1019, 1982.

MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de.; OLIVEIRA, C. M. de.; SOUZA, R. J. de.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Produção de alface americana em função da aplicação de doses e fontes de fósforo. *Horticultura Brasileira*. Brasília, v. 21, n. 4, out./dez., p. 620-622, 2003.

PARENT, L. E.; KHIARI, L.; PELLERIN, A. The P fertilization of potato: Increasing agronomic efficiency and decreasing environmental risk. *Acta Horticulturae*, v 627, p.33-41, 2003.

PASCHOAL, A.D. *Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI*. Piracicaba/SP: Ed. Ad. Paschoal, 1996.191 p.

PELÁ, A. *Efeito de Adubos Orgânicos Provenientes de Dejetos de Bovinos Confinados nos Atributos Físicos e Químicos do Solo e na Produtividade do Milho*. Dissertação (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, SP. 2005. p.145.

RODRIGUES, Edson Talarico; CASALI, Vicente Wagner D. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 2, p. 125-128, julho 1999.

SALCEDO, I. H. Fertilidade do solo e agricultura de subsistência: semi-árido Nordeste. In: FERTIBIO, 2004, Lages. *Anais... Fertibi*: UDESC, 2004.

SANCHEZ, S. V. *Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)*. São Paulo. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista Campus Jaboticabal, 63 p., 2007.

SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R.; MIRANDA, L. C. G. de. Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 12, n. 1, p. 29-32, 1994.

SANTOS, J. F dos; WANDERLEY, J. A. C; SOUSA JÚNIOR, J. R. de. Produção de girassol submetido à adubação organomineral. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 38-44, 2013.

SOUZA, R. T. X de; DUARTE, N. I; KORNDORFER, G. H; HENRIQUE, H. M. *Fontes mineral e orgânica de fósforo e a disponibilidade desse nutriente para o solo*. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v.9, n.16; p. 2013.

SOUZA, P.A.; NEGREIROS, M.Z.; MENEZES, J.B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G.L.F.M.; CARNEIRO, C.R.; QUEIROGA, R.C.F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n.3, p. 754-757, jul./set. 2005.

SOUZA, E. R., Assunção Montenegro, A. A., Montenegro, S. M. G. & Matos, J. d. A. Temporal stability of soil moisture in irrigated carrot crops in Northeast Brazil. *Agricultural Water Management*, 99, 26-32. 2011.

TEIXEIRA, N. T; PAULA de, E. L; FAVARI, D. B; ALMEIDA, F; GUARNIERI, V. Adubação orgânica e organo-mineral e algas marinhas na produção de alface. *Revista Ecosystema*, v. 29, n.1, p. 19-22, 2004.

VIDIGAL, S.M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.D.; FONTES, L.E.F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica I – ensaio de campo. *Revista Ceres*, Viçosa, v.42, n.239, p.80-88, 1995.

ZAMBON, F.R.A. Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.). In: MULLER, J.J.V.; CASALI, V.W.D. (eds.) *Seminários de Olericultura*, 2. ed. 1982. v., p.316-348.

Qualidade sensorial do café submetido a diferentes métodos de secagem

Sensorial quality of coffee subjected to different drying methods

Wellyson da Silva Araujo¹; Kleso Silva Franco Junior²; Giselle Prado Brigante³;
Tamara Machado da Silva⁴

¹ Aluno de Graduação em Agronomia do Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado.

² Engenheiro Agrônomo, Msc. Kleso Silva Franco Júnior. Prof. do Curso de Agronomia do Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado.

³ Engenheira Agrônoma, Dra. Giselle Prado Brigante. Coordenadora do Curso de Agronomia do Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado.

⁴ Aluna de Graduação em Agronomia do Curso Superior de Ensino e Pesquisa de Machado.

Resumo: O café é um dos principais produtos agropecuários do país, tem sua comercialização baseada na qualidade, o que influencia diretamente no seu preço de venda. Uma das fases mais importantes para a qualidade é a colheita e a pós-colheita, em que podem ter associações com fungos, vindo a prejudicar o produto final. No Brasil, a qualidade do café é caracterizada pela bebida, prova de xícara, e, recentemente, vem sendo muito utilizada a metodologia SCAA (Specialty Coffee Association of America). O objetivo deste trabalho é avaliar a influência de diferentes processos de secagem na manutenção da qualidade. Ele foi realizado na Fazenda Ribeirão da Onça, Município de Campos Gerais - MG. Os frutos de café arábica utilizados foram da variedade Catuai Vermelho 144, colhidos de forma manual, separados em dois grupos: café cereja desmucilado e natural, submetidos em três diferentes formas de secagem (terreiro de concreto, chão batido e pano de polietileno). O experimento foi montado segundo o esquema fatorial 2x3 (duas formas de preparo de café, três tipos de secagem) em Delineamento em Blocos Casualizados com quatro repetições e distribuídos em lotes de um metro quadrado, com 15 litros de café cada. Os lotes foram secos até a umidade final de 12%. Conclui-se que os métodos de secagem influenciam na qualidade final do café processado, o que pode ser verificado no café Natural e Desmucilado processado em terreiros de concreto e pano de polietileno, destacando-se que foi possível obter cafés com notas superiores a 80 pontos.

Palavras-chave: Bebida. *Coffea Arabica*. Pós-colheita. SCAA.

Abstract: Coffee is one of the main agricultural products of the country, and it has its commercialization based on the quality, which directly influences its selling price. One of the most important phases for the quality is the harvest and the postharvest, in which they can have associations with fungi, coming to harm the final product. In Brazil, coffee quality is characterized by beverage, cup-tasting and recently the SCAA (Specialty Coffee Association of America) methodology has been widely used. The purpose of this work is to evaluate the influence of different drying processes on quality maintenance. It was held at Ribeirão da Onça farm, municipality of Campos Gerais, MG. The Arabica coffee fruits used were of the Catuai Red 144 variety, harvested manually, separated into two groups: cherry coffee mucilage removed and natural, submitted in three different forms of drying (concrete yard, beaten floor and polyethylene cloth). The experiment was set up according to the 2x3 factorial scheme (two

forms of coffee preparation, three types of drying) in a randomized block design with four replicates and distributed in a place with one square meter with 15 liters of coffee each. The batches were dried to final moisture of 12%. It is concluded that the drying methods influence the final quality of the processed coffee, which can be verified in the cherry coffee mucilage removed coffee and the natural coffee processed in concrete yards and polyethylene cloth, highlighting that it was possible to obtain coffees with grades greater than 80 points.

Keywords: Drink. Arabica Coffee. Post-harvest. SCAA.

Introdução

O café é um produto agrícola, cujo preço baseia-se em parâmetros qualitativos baseados em características de bebida e defeitos. Sendo assim, cuidados e técnicas adequadas de colheita e de pós-colheita são fundamentais para a obtenção de um produto de qualidade, com melhor rentabilidade (MALTA; CHAGAS; CHALFOUN, 2008).

A qualidade do café é um fato decisivo para a sua comercialização, sendo avaliada a partir de parâmetros físicos, químicos e sensoriais. Algumas espécies de fungos podem se associar a grãos de café durante a pós-colheita e ocasionar contaminação. E essas contaminações interferem na classificação da bebida (FERREIRA *et al.*, 2011).

Alguns desses fungos, como *Aspergillus* e *Penicillium*, apresentam a capacidade de sintetizar metabólitos tóxicos, denominados micotoxinas, que comprometem a característica da segurança. A principal micotoxina passível de ser encontrada em grãos de café é a ocratoxina (FERREIRA *et al.*, 2011)

A classificação da bebida é definida sensorialmente, de acordo com o aroma e o sabor, a partir da prova de xícara (BRASIL, 2003). Entretanto, a Specialty Coffee Association of America (SCAA, 2009) propõe a metodologia que avalia os atributos de fragrância do pó, aroma, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, adstringência e corpo da bebida, com avaliação final da qualidade global e qualidade do café conforme terminologia apresentada por Lingle (1986). Os cuidados em todas as etapas do processo produtivo do café são fundamentais para a garantia e a oferta de um alimento seguro e saudável, além de obter um produto com melhor rentabilidade.

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência de diferentes processos de secagem na manutenção da qualidade.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Fazenda Ribeirão da Onça, no município de Campos Gerais, sul de Minas Gerais, na latitude 21°16'34.52"S, longitude 45°44'34.90"O e altitude de 850 metros. Foram utilizados frutos de café arábica (*Coffea arábica*), da variedade Catuai Vermelho 144, no estágio de maturação fisiológica, que, após a colheita manual, foram separados em dois grupos de café: Café cereja desmucilado e café natural, e, posteriormente, cada um dos grupos foi dividido em três diferentes

formas de secagem e submetido em terreiro de concreto, chão batido e chão batido com pano de polietileno.

No caso do grupo de cereja desmucilado, os grãos de cafés passaram pelo lavador e, na sequência, foram levados ao descascador desenvolvido junto ao Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Machado, e depois submetidos ao desmucilador, em que a remoção da mucilagem se dá por atrito entre os grãos e o cilindro metálico com a água. O experimento foi montado segundo o esquema fatorial 2x3 (duas formas de preparo de café, três tipos de secagem) em Delineamento em Blocos Casualizados com quatro repetições e distribuídos em lotes de um metro quadrado com 15 litros de café cada.

Para obter melhor homogeneidade entre os tratamentos, foram utilizados, para cada parcela, quadros de madeira de 1m de comprimento por 1m de largura por 0,03 m de altura, dispostos próximos um do outro.

Os grãos de cafés foram colhidos e processados e a secagem iniciou no mesmo para todos os tratamentos, e foi utilizado o método de secagem segundo Borém (2008). Também foi feita a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar todos os dias às 13h, com termo higrômetro digital.

O acompanhamento dos teores de umidade da massa dos tratamentos foi realizado até atingirem, aproximadamente, 12% de umidade, com intervalos de três dias após a primeira amostragem.

Foi utilizado medidor de umidade eletrônico, beneficiador Pinhalence e classificador de peneira 16 da cooperativa local.

Os tratamentos após a secagem ficaram em descanso de 30 dias e, posteriormente, foram classificados peneira 16 acima e foi avaliada a qualidade sensorial segundo a Specialty Coffee Association of America (SCAA, 2009) que propõe a metodologia que avalia os atributos de Fragrância/Aroma, Uniformidade, Ausência de Defeitos (Xícara Limpa), Doçura, Sabor, Acidez, Corpo, Finalização, Equilíbrio, Defeitos e Avaliação Global conforme terminologia apresentada por Lingle (1986).

Vale destacar, ainda, que não houve chuva durante a secagem, o que contribuiu para o processamento dos grãos no terreiro de pano com polietileno e no terreiro de terra, diminuindo a dificuldade do manejo e os ataques de fungos maléficos, equiparando à secagem em terreiro de concreto.

Resultados e Discussão

O café colhido chegou com 15% de grãos cerejas, 20% de grãos verdes e 65% de grãos boas.

No processamento em terreiro de concreto, todas as repetições tiveram três dias a menos de secagem, e também no tratamento terreiro de pano de polietileno no café desmucilado, o que assemelha ao que diz Renato (2006), o qual afirma que, preferencialmente, a secagem deve ser realizada em terreiros concretados, pois estes, em comparação com terreiros de terra, favorecem a secagem mais rápida e a obtenção de cafés de melhor qualidade.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, podemos verificar que houve diferenças estatísticas entre o tipo de secagem em terreiro, influenciando diretamente na media de notas, o que resulta na qualidade do café.

Tabela 1. Classificação por medias de notas (SCAA) de acordo com tipo de terreiro e processamento

Tipos de Terreiros	Café Natural	Café Desmucilado
Concreto	81,12 a1	80,62 a1
Pano de Polietileno	79,25 a1	79,62 a1
Terra	77,50 a2	77,75 a2

*letras idênticas e números diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Scott Knott 5%

Borém e Reinato (2006) verificaram que a secagem em terreiro de terra alterou negativamente a qualidade do café.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados na literatura estudada, em que os cafés submetidos à secagem em terreiros mantiveram a boa qualidade do produto, com exceção do café secado em terreiro de terra, comprovando a interferência negativa que esse tipo de pavimentação exerce na qualidade final. (BORÉM, 2008).

Conclusão

Conclui-se que os métodos de secagem influenciam na qualidade final do café processado, o que pode ser verificado no café Natural e Desmucilado processado em terreiros de concreto e em pano de polietileno, sendo superiores estatisticamente em relação aos processados em terreiro de terra, destacando-se que foi possível obter cafés com notas superiores a 80 pontos.

Referências

BORÉM, F. M. *Pós-colheita do café*. Lavras: Editora UFLA, 2008. 631 p.

BORÉM, F.M.; REINATO, C.H.R. Qualidade do café despulpado submetido a diferentes processos de secagem. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, Especial Café, n. 9, p. 25-31, 2006.

BRASIL. Instrução Normativa nº 8, de 11 de Junho de 2003. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 22-29.

FERREIRA, G.F.P.; NOVAES, Q.S.; BATISTA, L.R.; SOUZA, S.E.; AZEVEDO, G.B. Fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.) beneficiados no sudoeste da Bahia. *Summa Phytopathologica*, v.37, n.3, p.98-102, 2011.

LINGLE, T. R. The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. 2nd ed. Washington, DC: *Coffee Development Group*, 1986. 57 p.

MALTA, M.R.; CHAGAS, S.J. de R.; CHALFOUN, S.M. Colheita e pós-colheita do café: recomendações e coeficientes técnicos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 29, n. 247, p. 83-94, 2008.

REINATO, C.H. R. *Secagem e armazenamento do café: aspectos qualitativos e sanitários*. 2006. 124f. Tese de Doutorado em Ciências dos alimentos. Universidade Federal de Lavras.

SCAA Protocols | Cupping Specialty Coffee Published by the Specialty Coffee Association of America (SCAA) Revised: November 21, 2009 • Pages: Cover + 7.