

# Elementos da Natureza e Propriedades do Solo 5

Alan Mario Zuffo  
Fábio Steiner  
(Organizadores)



 Editora  
**Atena**

Ano 2018

Alan Mario Zuffo  
Fábio Steiner  
(Organizadores)

# **Elementos da Natureza e Propriedades do Solo 5**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

### Conselho Editorial

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

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

E38 Elementos da natureza e propriedades do solo – Vol. 5 [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Fábio Steiner. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.  
4.162 kbytes – (Elementos da Natureza; v. 5)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-85107-04-8  
DOI 10.22533/at.ed.048182507

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.  
I. Zuffo, Alan Mario. II. Steiner, Fábio. III. Título. IV. Série.  
CDD 631.44

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2018

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

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Elementos da Natureza e Propriedades do Solo*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume V, apresenta, em seus 22 capítulos, os novos conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo na área de adubação e nutrição de plantas.

O solo é um recurso natural abundante na superfície terrestre, sendo composto por propriedades biológicas, físicas e químicas. Por outro lado, a água também é essencial os organismos vivos e, para a agricultura. Nas plantas, a água é responsável por todo o sistema fisiológico. Ambos os elementos, juntamente com os nutrientes são imprescindíveis para os cultivos agrícolas, portanto, os avanços tecnológicos na área das Ciências do solo são necessários para assegurar a sustentabilidade da agricultura, por meio do manejo, conservação e da gestão do solo, da água e dos nutrientes.

Apesar da agricultura ser uma ciência milenar diversas técnicas de manejo são criadas constantemente. No tocante, ao manejo e conservação da água e do solo, uma das maiores descobertas foi o sistema de plantio direto (SPD), criado na década de 80. Esse sistema é baseado em três princípios fundamentais: o não revolvimento do solo, a rotação de culturas e a formação de palhada por meio do uso de plantas de cobertura. Tais conhecimentos, juntamente com a descoberta da correção do solo (calagem) propiciaram o avanço da agricultura para áreas no Bioma Cerrado, que na sua maior parte é formado por Latossolo, que são solos caracterizados por apresentar o pH ácido, baixa teor de matéria orgânica e de fertilidade natural. Portanto, as tecnologias das Ciências do solo têm gerado melhorias para a agricultura.

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

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área adubação e nutrição de plantas e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo  
Fábio Steiner

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ADUBAÇÃO DE COBERTURA NITROGENADA E POTÁSSICA NO CAPIM-MOMBAÇA	
<i>Mike Kovacs de Sousa</i>	
<i>Elvis Pieta Burget</i>	
<i>Ana Patricia Evangelista Barbosa</i>	
<i>Daisy Parente Dourado</i>	
<i>Cid Tacaoca Muraishi</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL EM ARROZ DE TERRAS ALTAS	
<i>Rogério Alessandro Faria Machado</i>	
<i>Marlus Eduardo Chapla</i>	
<i>Anderson Lange</i>	
<i>Márcio Roggia Zanuzo</i>	
<i>Solenir Ruffato</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>18</b>
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES E DOSES DE BORO NO CULTIVO DE BRACHIARIA BRIZANTHA CV. MARANDU	
<i>Rafael Gomes da Mota Gonçalves</i>	
<i>Ricardo de Castro Dias</i>	
<i>Paulo César Teixeira</i>	
<i>José Carlos Polidoro</i>	
<i>Everaldo Zonta</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>25</b>
CLASSIFICAÇÃO DE GENOTIPOS DE MILHO QUANTO A EFICIENCIA E RESPOSTA AO USO DO NITROGENIO EM GURUPI-TO	
<i>Weder Ferreira dos Santos</i>	
<i>Rafael Marcelino da Silva</i>	
<i>Layanni Ferreira Sodré</i>	
<i>Lucas Carneiro Maciel</i>	
<i>Eduardo Tranqueira da Silva</i>	
<i>Jefferson da Silva Pereira</i>	
<i>Gisele Ferreira Sodré</i>	
<i>Renato da Silva Vieira</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>34</b>
COBERTURA DO SOLO PELA CANA-DE-AÇUCAR FERTILIZADA COM ORGANOMINERAL DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE EM SOLO FÉRTIL	
<i>Israel Mendes Sousa</i>	
<i>Mateus Ferreira</i>	
<i>Ruan Brito Vieira</i>	
<i>Felipe Garcia de Menezes</i>	
<i>Emmerson Rodrigues de Moraes</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>41</b>
COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA ASSOCIADA A INOCULAÇÃO DE BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM	
<i>Alan Mario Zuffo</i>	
<i>Fábio Steiner</i>	
<i>Aécio Busch</i>	
<i>Joacir Mario Zuffo Júnior</i>	
<i>Tiago Zoz</i>	

**CAPÍTULO 7 ..... 49**

DIMENSIONAMENTO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM SOJA CULTIVADA SOB PALHADA

*Warlles Domingos Xavier*  
*Leandro Flávio Carneiro*  
*João Vitor de Souza Silva*  
*Maísa Ribeiro*  
*Deyner Damas Aguiar Silva*  
*Thomas Jefferson Cavalcante*

**CAPÍTULO 8 ..... 62**

DOSES DE CALCÁRIO CALCÍTICO E DOLOMÍTICO: EFEITOS NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

*Rogério Alessandro Faria Machado*  
*Renato Izaias Pereira*  
*Anderson Lange*  
*Márcio Roggia Zanuzo*  
*Solenir Ruffato*

**CAPÍTULO 9 ..... 77**

EFEITO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NA BIOMETRIA, PRODUTIVIDADE E CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR

*Dayane Bortoloto da Silva*  
*Sebastião Ferreira de Lima*  
*Maria Gabriela de Oliveira Andrade*  
*Lucas Jandrey Camilo*  
*Aline Sant´Anna Monqueiro*  
*Mayara Santana Zanella*

**CAPÍTULO 10 ..... 87**

EFICIÊNCIA E RESPOSTA AO USO DO NITROGÊNIO EM GENÓTIPOS DE MILHO PARA RENDIMENTO DE PROTEÍNA

*Weder Ferreira dos Santos*  
*Rafael Marcelino da Silva*  
*Layanni Ferreira Sodré*  
*Deny Alves Macedo*  
*Talita Pereira de Souza Ferreira*  
*Thiago Pereira Dourado*  
*Luiz da Silveira Neto*  
*Lucas Alves de Faria*

**CAPÍTULO 11 ..... 96**

FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO

*Warlles Domingos Xavier*  
*Leandro Flávio Carneiro*  
*Claudinei Martins Guimarães*  
*João Vitor de Souza Silva*  
*Diego Oliveira Ribeiro*  
*Lásara Isabella Oliveira Lima*

**CAPÍTULO 12 ..... 107**

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PARTIÇÃO DE FOTOASSIMILADOS DA CULTURA DO MILHO

*Gentil Cavalheiro Adorian*  
*Débora Neres Cavalcante*  
*Kerolayne Cirqueira Pinto*  
*Rogério Cavalcante Gonçalves*  
*César Augusto Costa Nascimento*  
*Evelynne Urzêdo Leão*

**CAPÍTULO 13..... 113**

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL DE BISSÓLIDO NO CALDO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM UM SOLO ARGILOSO

*Israel Mendes Sousa*  
*Felipe Garcia de Menezes*  
*Mateus Ferreira*  
*Emmerson Rodrigues de Moraes*  
*Rodrigo Vieira da Silva*

**CAPÍTULO 14..... 118**

INFLUÊNCIA DA TORTA DE FILTRO NA NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE SORGO GRANÍFERO E SEU REFLEXO NA PRODUÇÃO

*Gabriel Henrique de Aguiar Lopes*  
*Lucas Ferreira Ramos*  
*Luciana Cristina de Souza Merlino*

**CAPÍTULO 15..... 131**

NÍVEIS DE SOMBREAMENTOS E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CEDRO-ROSA

*Tayssa Menezes Franco*  
*José Darlon Nascimento Alves*  
*Wendel Kaian Oliveira Moreira*  
*Emerson Carneiro Galvão*  
*Rian Antonio dos Reis Ribeiro*  
*Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição*

**CAPÍTULO 16..... 141**

PERFILHAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR FERTILIZADA COM ORGANOMINERAL DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE EM SOLO DE BAIXA FERTILIDADE

*Ana Karinne Costa e Silva*  
*Fernando Ferreira Batista*  
*Matheus Henrique Medeiros*  
*Emmerson Rodrigues de Moraes*  
*Regina Maria Quintão Lana*

**CAPÍTULO 17..... 145**

PRODUÇÃO DE MUDAS CAJUEIRO COMUM E CAJUZINHO DO CERRADO SUBMETIDO À ADUBAÇÃO NITROGENADA

*Valéria Lima da Silva*  
*Alessandra Conceição de Oliveira*  
*Carlos Cesar Silva Jardim*  
*Weslian Vilanova da Silva*  
*Rosilene Oliveira dos Santos*  
*Vinicius Marca Marcelino de Lima*  
*Luciana Saraiva de Oliveira*

**CAPÍTULO 18..... 157**

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE EM FLOATING DE BIOFERTILIZANTE SUÍNO

*Antonny Francisco Sampaio de Sena*  
*Ewerton Gasparetto da Silva*  
*Jean Kelson da Silva Paz*  
*Paulo Henrique Dalto*

**CAPÍTULO 19..... 167**

PRODUTIVIDADE DA CANA ADUBADA COM ORGANOMINERAIS DE BISSÓLIDO E BIOESTIMULANTE EM SOLO ARENOSO

*Joicy Vitória Miranda Peixoto*  
*Matheus Henrique Medeiros*

*Fernando Ferreira Batista  
Emmerson Rodrigues de Moraes  
Regina Maria Quintão Lana*

**CAPÍTULO 20..... 171**

RESPOSTA AGRONÔMICA DE VÁRIAS FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO ASSOCIADO COM ENXOFRE, CÁLCIO, MAGNÉSIO E BORO NA ADUBAÇÃO DE COBERTURA DO MILHO EM PLANTIO DIRETO

*Wadson de Menezes Santos  
Inácio de Barros  
Edson Patto Pacheco  
Marcelo Ferreira Fernandes  
Heraldo Namorato de Souza*

**CAPÍTULO 21..... 181**

RESPOSTA E EFICIÊNCIA AO NITROGÊNIO PARA RENDIMENTO DE GRÃOS EM GENÓTIPOS DE MILHO EM PALMAS-TO

*Weder Ferreira dos Santos  
Rafael Marcelino da Silva  
Layanni Ferreira Sodré  
Mateus da Silva Pereira  
Giselle Ferreira Sodré  
Renato da Silva Vieira  
Deny Alves Macedo  
Luan Brito Soares*

**CAPÍTULO 22..... 190**

TEOR E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM COUVE-FLORES CV. BARCELONA EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO AGRÍCOLA

*Carlos Antônio dos Santos  
Margarida Goréte Ferreira do Carmo  
Evandro Silva Pereira Costa  
Aline da Silva Bhering  
Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho*

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 199**

**SOBRE OS AUTORES..... 200**

## ADUBAÇÃO DE COBERTURA NITROGENADA E POTÁSSICA NO CAPIM-MOMBAÇA

### **Mike Kovacs de Sousa**

Faculdade Católica do Tocantins (FACTO),  
Palmas – Tocantins.

### **Elvis Pieta Burget**

Faculdade Católica do Tocantins (FACTO),  
Palmas – Tocantins.

### **Ana Patricia Evangelista Barbosa**

Faculdade Católica do Tocantins (FACTO),  
Palmas – Tocantins.

### **Daisy Parente Dourado**

Faculdade Católica do Tocantins (FACTO),  
Palmas – Tocantins.

### **Cid Tacaoca Muraishi**

Faculdade Católica do Tocantins (FACTO),  
Palmas – Tocantins.

**RESUMO:** O capim-mombaça é conhecido mundialmente por sua alta produtividade, qualidade e adaptação a diferentes condições de clima e solo. No entanto, esse capim é exigente em fertilidade do solo. O experimento foi conduzido na área experimental da Católica do Tocantins, Campus de Ciências Agrárias e Ambientais em Palmas – TO. O delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições, sendo os tratamentos consistindo nas doses de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N com 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 300 kg ha<sup>-1</sup> de N sem adubação potássica, 100 kg ha<sup>-1</sup> de N com 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 400 kg ha<sup>-1</sup> de N com 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e a dosagem de

50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sem adubação nitrogenada. Os resultados obtidos houve significância de 5 % de probabilidade, para a altura de planta e a matéria seca proporcionou resultados não significativos. O melhor resultado foi demonstrado com a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, sem aplicação de dose potássica, apresentando uma média de 1,47 m. A matéria seca não apresentou resultados significantes entre as interações das doses de nitrogênio e potássio, no entanto no caso da altura da planta as dosagens menos eficientes foram de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N com 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, sem aplicação de dose nitrogenada.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Panicum maximum*, sulfato de amônio, cloreto de potássio.

**ABSTRACT:** Mombasa grass is known worldwide for its high productivity, quality and adaptation to different climate and soil conditions. However, this grass is demanding on soil fertility. The experiment was conducted in the experimental area of the Catholic of Tocantins, Campus of Agrarian and Environmental Sciences in Palmas - TO. A completely randomized design with 5 treatments and 4 replicates, the treatments consisting of 200 kg ha<sup>-1</sup> of N with 150 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, 300 kg ha<sup>-1</sup> of N without potassium fertilization, 100 kg ha<sup>-1</sup> of N with 200 kg ha<sup>-1</sup> of , 400 kg ha<sup>-1</sup> of N with 100 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O and the dosage of 50 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O without nitrogen fertilization. The results obtained showed a significance of 5% probability for plant

height and dry matter yielded non significant results. The best result was demonstrated, with the dose of 300 kg ha<sup>-1</sup> of N, without application of potassium dose, presenting a mean of 1.47 m. The dry matter did not present significant results between the interactions of the nitrogen and potassium doses, however in the case of plant height the less efficient dosages were 100 kg ha<sup>-1</sup> of N with 200 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O and 50 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, without application of nitrogen dose.

**KEYWORDS:** *Panicum maximum*, ammonium sulphate, potassium chloride.

## 1 | INTRODUÇÃO

O capim-mombaça é conhecido mundialmente por sua alta produtividade, qualidade e adaptação a diferentes condições de clima e solo. No entanto, esse capim é exigente em fertilidade do solo. Assim, os investimentos em fertilizantes devem ser obrigatoriamente considerados, principalmente, quando o sistema de produção animal for intensificado (EMBRAPA, 2014).

Várias espécies forrageiras são utilizadas na formação de pastagem no Brasil e dentre elas o *Panicum maximum* Jacq. Vem sendo utilizado há décadas na engorda de bovinos, em virtude do seu alto potencial de produção de massa seca, que tem atingido em condições tropicais um nível de produção de massa seca em torno de 25 toneladas ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, além da sua boa qualidade como alimento animal. Em razão da importância assumida pelas gramíneas forrageiras do gênero *Panicum* na pecuária brasileira, apreciáveis esforços têm sido realizados em programas de melhoramento genético e seleção de acessos destas plantas, o que tem resultado em lançamento de novos cultivares no comércio nas duas últimas décadas, como é caso do capim-mombaça (LAVRES & MONTEIRO, 2002).

O fornecimento de nutrientes, em quantidades e proporções adequadas, particularmente o nitrogênio, assume importância fundamental no processo produtivo de pastagens. Isso porque o nitrogênio do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, não é suficiente para atender demanda de gramíneas com potencial produtivo (FAGUNDES et al., 2006).

O suprimento de nutrientes constitui-se em um importante fator na produção de forragem, visto que as pastagens são a principal fonte de alimento nos sistemas de produção animal nas condições brasileiras. Assim, a disponibilidade de nutrientes exerce grande influência na produção dessas gramíneas e conseqüentemente na exploração animal onde as diversas modalidades de uso do solo obrigam a atividade pecuária ser mais eficientes e competitivas (LAVRES & MONTEIRO, 2002).

O nitrogênio e o potássio interagem no incremento da produção e na melhoria da nutrição do capim. Este trabalho objetivou-se avaliar a altura de planta e massa seca, em diferentes doses de nitrogênio e potássio.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Católica do Tocantins, Campus de Ciências Agrárias e Ambientais em Palmas – TO, localizando-se na Rodovia TO 050, Loteamento Coqueirinho, Lote 7. Com coordenadas geográficas 48°16'34" W e 10°32'45" S em altitude de 230 m.

O delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e 4 repetições, sendo os tratamentos consistindo nas doses de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N com 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 300 kg ha<sup>-1</sup> de N sem adubação potássica, 100 kg ha<sup>-1</sup> de N com 200 kg ha<sup>-1</sup> de K, 400 kg ha<sup>-1</sup> de N com 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e a dosagem de 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sem adubação nitrogenada. Foi usado como fonte de nitrogênio o sulfato de amônio com 21% de N e o cloreto de potássio, contendo 60% de K<sub>2</sub>O.

O trabalho foi realizado em uma pastagem de capim Mombaça já implantada em uma área de 320 m<sup>2</sup>, dividindo-se em cinco parcelas de 64 m<sup>2</sup> onde foi realizada primeiramente a uniformização da altura da planta com uma tesoura deixando a uma altura de 0,3 m, com um auxílio de uma trena. Em seguida a aplicação da adubação de cobertura a lanço, uniformemente.

A avaliação foi realizada 30 dias após a aplicação da adubação de cobertura, avaliando a altura de planta com uma trena e com uma unidade amostral de madeira com dimensão de 0,5 m x 0,5 m (0,5 m<sup>2</sup>) a altura de 0,3 m foi coletado o material para serem colocadas na estufa a 65° C por 72 horas, em seguida pesado com um auxílio de uma balança de precisão para determinar a massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância, por meio do teste Tukey com 5% probabilidade, utilizando o software ASSISTAT.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos houve significância de 5% de probabilidade, para a altura de planta e a matéria seca proporcionou resultados não significativos, como pode ser observado (Tabela 1).

FV	GL	SQ	QM	F
Altura de Planta	4	0,58	0,14	4,78*
Massa Seca	4	277,11	69,27	1,57 <sup>ns</sup>
Resíduo	15			
Total	19			

Tabela 1 - Análise de variância referente à altura de planta e massa seca do capim Mombaça em diferentes doses de nitrogênio e potássio em cobertura.

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01) \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05) ns não significativo (p >= .05).

A (Tabela 2), mostra que os tratamentos não influenciaram na massa seca, ou seja, eles não se diferenciaram entre si. No entanto a menor média foi obtida, no tratamento onde não teve a aplicação de dose nitrogenada, sendo ela de 47,83g. Em relação à altura de planta os resultados menos eficientes foram obtidos com os tratamentos consistindo nas dosagens de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N com 200 kg ha<sup>-1</sup> de K e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K, sem aplicação de dose nitrogenada, respectivamente, com médias de 0,98 m e 1,07 m.

Tratamentos		
	Altura de planta (m)	Massa seca (g)
200 kg ha <sup>-1</sup> N + 150 kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O	1,29 ab	58,74 a
300 kg ha <sup>-1</sup> + 0 kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O	1,47 a	56,58 a
100 kg ha <sup>-1</sup> N + 200kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O	0,98 b	55,65 a
400 kg ha <sup>-1</sup> N + 100 kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O	1,23 ab	55,95 a
0 kg ha <sup>-1</sup> N + 50 kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O	1,07 b	47,83 a
CV (%)	14,36	12,09

Tabela 2 – Valores de médias referentes à altura planta (m) e massa seca (g) do capim mombaça em diferentes doses de nitrogênio e potássio de cobertura.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O melhor resultado foi demonstrado com o tratamento com a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, sem aplicação de dose potássica, apresentando uma média de 1,47 m. Enquanto os tratamentos 1 e 4 apresentaram médias estatisticamente iguais a todas as dosagens avaliadas, em relação à altura de planta consistindo em 1,29 m e 1,23 m.

De acordo com Costa et al., (2010) houve aumentos na produção do capim-marandu com acréscimo nas doses de nitrogênio, para todos os anos de avaliação, sendo os maiores observados na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Ferragine (1998) não encontrou significância ( $P > 0,05$ ) para a interação entre nitrogênio e potássio na produção de massa seca no capim-braquiária.

Fonseca et al., (2001) constataram que a produção de massa seca das lâminas foliares da gramínea forrageira aumentou expressivamente com as doses de nitrogênio e potássio com incrementos de aproximadamente 300% relativos as menores doses, e que a composição química das plantas foi influenciada pela combinação das doses dos nutrientes.

## 4 | CONCLUSÕES

A matéria seca não apresentou resultados significantes entre as interações das doses de nitrogênio e potássio, no entanto no caso da altura da planta as dosagens menos eficientes foram de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N com 200 kg ha<sup>-1</sup> de K e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K, sem aplicação de dose nitrogenada.

## REFERÊNCIAS

COSTA, K.A.P; FAQUIN, V; OLIVEIRA, I.P. **Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu**. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v62n1/v62n1a26.pdf> >. Acessado em 24 de Maio de 2016.

EMBRAPA. **Manejo do capim-mombaça para períodos de águas e seca**. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2118000/artigo-manejo-do-capim-mombaca-para-periodos-de-aguas-e-seca> >. Acessado em 24 de Maio de 2016.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V. et al. **Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano**. Rev. Bras. Zootec., v.35, p.30-37, 2006.

FERRAGINE, M.del C. **Combinação de doses de nitrogênio e potássio na nutrição mineral de capim- braquiaria**. Piracicaba, 1998. 84p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FONSECA, D.M.; ANDRADE, A.C.; QUEIROZ, D.S. et al. **Adubação nitrogenada e potássica em capim-Elefante cv. Napier sob pastejo rotativo**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. Piracicaba, 2001. Anais. Piracicaba: SBZ, 2001.

LOVREN Jr.,J & MONTEIRO,F.A. **Combinações de doses de nitrogênio e potássio para a produção e nutrição do capim-mombaça**. Disponível em :< <file:///C:/Users/IIIIIIIn%20bh/Downloads/8819-16109-1-SM.pdf>>. Acessado em 24 de Maio de 2016.

## ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL EM ARROZ DE TERRAS ALTAS

### **Rogério Alessandro Faria Machado**

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus  
Universitário de Sinop  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Sinop – Mato Grosso

### **Marlus Eduardo Chapla**

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus  
Universitário de Sinop  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Sinop – Mato Grosso

### **Anderson Lange**

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus  
Universitário de Sinop  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Sinop – Mato Grosso

### **Márcio Roggia Zanuzo**

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus  
Universitário de Sinop  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Sinop – Mato Grosso

### **Solenir Ruffato**

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus  
Universitário de Sinop  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Sinop – Mato Grosso

**RESUMO:** O adequado manejo dos fertilizantes é fator decisivo para obtenção de ganhos em produtividade e qualidade dos cereais. Neste cenário destacam-se os fertilizantes organominerais, que possibilitam maior

aproveitamento dos nutrientes de fontes minerais e orgânicas e contribuem para a sustentabilidade dos agroecossistemas. Diante disso, realizou-se este estudo visando verificar se a adição de fertilizante organomineral promove ganhos no desenvolvimento, produtividade e qualidade do arroz de terras altas. O experimento foi conduzido em área experimental do *Campus* Universitário de Sinop da UFMT. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco tratamentos - quatro doses (100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup>) de fertilizante organomineral (04-14-08+MO) e um controle - 400 kg ha<sup>-1</sup> de 04-14-08. Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: altura de planta, número de panículas por metro, massa de panículas, produtividade, renda e rendimento de grãos inteiros e quebrados. Os resultados foram submetidos a análise de variância pelo teste F (p<0,05), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05). Adicionalmente procedeu-se a análise simplificada da relação custo-benefício das doses dos fertilizantes. Os maiores valores de altura, número e massa de panículas foram obtidos com aplicação de 400 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante organomineral, entretanto, a maior produtividade foi obtida com 300 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante organomineral. Conclui-se que a adição do fertilizante organomineral promove ganhos no desenvolvimento, produtividade e qualidade dos grãos do arroz de terras altas do arroz de terras altas. A aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> fertilizante

organomineral é mais viável economicamente, gerando maior renda ao produtor.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Oryza sativa* L.; Minorgan; rendimento de benefício; análise benefício-custo

**ABSTRACT:** The adequate management of fertilizers is a decisive factor for obtaining gains in grain yield and quality. In this scenario, we highlight the organomineral fertilizers, which allow greater use of nutrients from mineral and organic sources and contribute to the sustainability of agroecosystems. Therefore, this study was carried out to verify if the addition of organomineral fertilizer promotes gains in the development, productivity and quality of upland rice. The experiment was conducted in an experimental area of the UFMT University Campus of Sinop. The experimental design was a randomized complete block with five treatments - four quantity (100, 200, 300 and 400 kg ha<sup>-1</sup>) of organomineral fertilizer (04-14-08 + MO) and control - 400 kg ha<sup>-1</sup> 14-08. The following agronomic characteristics were evaluated: plant height, number of panicles per meter, panicle mass, yield, yield and yield of whole and broken grains. The results were submitted to analysis of variance by the F test ( $p < 0.05$ ), and the means were compared by the Tukey test ( $p < 0.05$ ). In addition, the cost-benefit analysis of fertilizer doses was realized. The highest values of height, number and mass of panicles were obtained with application of 400 kg ha<sup>-1</sup> of organomineral fertilizer, but the highest productivity was obtained with 300 kg ha<sup>-1</sup> of organomineral fertilizer. It is concluded that the addition of organomineral fertilizer promotes gains in the development, productivity and quality of upland rice upland rice grains. The application of 200 kg ha<sup>-1</sup> organomineral fertilizer is more economically viable, generating higher return to the producer.

**KEYWORDS:** *Oryza sativa* L., Minorgan, yield value; cost-benefit analysis

## 1 | INTRODUÇÃO

A espécie *Oryza sativa* L. é um dos alimentos mais consumidos no mundo, entre os cereais é o de maior relevância social e econômica, pois faz parte da dieta de mais de dois terços da população mundial (Duarte, 2006).

O principal produto da planta é o grão, o qual ocupa o posto de principal alimento para os brasileiros. Do arroz podem ser obtidos diversos produtos, dentre eles: palha, casca, farelo, óleo, amido, saquê, cerveja e alguns outros alimentos a base de arroz (SOARES, 2004).

Além de o arroz ser um dos alimentos de maior valor nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% das proteínas necessárias ao homem (Duarte 2006), ele apresenta ainda alta adaptabilidade às diferentes condições de solo e clima, e com grande possibilidade de ganhos em produtividade, podendo auxiliar o combate a fome no mundo (SANTOS; RABELO, 2008).

O uso adequado da adubação é importante, tanto do ponto de vista econômico como agrônômico, e contribui para os ganhos em produtividade da cultura do arroz. No processo

de modernização e racionalização da agricultura brasileira, o uso adequado da adubação se torna fator decisivo para se obter ganhos de produtividade, e se atingir a sustentabilidade da produção mundial.

Os fertilizantes são um dos principais insumos agrícolas e tem como fontes a matéria-prima oriunda da indústria petroquímica e da mineração. Segundo Dias e Fernandes (2006), os fertilizantes podem ser classificados em três tipos: a) fertilizante mineral – produto de natureza mineral, natural ou sintético, que fornece um ou mais nutrientes para planta; b) fertilizantes orgânicos – produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais; e c) fertilizante organomineral - produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos.

De acordo com Kiehl (2008), os fertilizantes organominerais resultam do enriquecimento de adubos orgânicos com fertilizantes minerais, e permitem um balanceamento dos nutrientes NPK, enriquecendo o fertilizante orgânico com aqueles nutrientes que existiam em menores teores no adubo orgânico, e são muito importantes, pois permitem o aproveitamento de resíduos da produção agropecuária, que geram um passivo ambiental aos produtores.

Malaquias e Santos (2017) afirmam que os fertilizantes organominerais são resultantes de uma mistura de fertilizantes minerais e orgânicos, e tendem a ter um menor custo em relação aos fertilizantes químicos e que facilitam a obtenção de uma produção e um desenvolvimento rural sustentável

Stevenson (1979) afirma que o maior aproveitamento dos nutrientes do organomineral faz com que o produtor possa usar menor quantidade das fontes minerais de nutrientes. Ainda segundo o autor, além desta economia imediata o agricultor pode ganhar em longo prazo com a adição de matéria orgânica, isso ocorre devido ao fertilizante organomineral favorecer uma maior atividade dos microrganismos e também auxiliar na estruturação do solo em longo prazo.

Ao se fertilizar o solo com adubo organomineral, os produtores rurais podem conseguir manter as mesmas eficiências agrônômicas exigidas pelas culturas em relação a adubação mineral (PAJENK; JELEVÉC, 1993).

De acordo com Benites et al. (2010) a primeira vantagem dos fertilizantes organominerais em relação aos fertilizantes minerais é o fato de utilizarem como matéria prima, resíduos que são passivos ambientais de outros sistemas de produção. Ainda segundo os autores, outro ponto favorável aos fertilizantes organomineral é a proximidade entre o ponto de produção de resíduos de suínos e aves e as propriedades produtoras de grãos. A proximidade favorece o estabelecimento de empresas para produção de fertilizantes organominerais, resultando em um ganho de logística.

Com base nesses fatos, realizou-se o presente estudo com o propósito de avaliar o desenvolvimento e produtividade do arroz de terras altas submetido a doses de fertilizante organomineral em comparação com fertilizante mineral tradicional.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na safra 2013/2014 em área experimental, pertencente ao *Campus* Universitário da UFMT em Sinop – MT, localizado nas coordenadas geográficas 11°51'5,19" de latitude sul e 55°29'07,39" de longitude oeste, com altitude média de 350 m.

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), sendo coletadas amostras para análise química na camada de 0 a 20 cm (Tabela 1). Não foi realizada a correção de acidez do solo (calagem) devido à tolerância da cultura do arroz a acidez natural do solo, e por esta situação representar as reais condições do cultivo de arroz de terras altas em MT.

pH	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H <sup>+</sup> Al	M.O.	Areia	Silte	Argila
água	CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>			cmol dm <sup>-3</sup>				g Kg <sup>-1</sup>		
4,7	4,0	1,3	29	0,64	0,21	0,45	5,8	34,4	300	188	512

Tabela 1. Resultados das análises químicas das amostras coletadas na camada de 0 a 20 cm de profundidade na área do experimento. UFMT, Sinop – MT, 2014.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados – DBC, com cinco tratamentos (T1 = 100; T2 = 200; T3 = 300 e T4 = 400 kg ha<sup>-1</sup> de organomineral e um controle T5 = 400 kg ha<sup>-1</sup> de mineral), com 4 repetições, totalizando 20 parcelas, sendo cada parcela composta por 6 linhas de 5 metros de comprimento e espaçadas 0,25 m, totalizando uma área de 7,5 m<sup>2</sup> em cada parcela, da qual foram colhidas as quatro fileiras centrais com 4,0 m de comprimento, resultando numa área útil de 4,0 m<sup>2</sup>.

Foi utilizado a cultivar AN Cambará, que apresenta porte médio, ciclo precoce, com floração aos 75 dias a partir da emergência e maturação em torno de 105-110 dias. O período de semeadura mais indicado em Mato Grosso é do dia 10 de outubro á 20 de dezembro, com população ideal de 1.800.000 planta ha<sup>-1</sup>. A produtividade esperada é de aproximadamente 4.500 kg ha<sup>-1</sup>. A cultura apresenta ainda tolerância ao acamamento, moderada tolerância a brusone foliar, ao complexo de manchas foliares, à escaldadura e à mancha de grãos (AGRONORTE, 2013).

As sementes foram tratadas com o inseticida Imidacloprid na dose de 250 mL 100 kg<sup>-1</sup>, o inseticida Fipronil na dose de 15 g ha<sup>-1</sup> e o fungicida Ciproconazol na dose de 300 g 100 kg<sup>-1</sup>. No dia 23/11/2013 foram abertos sulcos com enxada na profundidade de 3 cm. Em seguida foi efetuada a semeadura, dispendo-se manualmente 80 sementes por metro.

A adubação em campo foi feita no mesmo sulco do plantio utilizando-se a fórmula comercial 04-14-08 de organomineral nas doses de 100; 200; 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup> e fórmula comercial de 04-14-08 comum na dose de 400 kg ha<sup>-1</sup>. Sendo o fertilizante organomineral

composto por fertilizantes minerais + 32% de matéria orgânica.

A adubação de cobertura do ensaio em campo foi realizada com Uréia e Cloreto de Potássio nas quantias de 200 kg ha<sup>-1</sup> de Uréia e 120 kg ha<sup>-1</sup> de KCl respectivamente, sendo parcelados em 2 vezes. As adubações de cobertura ocorreram aos 20 e 45 dias após a emergência das plântulas, sendo aplicados 100 kg ha<sup>-1</sup> de Uréia e 60 kg ha<sup>-1</sup> de Cloreto de Potássio em cada aplicação.

O controle de plantas invasoras foi efetuado com arranquio manual das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura. O controle de pragas e doenças no ensaio em campo foi realizado com os fungicidas Triciclazol na dose de 300 g ha<sup>-1</sup> e Ciproconazol na dose de 300 g ha<sup>-1</sup> e o inseticida Acefato na dose de 300 g ha<sup>-1</sup>. Foram realizadas cinco aplicações aos 20; 35; 50; 65 e 80 dias após emergência de plântulas.

Durante a maturação do arroz foram coletadas 10 plantas ao acaso na área útil de cada parcela para determinação da altura das plantas (cm). A altura das plantas foi medida com uma régua graduada em centímetros, medindo-se desde a superfície do solo até a folha bandeira. O número de panículas foi obtido pela contagem das panículas em 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas. Após a contagem das panículas, as mesmas foram colhidas, ensacadas e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C para determinação da massa seca das panículas.

Para a massa de cem grãos (g) foram selecionadas e pesadas seis amostras de 100 grãos de cada parcela, e após corrigiu-se teor de umidade para 13%. O teor de umidade foi determinado em estufa de circulação forçada de ar a 105 °C por 24 horas, conforme metodologia descrita em Brasil (2009).

Para a determinação do rendimento de benefício foram selecionadas três amostras de 100 g de arroz em casca de cada parcela, para serem processadas em engenho de prova, durante 1 minuto e 30 segundos. Em seguida os grãos brunidos foram colocados no “triuer” para separação de grãos inteiros e quebrados, durante 30 segundos. Os grãos que permaneceram no “triuer” foram pesados e o valor encontrado constituiu o rendimento de inteiros em porcentagem, e os demais constituíram o valor de grãos quebrados, em porcentagem. Posteriormente calculou-se as médias das 3 amostras obtendo-se um valor único de renda, rendimento de inteiros e quebrados por parcela.

A produtividade foi obtida pela pesagem dos grãos com casca, oriundos da área útil das parcelas, e após corrigiu-se a umidade para 13 % com emprego de uma estufa, durante o período de 24 horas à 105 °C e em seguida foi estimada a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente no programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011), sendo submetido a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. As características que apresentaram diferenças significativas foram submetidas ao teste Tukey 5% de probabilidade.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se na tabela 1 que os tratamentos (doses de fertilizante mineral e organomineral) resultaram em diferenças na altura de plantas, número de panículas por metro e massa de panículas. Estes resultados mostram que a adubação apresenta efeitos no desenvolvimento do arroz de terras altas.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Altura de planta	Número de panículas	Massa de panículas
Blocos	3	0,660 ns	3,975*	3,011ns
Tratamentos	4	2,775*	3,884*	8,804**
CV(%)		8,22	10,83	14,53

Tabela 1 – Valores do teste F da Análise da Variância para altura de plantas, número de panículas por metro e massa de panículas do arroz de terras altas submetido a adubação organomineral. UFMT, Sinop – MT, 2014.

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns = não significativo nem a 1% e nem a 5%.

Na figura 1 visualizam-se diferenças na altura de plantas de arroz submetidas a doses de adubação organomineral e mineral. Observar-se que a maior dose do fertilizante organomineral (400 kg ha<sup>-1</sup>) resultou na maior altura das plantas de arroz, e a menor dose do organomineral (100 kg ha<sup>-1</sup>) resultou na menor altura das plantas. Destaca-se que as demais doses de fertilizante organomineral e mineral tiveram comportamento similar. Embora, a máxima dose do fertilizante organomineral tenha resultado em maior crescimento das plantas, isto pode não ser vantajoso, pois plantas de arroz de maior estatura tendem a acamar mais facilmente.

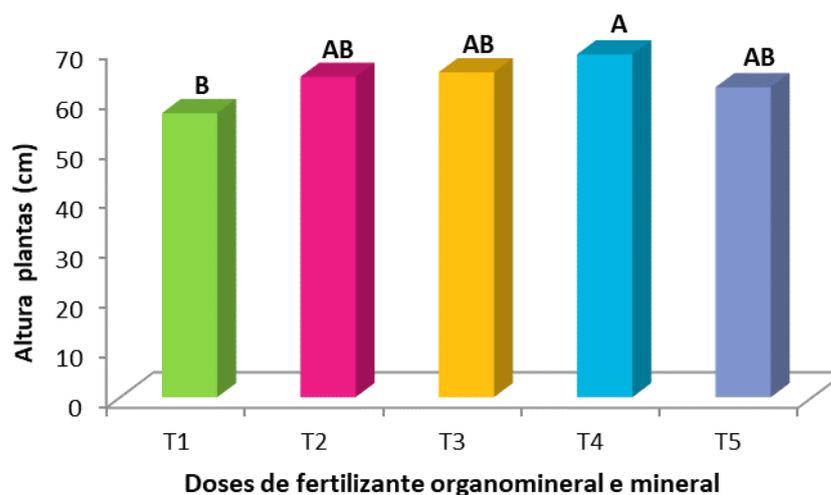


Figura 1 – Altura de plantas de arroz submetido a doses de adubação organomineral e mineral. UFMT, Sinop – MT, 2014.

De modo semelhante, Nakayama, Pinheiro e Zerbini (2013), avaliando a eficiência do fertilizante organomineral no feijoeiro em sistemas de semeadura direta, relataram

aumentos na altura das plantas até doses de 200 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante organomineral (04-14-08 + M.O). Por outro lado, Costa et al. (2011), estudando sistemas de cultura e fontes de adubação no milho, não relataram efeitos das fontes, inclusive do organomineral na altura das plantas.

De modo semelhante ao verificado para a altura das plantas, o número de panículas também foi superior aos demais quando se adicionou a maior dose do fertilizante organomineral, e a menor produção de panículas ocorreu quando se adicionou a menor dose do organomineral (Figura 2). Comparando-se os resultados das figuras 1 e 2 é possível verificar que o maior crescimento em altura foi acompanhado pela maior produção de panículas, o que evidencia o adequado estado nutricional do arroz quando fertilizado com a máxima dose do fertilizante organomineral.

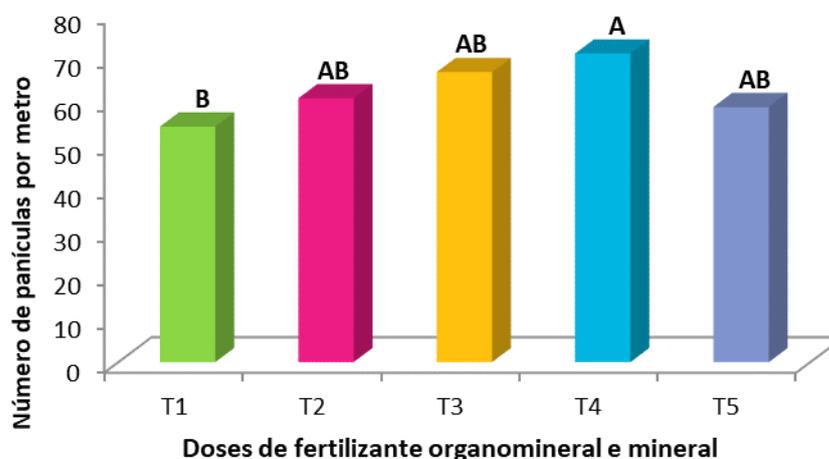


Figura 2 – Número de panículas por metro, de arroz submetido a doses de adubação organomineral e mineral. UFMT, Sinop – MT, 2014.

Nota-se na figura 3, que os maiores massas de panículas foram obtidos com as maiores doses de fertilizante organomineral (300 e 400 kg ha<sup>-1</sup>). Tal fato demonstra que embora, a máxima dose tenha resultado em maior altura e produção de panículas, é possível obter produção similar com doses menores de fertilizante organomineral.

De modo semelhante Nakayama, Pinheiro e Zerbini (2013), verificaram que as doses de 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante organomineral 04-14-08 + M.O resultaram em maior numero de vagens por planta na cultura do feijão. Todavia, Costa et al (2011) não verificaram efeito das fontes de adubação, inclusive do fertilizantes organomineral no numero de grãos por espiga da cultura do milho.

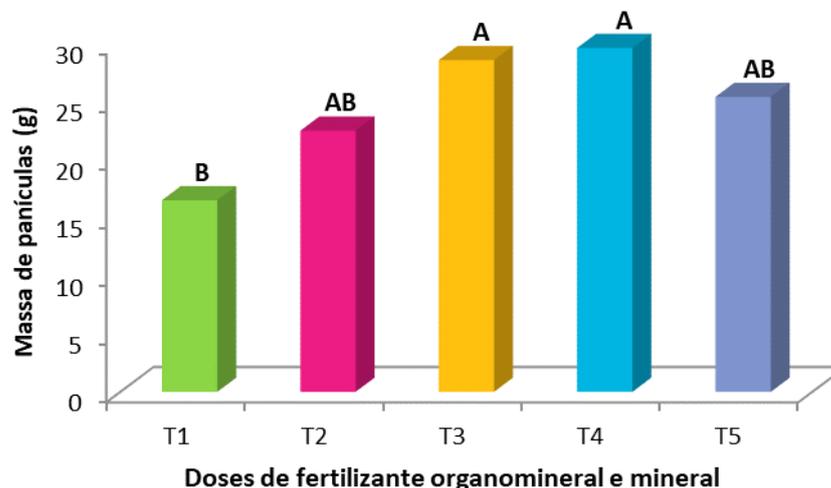


Figura 3 – Massa de 10 panículas de arroz submetido a doses de adubação organomineral e mineral. UFMT, Sinop – MT, 2014.

Visualiza-se na Tabela 2 que os tratamentos (doses de fertilizante organomineral e mineral) apresentaram efeito apenas na produtividade de grãos, mas não interferiram na qualidade dos mesmos, não afetando a renda, os rendimentos de grãos inteiros e quebrados. Tal fato evidencia que se pode produzir mais com a aplicação de fertilizantes, mas a qualidade dos grãos não é influenciada pela adubação, independente de ser mineral ou organomineral.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Produtividade	Renda	Rendimento de grãos inteiros	Rendimento de grãos quebrados
Blocos	3	0,126ns	0,178ns	0,559ns	0,624ns
Tratamentos	4	6,476**	1,895ns	1,147ns	0,751ns
CV(%)		21,94	1,20	4,26	31,25

Tabela 2. Valores do teste F da Análise da Variância para a produtividade, renda e rendimento de grãos inteiros e quebrados do arroz de terras altas submetido a adubação organomineral. UFMT, Sinop – MT, 2014.

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns = não significativo.

Na Figura 4 nota-se que a produtividade do arroz foi inferior as demais quando se aplicou a menor dose do fertilizante organomineral e aciam desta não houve diferenças na produtividade. Tal fato evidencia que seja necessária adição de ao menos 200 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante organomineral para a obtenção de produtividades satisfatórias do arroz de terras altas. Vale destacar que houve ganho superior a 100% na produtividade na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de organomineral (47,9 sc ha<sup>-1</sup>) comparado a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> (22,6 sc ha<sup>-1</sup>).

Souza (2005) estudando adubações organomineral no milho silagem também verificou que a adubação mais econômica foi a aplicação de 500 kg ha<sup>-1</sup> do organomineral, que foi a menor dose avaliada no estudo.

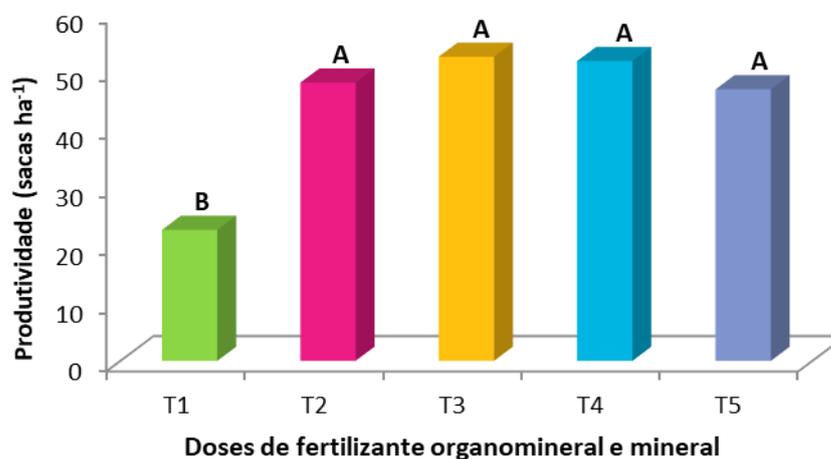


Figura 4 – Produtividade por hectare, de arroz submetido a doses de adubação organomineral e mineral. UFMT, Sinop – MT, 2014.

O tratamento que recebeu a adição de 300 kg ha<sup>-1</sup> do organomineral apresentou a maior produtividade com 52,4 sacas ha<sup>-1</sup>, sendo esta superior ao tratamento de 400 kg ha<sup>-1</sup> do mineral em 5,6 sacas ha<sup>-1</sup>, levando-se em conta o preço da saca do arroz em casca de R\$ 31,00 no dia 07/04/2014 em Sinop – MT, obteve-se um ganho na rentabilidade de R\$ 173,6 por ha.

Resultados similares a estes foram encontrados por Nakayama, Pinheiro e Zerbini (2013), que verificaram não existir diferenças na produtividade de feijoeiro com a utilização de adubação organomineral e mineral. Também Santos et al. (2007), não observaram efeito na produtividade do algodoeiro com a utilização de fertilizantes organominerais e minerais.

Embora, o teste F não tenha apresentado diferenças nas médias da renda de grãos, devido ao maior rigor deste teste, a aplicação do teste de Tukey para a comparação das médias detectou diferenças entre as mesmas, cujo resultado é apresentado na Figura 5. Nesta figura são apresentados os valores da renda de grãos (%) e o rendimento de grãos inteiros de arroz submetido a doses de adubação organomineral e mineral. Embora, a renda dos grãos de arroz tenha sido superior a 60%, a adição de doses de fertilizante organomineral e mineral resultaram em valores superiores ao obtido na dose 100 kg ha<sup>-1</sup> de organomineral.

O rendimento de grãos inteiros não foi influenciado pela adubação com fertilizante organomineral e mineral. De acordo com o estabelecido na lei nº 7.607, de 27 de dezembro de 2001 no art. 2 “... que o arroz em casca colhido e comercializado tenha classificação mínima de 50% (cinquenta por cento) de grãos inteiros com massa de boa qualidade do tipo 1 e 2;”. Assim, observa-se que todos os tratamentos possibilitaram obter grãos com qualidade superior ao índice de grãos inteiros exigidos pela legislação.

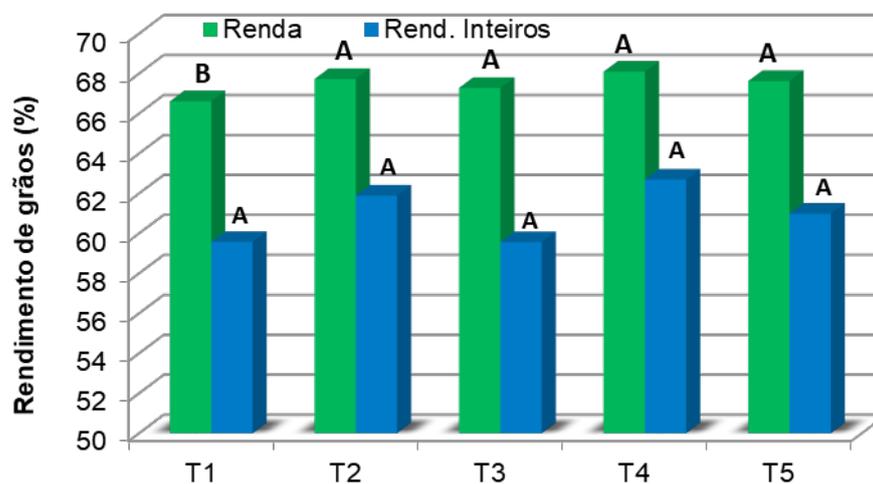


Figura 5 – Renda e Rendimento de grãos inteiros do arroz submetido a doses de adubação organomineral e mineral. UFMT, Sinop – MT, 2014.

Na tabela 3 é apresentada uma análise simplificada da relação benefício/custo dos fertilizantes organomineral e mineral. Nesta análise foi considerado que apenas o custo do fertilizante foi variável, sendo os demais custos de produção considerados fixos. Foram considerados os valores de R\$ 1100,00 a tonelada do fertilizante organomineral e R\$ 1350,00 a tonelada do fertilizante mineral e R\$ 31,00 a saca de arroz em casca (CONAB, 2014). Destacam-se os tratamentos T2 e T3 que apresentaram as maiores rentabilidade líquidas por hectare, sendo R\$ 1266,14 e R\$ 1288,2 respectivamente, valores esses de ganho líquido obtido por hectare plantado.

Tratamentos	Produtividade (sc ha <sup>-1</sup> )	Custo Fertilizante (R\$/ha)	Renda Bruta (R\$/ha)	Renda Líquida (R\$/ha)
T1	22,6	110	700,6	590,6
T2	47,9	220	1486,14	1266,1
T3	52,2	330	1618,2	1288,2
T4	51,6	440	1599,6	1159,6
T5	46,8	540	1450,8	910,8

Tabela 3 – Análise simplificada da relação benefício/custo da aplicação de fertilizante organomineral e mineral em arroz de terras altas. UFMT, Sinop – MT, 2014.

T1, T2, T3 e T4 = 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante organomineral (04-14-08 + M.O) e T5 = 400 kg de fertilizante mineral (04-14-08).

Verifica-se que a renda ou receita líquida obtida com a aplicação de doses superiores a 100 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante organomineral foi superior a R\$1000,00, exceto quando se aplicou o fertilizante mineral. Se considerarmos que as doses de 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> resultam em receitas equivalentes, pode-se dizer que aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> já seria suficiente para obtenção de uma receita satisfatória para o produtor e que aplicação de doses superiores a mesma podem não compensar sua aplicação. Estes resultados demonstram que doses menores de fertilizante organomineral se equipararam e até mesmo superaram doses maiores de fertilizante mineral, concordando com resultados obtidos por Costa *et al*

(2011), que ainda ressalta a existência de efeitos residuais da adubação organomineral.

Resultados similares a estes foram relatados por Wietholter et al (1994) avaliando o efeito de fertilizante organomineral no rendimento de trigo e soja, e Nakayama, Pinheiro e Zerbini (2013) avaliando a eficiência do fertilizante organomineral na produtividade do feijoeiro. Estes autores citam que em algumas situações, menores doses do organomineral se equiparam as maiores doses do fertilizante mineral, e em algumas características agronômicas, estas até superaram o fertilizante mineral. Essas conclusões corroboram os resultados obtidos neste trabalho, cujas menores doses iguais de fertilizante organomineral se equiparam e até superam a dose do fertilizante mineral.

## 4 | CONCLUSÕES

↪ A adição do fertilizante organomineral promove ganhos no crescimento e desenvolvimento do arroz de terras altas;

A aplicação de fertilizante organomineral resulta em ganhos na produtividade e qualidade dos grãos do arroz de terras altas;

A adubação com fertilizante organomineral e mineral possibilitam obter grãos com inteiros com massa de boa qualidade do tipo 1 e 2;

A aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> fertilizante organomineral é mais viável economicamente, gerando renda ao produtor.

## REFERÊNCIAS

AGRONORTE, 2013. **Característica do arroz Cambará**. Disponível em: <http://www.agronorte.com.br/g-an-cambara/caracteristicas>. Acesso em: 14/12/2013

BENITES, V. M.; CORREA, J. C.; MENEZES J. F. S.; POLIDORO J. C. **Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil**. Guarapari – ES, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

COSTA, M. S. S. M.; STEINER, F.; COSTA, L. A. M.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L. A. Nutrição e produtividade da Cultura do Milho em Sistemas de Culturas e Fontes de adubação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 249-255, 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira grãos**. Disponível em: [http://conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_01\\_10\\_15\\_07\\_19\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2014.pdf](http://conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_01_10_15_07_19_boletim_graos_janeiro_2014.pdf). Acesso em: 10 de abril de 2014

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. **Fertilizantes**: uma visão global sintética. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 24, p. 97-138, set. 2006.

DUARTE, F. M. **Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e eficiência da adubação nitrogenada no cultivo do arroz irrigado**. 2006. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)

- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

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

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais**. 2. ed. Piracicaba, Degaspari, 2008. 160p.

MALAQUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET**, v. 11, n. 5, p. 501-512, 2017.

NAKAYAMA, F. T.; PINHEIRO, G. A. S.; ZERBINI, E. F. Eficiência do fertilizante organomineral na produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em sistema de semeadura direta. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Alta Paulista, v. 9, n. 7, p. 122-138, 2013.

PAJENK, F; JELEVÉC, D.B. **The effect of the organic – mineral fertilizer “humofertil” on then maintenance increase of soil fertility and on the prevention of underground and water pollution**. In: Symposium an research into agro – technical methods aiming at increasing the productivity of crops, 1983. Geneva, Switzerland.

SANTOS, A. B. dos; RABELO, R. R. (Ed.). **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 135 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 218).

SOARES, A. A. Desvendando o segredo do insucesso do plantio direto do arroz de terras altas. **Informe Agropecuário**, n. 25, p.58-66, 2004.

SOUZA, J. A. Efeito de diferentes doses e épocas de aplicação de organomineral na produtividade de milho para silagem. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.2, p. 55-59, 2005.

STEVENSON, F. J. Humates; facts and fantasies on their value as commercial amendments. **Crops and Soils Magazine**, Madison, v.31,n.7, p. 14-16, 1979.

WIETHOLTER, S.; SIQUEIRA, O. J.; PERUZZO, G.; BEN, J. R. Efeito de fertilizantes minerais e organominerais nos rendimentos de culturas e em fatores de fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p. 713-724, 1994.

## AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES E DOSES DE BORO NO CULTIVO DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* CV. MARANDU

### **Rafael Gomes da Mota Gonçalves**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Departamento de Solos. Seropédica-RJ.

### **Ricardo de Castro Dias**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Departamento de Solos. Seropédica-RJ.

### **Paulo César Teixeira**

Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ.

### **José Carlos Polidoro**

Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ.

### **Everaldo Zonta**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Departamento de Solos. Seropédica-RJ.

**RESUMO:** O boro é um dos micronutrientes que mais limita o rendimento das pastagens no Brasil, principalmente em solos arenosos, onde apresenta alta capacidade de lixiviação. É considerado indispensável às plantas visto que atua no metabolismo de carboidratos. Em virtude disso, o objetivo desse estudo foi avaliar, em casa de vegetação, a eficiência agronômica de três fertilizantes boratados na produção de matéria seca e acúmulo de boro da parte aérea em plantas de braquiária (*B. brizantha* cv. *Marandu*). O experimento foi conduzido em casa de vegetação do departamento de solos da UFRRJ. O delineamento experimental usado foi em blocos inteiramente casualizado, esquema fatorial 3x5x2+2, com três repetições, sendo três fontes de boro (bórax, ulexita e ulexita + turfa),

cinco doses de boro (1, 3, 6, 9 e 12 kg ha<sup>-1</sup> de B) e amostras coletadas na camada de 0-20 cm de dois tipos de solos, além de dois tratamentos controles, sem boro. O pH foi corrigido para atingir valor próximo de 6,5. As plantas foram cultivadas durante um período de 42 dias, sendo realizado um desbaste após 14 dias da semeadura. Ao final do cultivo foi avaliado teor de massa seca da parte aérea. Não houve diferença para produção de matéria seca da parte aérea entre as fontes de boro e nem entre as doses de boro em ambos os solos. Esse efeito pode ser justificado pela absorção em pequenas quantidades pelas plantas não tendo tempo para expressar sua deficiência durante a condução do experimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adubação, Fertilizante Organomineral, Braquiária.

Apoio financeiro: Embrapa Solos, CNPq, Agraria Indústria e Comércio LTDA

### INTRODUÇÃO

Frente ao aumento populacional e a crescente demanda de insumos agrícolas para produção de alimentos, surge à necessidade de melhoria dos aspectos produtivos visando tanto à qualidade do produto final quanto a conservação do solo. De acordo com a Associação Nacional para Difusão de Adubos (2013), o Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo

sendo que mais da metade desses são importados; mesmo frente a esse cenário são poucos os esforços concentrados em obter informações científicas sobre o comportamento e utilização de fertilizantes que ofereçam uma alternativa para minimização de possíveis desequilíbrios ecológicos causados pela adubação intensiva de fontes minerais muito solúveis.

A maioria dos sistemas agrícolas apresenta uma fragilidade com relação ao uso de insumos, inclusive para o boro (B), elemento essencial para ciclo vital das plantas. O conteúdo de B na crosta terrestre é de aproximadamente 0,001%, sendo que o conteúdo total nos solos é variável, oscilando entre 3 e 100 mg.kg<sup>-1</sup> (Lindsay, 1979). Mesmo com a baixa quantidade nos solos tropicais, o B está bem distribuído tanto na hidrosfera quanto na litosfera. É encontrado quase que exclusivamente ligado ao oxigênio como borato, na forma de ácido bórico e somente o boro solúvel encontra-se disponível às plantas, e este corresponde aproximadamente a 10% do teor total no solo (POWER & WOODS, 1997).

O B ocorre sob cinco formas no solo: minerais primários como turmalina e micas ricas em boro; minerais secundários, principalmente dentro da estrutura das argilas; adsorvido às argilas, na superfície de hidróxidos e na matéria orgânica; em solução como ácido bórico e como borato; bem como na matéria orgânica e biomassa microbiana (Shorrocks, 1997). Goldberg (1997) considera a química do B muito simples, pois não sofre reações de redução-oxidação ou de volatilização no solo.

É um dos micronutrientes que mais limita o rendimento das culturas no Brasil (Blevins & Lukaszenwski, 1998). Está relacionado a diversos processos fisiológicos da planta que são afetados pela sua deficiência, como síntese e estrutura da parede celular, translocação de açúcares, metabolismo de carboidratos e respiração. Além disso, está envolvido no metabolismo do ácido idolacético, metabolismo de ascorbato, no florescimento e crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação e integridade da membrana plasmática (CAKMAK & RÖMHELD, 1998).

A maioria dos adubos boratados apresentam alta solubilidade, estando sujeitos a maior mobilidade no solo, e conseqüentemente maior grau de lixiviação, principalmente em solos arenosos. Cruz et al. (1987) citam que quando se adiciona boro ao solo, parte permanece na solução do solo – disponível para absorção pelas plantas – e parte é adsorvida à fase sólida. Goldberg (1997) argumenta que os fatores que influenciam a adsorção de boro são: a concentração inicial do nutriente no solo, o pH, os íons trocáveis presentes, o conteúdo de matéria orgânica e a umidade do solo. A adsorção de boro no solo aumenta com o aumento do pH, da temperatura, do teor de materiais adsorventes e com a diminuição da umidade do solo.

A adubação é um dos principais fatores que afeta a qualidade e a produtividade das pastagens no Brasil e dentro desse contexto, a eficiência dessas fontes pelas plantas devem ser mais bem analisadas no sentido de poder ser indicado como melhorador e condicionador do solo. A associação de fertilizantes minerais e orgânicos, constituindo o fertilizante organomineral, pode ser uma boa estratégia de manejo da fertilidade do solo. Além de melhorar o rendimento das culturas, a prática tem maior efeito residual benéfico

quando comparada ao uso de ambos os fertilizantes orgânicos ou inorgânicos aplicados isoladamente (AKANDE et al., 2010).

Neste contexto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a eficiência agronômica, em casa de vegetação, de fertilizante organomineral boratado na produção de matéria seca e acúmulo de boro em plantas de braquiária comparativamente a fertilizantes minerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Departamento de Solos, do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), município de Seropédica (22° 45' 33" – S e 43° 41' 50" – O). Foram utilizadas amostras de dois solos de diferentes texturas classificados como Latossolo Vermelho Amarelo textura argilosa e Planossolo Háptico textura arenosa, (Santos et al., 2013), coletados respectivamente nos municípios de Paula Cândido – MG e Seropédica – RJ, na camada de 0-20 cm de profundidade. As amostras dos dois solos foram analisadas quimicamente (Tabela 1), conforme Donagema et al. (2011), e submetidas à incubação com calcário, a fim de elevar seu pH a 6,5, segundo metodologia e doses estabelecida por Stafanato (2009). Após a correção dos solos, os mesmos foram secos ao ar, peneirados com peneira de malha de 4 mm e homogeneizados.

Solo	Na	Ca	Mg	K	H + Al	Al	S	T	V	m	pH	M.O.	P
											água		
											1:2,5	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>
SX	0,1	2,05	1,05	0,07	2,1	0,1	3,3	5,4	61	3	5,5	11	30
LVA	0,0	0,60	0,30	0,28	3,8	0,8	1,2	5,0	24	20	5,3	25	7

Tabela 1. Atributos químicos do Planossolo Háptico textura arenosa (SX) e do Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa (LVA) na camada de 0-20 cm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5 x 2 + 2, com três repetições, sendo três fontes de boro (ulexita, fertilizante organomineral cuja base é ulexita mais turfa, e bórax) cinco doses de B (1, 3, 6, 9 e 12 kg.ha<sup>-1</sup> de B) e dois tipos de solo além dos controles absolutos, sem boro, perfazendo um total de 32 tratamentos e 96 unidades experimentais. Foram usados como unidades experimentais vasos plásticos com capacidade para 5 kg contendo 4 L de solo.

A planta indicadora explorada foi a braquiária (*Brachiaria brizantha* cv Marandu). Antes do plantio foi aplicada uma solução nutritiva contendo todos os nutrientes essenciais excluindo-se o boro. As fontes de B aplicadas, de acordo com os tratamentos, foram incorporadas a uma profundidade de 10 cm antecedendo o plantio. Quatro gramas de sementes de braquiária foram semeadas por vaso e aos 14 dias após a emergência (DAE)

foi feito o desbaste deixando-se quinze plantas por vaso. Aos 17 DAE, foi realizada uma adubação de cobertura aplicando-se 200 mg.vaso<sup>-1</sup> de N e 120 mg.vaso<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Após 42 dias da emergência das plantas, foi realizada a coleta que consistiu em podar as plantas a uma altura de 5 cm em relação ao nível do solo. Posteriormente, a parte aérea das plantas coletadas foi colocada em sacos de papel, identificadas e alocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65° C e, após atingirem peso constante, procedeu-se com a determinação da matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão. As análises foram realizadas discriminando os diferentes tipos de solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fertilizantes analisados apresentaram desempenho similar, não havendo diferença estatística entre as fontes, em ambos os solos (Tabela 2). Observa-se também que não houve resposta ao aumento da dose de boro para nenhum dos fertilizantes avaliados (Tabela 2). Com o aumento da dose a produção de matéria seca e conteúdo de B da parte aérea se mantiveram estáveis para todos os fertilizantes testados e em ambos os solos. A figura 1 apresenta a produção de matéria seca e o da parte aérea das plantas de braquiária.

Fonte de variação	Quadrado Médio	
	LVA	SX
Fonte	22,79 <sup>ns</sup>	20,67 <sup>ns</sup>
Dose	32,63 <sup>ns</sup>	42,98 <sup>ns</sup>
Fonte x Dose	13,21 <sup>ns</sup>	27,21 <sup>ns</sup>
Resíduo	18,55	19,07
CV (%)	8,94	13,47

Tabela 2: Análise de variância da matéria seca da parte aérea de plantas de braquiária em função da aplicação de fontes e doses de boro.

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

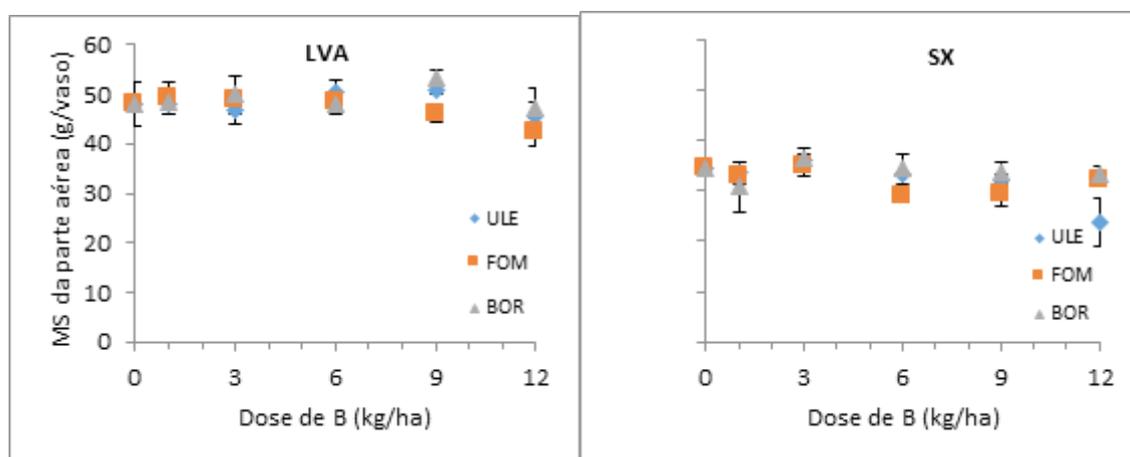


Figura 1 – Matéria seca da parte aérea de plantas de braquiária cultivadas em casa de vegetação em função da aplicação de fontes e doses de boro no 1º ciclo (ULE – Ulexita; FOM – Fertilizante Organomineral; BOR - Bórxax) em amostras coletadas na camada de 0-20 cm de

Em experimento conduzido em casa de vegetação, Sanzonowicz (1985) também não observou resposta de *B.brizantha* à aplicação deste nutriente no solo. Segundo Marschner (1995), as gramíneas apresentam baixa exigência em boro. Baixa resposta a doses de B em alguns solos também foi observada também para arroz (Fageria, 2000), soja (Buzetti et al., 1990) e milho (Lima et al., 2007).

Trabalhando com amostras de solos do horizonte B de Latossolo Vermelho Escuro e de Podzólico Vermelho Amarelo, Catani et al. (1971) observaram que a adsorção de boro aumentava com a concentração de boro da solução de equilíbrio e com o aumento do pH. Na menor concentração testada (5,0 mg B/ml) e no pH 6,0 havia a fixação de 3,5 ppm B ou 7,0 kg B/ha. Ou seja, com o aumento da dose aplicada, ocorre o aumento simultâneo dos teores de boro adsorvidos à fração coloidal do solo, que não é prontamente disponível para absorção pelos vegetais. Mesmo o fertilizante organomineral proporcionando uma solubilização gradual do boro na solução do solo, aparentemente não ocorre a diminuição do processo de adsorção desse elemento.

Mesmo a resposta à adubação com boro e a intensidade da resposta sendo dependente do teor original deste nutriente no solo, ao tipo de solo e a cultivar (Pizetta et al., 2010) a adubação com boro para as pastagens deve ser observada. A deficiência de boro na maioria das gramíneas resulta em uma diminuição acentuada do tamanho e uma coloração verde muito intensa; além disso, apresenta uma redução da espessura dos tecidos e comprometimento da dominância apical.

O aumento do teor de B cria um gradiente excessivo que pode levar a toxicidade (Shelp et al., 1995). Em áreas de produção de pastagem tem sido demonstrado que entre os micronutrientes, o boro é um dos elementos que ocorre deficiência com mais frequência e que a não reposição deste nutriente pode causar prejuízos para as plantas. Além disso, é comum a ocorrência de baixa disponibilidade desse elemento devido a aplicação de doses acentuadas de calcário (TRANI et al., 1993).

Em termos gerais, o efeito dos FOM em relação aos adubos minerais convencionais foi semelhante ao obtido por outros autores (BAUDER, 1976; PONS E COELHO, 1982), apresentando os FOM eficiência agrônômica semelhante à dos adubos de origem mineral.

## CONCLUSÃO

Os fertilizantes ulexita, organomineral e bórax apresentaram desempenho similar na produção de matéria seca da parte aérea de plantas de braquiária em ambos os solos utilizados.

Não houve incremento significativo na produção de matéria seca com o aumento da dose em ambos os solos sendo que os fertilizantes avaliados apresentaram desempenho similar ao do tratamento controle, que não recebeu adubação boratada, na produção de

matéria seca da parte aérea das plantas de braquiária em ambos os solos.

## REFERÊNCIAS

- AKANDE, O. M.; OLUWATOYINBO, F. L.; ADEPOJU, A. S. & ADEPOJU, I. S. Response of Okra to Organic and Inorganic Fertilization. *Nature and Science*, 2010.
- ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. Disponível em <<http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.01.00&ver=por>>. Acessado em 15/06/2017.
- BAUDER, J. W. Soil conditioners; a problem or a solution. *Farm research*,33(4): 21-24, 1976.
- BLEVINS, D.G.; LUKASZEWSKI, K.M. Boron plant structure and function. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. Palo Alto, v.49, p.481-500, 1998.
- BUZETTI, S.; MURAOKA, T. & SÁ, M. E. Doses de boro na soja, em diferentes condições de acidez do solo: I. Produção de matéria seca e de grãos e nível crítico no solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:157-161, 1990
- CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency-induced impairments of celular functions in plants. In: DELL, B.; ROWN, P.H.; BELL, R.W. Boron in soil and plants: review. Symposium, Chiang Mai, reprinted *Plant and Soil*, v.193, n.1-2, p.71-83, 1998.
- CAVALLARO JÚNIOR, M. L. Fertilizantes orgânicos e minerais como fontes de N e de P para produção de rúcula e tomate. 39 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola)– Instituto Agronômico, Campinas, 2006.
- CATANI, R.A.; ALCARDE, J.C.; KROLL, F.M. A adsorção de boro pelo solo. *Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”*, v.28, p.189-198, 1971.
- CRUZ, M. C. P.; NAKAMURA, A. M.; FERREIRA, M. E. Adsorção de boro pelo solo: efeito da concentração e do pH. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.22, n.6, p.621-626, jun. 1987.
- DONAGEMMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B.; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H.M. (Org.). Manual de métodos de análise de solos. 2ª ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 230p. (Documentos, 132). 2011.
- GOLDBERG, S. Reactions of boron with soils. In: DELL, B.; BROWN, P.H.; BELL, R.W. Boron in soils and plants: Reviews. Dordrecht: Kluwer Academic, p.35-48, 1997.
- LIMA, J.C.P.S.; NASCIMENTO, C.W.A.; LIMA, J.G.C. & JUNIOR, M.A.L. Níveis críticos e tóxicos de boro em solos de Pernambuco determinados em casa de vegetação. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:73-79, 2007.
- LINDSAY, W. L. (Eds). *Micronutrients in agriculture*. Madison, Soil Science Society of America. p. 41-57. 1979.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2 ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- PIZETTA, L. C.; MEDEIROS JÚNIOR, A.; DALRI, A. B.; MAZZONETTO, F.; CORBANI, R. Z.; SOSSAI, V. L. M. Diferentes doses de boro sobre a produtividade da cultura da beterraba. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, Garça, v. 17, n. 2, p. 33-39, 2010.
- PONS A. L. & COELHO, C. D. Efeitos do Carbohumos sobre o rendimento do milho. In: Reunião Anual do Milho, 27. Porto alegre, RS. Ata. Porto alegre: IPAGRO/EMATER, 1982. p.90-91. 1982.

POWER, P.P. and WOODS, W.G. The chemistry of boron and its speciation in plants. In: DELL, B.; BROWN, P.H. and BELL, R.W. eds. *Boron in Soils and Plants*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 1-13. 1997.

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

SANZONNOWICZ, C. Recomendação e prática de adubação e calagem na Região Centro-Oeste do Brasil. In.: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1985, Nova Odessa. Resumos... Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1985. P.28-30.

SHELP, B.J. et al. Boron mobility in plants. *Physiologia Plantarum*, v.94, p.356-361, 1995.

SHORROCKS, V. M. The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 193, n. 1/2., p.121-148, jun. 1997.

STAFANATO, J.B. Aplicação de misturas granuladas NK e NS em cultivar de arroz (*Oryza sativa*). Dissertação de Mestrado em Agronomia-Ciência do Solo. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 67f. 2009.

TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; AZEVEDO, J.A.; TAVARES, M. Brócolos, couve-flor e repolho. In: RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. p.175. (Boletim Técnico, 100). 1997.

## CLASSIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO QUANTO A EFICIÊNCIA E RESPOSTA AO USO DO NITROGENIO EM GURUPI-TO

### **Weder Ferreira dos Santos**

Universidade Federal do Tocantins, Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia  
Gurupi – TO

### **Rafael Marcelino da Silva**

Universidade Federal do Tocantins, Agronomia  
Gurupi – TO

### **Layanni Ferreira Sodré**

Universidade Federal do Tocantins, Licenciatura em Química  
Gurupi – TO

### **Lucas Carneiro Maciel**

Universidade Federal do Tocantins, Agronomia  
Gurupi – TO

### **Eduardo Tranqueira da Silva**

Universidade Federal do Tocantins, Agronomia  
Gurupi – TO

### **Jefferson da Silva Pereira**

Universidade Federal do Tocantins, Agronomia  
Gurupi – TO

### **Gisele Ferreira Sodré**

Centro Universitário Luterano de Palmas, Direito  
Palmas – TO

### **Renato da Silva Vieira**

Faculdade de Sistemas de Informação de Paraíso do Tocantins, Sistemas de Informação  
Palmas – TO

objetivo classificar genótipos de milho quanto à resposta e eficiência ao uso do nitrogênio (N). Foram realizados dois ensaios de competição de genótipos de milho em Palmas-TO, na safra 2010/2011, sendo um para condição de alto N e outro para baixo N, aplicado em cobertura. O delineamento experimental de cada ensaio foi o de blocos ao acaso com três repetições e 32 tratamentos. Para identificar os genótipos eficientes e responsivos aos ambientes foi utilizada a metodologia de Fageria & Kluthcouski (1980). Os genótipos UFT-9, UFT-4, UFT-22, P28-2B e UFT-20 são mais eficientes e responsivos à adubação de N.

**PALAVRAS-CHAVE:** estresse mineral, produtividade, *Zea mays*.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to classify maize genotypes for nitrogen response and efficiency (N). Two competition trials of maize genotypes were carried out in Palmas-TO, in the 2010/2011 harvest, one for high N condition and another low N, applied in coverage. The experimental design of each experiment was a randomized block design with three replicates and 32 treatments. In order to identify efficient and environmentally responsive genotypes, the methodology of Fageria & Kluthcouski (1980). The genotypes UFT-9, UFT-4, UFT-22, P28-2B and UFT-20 are more efficient and responsive to fertilizer N. The genotypes UFT-9, UFT-4, UFT-22, P28-2B

**RESUMO:** O presente trabalho tem como

and UFT-20 are more efficient and responsive to N fertilization.

**KEYWORDS:** mineral stress, productivity, *Zea mays*.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda mundial de milho e seus derivados são cada vez mais necessários estudos visando maior eficiência à aplicação de adubos nitrogenados, estes que se destacam como o principal agente promotor de crescimento e de rendimento de grãos na cultura do milho. Garantir variedades que tenham maior resposta e eficiência na absorção do N garante não só maior produção e escoamento de seus produtos, mas também evita problemas como a lixiviação, volatilização e escassez do N, além de garantir uma maior segurança alimentar (Carvalho et al., 2012).

No melhoramento de plantas é necessário estabelecer métodos rápidos para identificação de cultivares eficientes na absorção e utilização do nutriente, que sejam de baixo custo e que permitam discriminar germoplasmas com alta repetibilidade dos resultados e avaliar grande quantidade de plantas, famílias ou populações (Fidelis et al., 2010).

Fageria e Kluthcouski (1980) desenvolveram um método específico para estresse mineral aplicável ao melhoramento de plantas, de forma que fosse possível a seleção de plantas eficientes quanto ao uso de nutrientes e responsivas quanto à sua aplicação.

Desse modo, a eficiência na utilização do nutriente é definida pela média da produtividade de grãos em baixo nível do nutriente objeto da pesquisa, sendo que a resposta à sua utilização, é obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos dois níveis do nutriente dividida pela diferença entre as doses aplicadas. Esta metodologia é adequada, pois os ensaios de campo fazem parte da rotina dos programas de melhoramento (Fidelis et al., 2014).

A utilização da metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980) em trabalhos com a cultura do arroz (Fidelis et al., 2011; Fidelis et al., 2012; Fidelis et al., 2013; Passos et al., 2015; Rotili et al., 2010), feijão (Sousa et al., 2012; Salgado et al., 2012), milho (Carvalho et al., 2012; Santos et al., 2016; Sodr e et al., 2016; Santos et al., 2017), soja (Colombo et al., 2016).

Portanto, encontrar genótipos eficientes na absorção do pouco nutriente presente no solo é de suma importância para auxiliar agricultores na seleção de genótipos específicos ou escolher genótipos para serem usados nos programas de melhoramento de plantas.

Assim, objetivou-se estudar os genótipos de milho quanto à resposta e eficiência ao uso do N, no Município de Palmas, Estado do Tocantins.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Em 2010 (02/12/2010) foram realizados dois ensaios de competição de genótipos de milho na Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Palmas, sendo um instalado

sob condições de alto N (AN) ( $150 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e um sob baixo N (BN) ( $0 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos ao acaso com 32 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos de 32 genótipos (P37-3, P24-M10, P28-2B, P36-19, P33-16, P29-M5, P22-M1, P32-11, P9-M12, P40-8, UFT-7, UFT-14, UFT-16, UFT-13, UFT-15, UFT-8, UFT-11, UFT-12, UFT-9, UFT-6, UFT-10, UFT-5, UFT-4, UFT-3, UFT-2, UFT-1, UFT-20, UFT-19, UFT-18, UFT-17, UFT-22 e UFT-21).

A parcela experimental foi composta por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,90 m entre as linhas. Na colheita foram usadas as duas linhas centrais de cada fileira, descartando-se 0,50 m das extremidades das fileiras.

Foram realizadas as operações de aração, gradagem e sulcamento. O plantio das sementes e a adubação no sulco de semeadura foram efetuados manualmente. A adubação de pré-plantio foi realizada utilizando  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK e ZN, para todos os ensaios.

As adubações nitrogenadas utilizadas, em cobertura, foram de 0 e  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, respectivamente, proporcionando totais de 15 e  $165 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, para os ambientes de BN e AN.

A adubação em cobertura foi com ureia parcelada em duas aplicações. A primeira no estágio fenológico de quatro folhas (V4) e a segunda no de oito (V8). As doses utilizadas para os dois ambientes correspondem às menores e maiores produtividade de grãos esperadas pela cultura do milho. Os tratos culturais foram realizados sempre que necessário, de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do milho (Fancelli & Dourado Neto, 2004).

Nas duas fileiras centrais de cada parcela experimental foram colhidas todas as espigas quando as plantas atingiram o estágio de maturação fisiológica (R6). Em seguida, foram trilhadas e os grãos adicionados e identificados, cada genótipo, em um único saco de papel, o qual foi transportado para o Laboratório de Pesquisa Agropecuária (LPA) da UFT, Campus de Palmas, onde foi calculada a massa de grãos de cada parcela corrigida a 13% de umidade e transformada em  $\text{kg ha}^{-1}$  para assim obter o rendimento de grãos.

Para identificar genótipos eficientes quanto ao uso do N e responsivos à sua aplicação foi utilizada a metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski (1980). Através destas metodologias, a eficiência correspondeu à média de rendimento de grãos em cada genótipo em baixo N. Enquanto a resposta à aplicação do N para cada genótipo resultou da diferença de rendimento dos dois ensaios, dividido pela diferença entre os níveis de N utilizados em cobertura.

Para a classificação dos genótipos quanto à eficiência e resposta ao N foi utilizada a representação gráfica no plano cartesiano. Sendo assim, no eixo das ordenadas encontram-se as respostas à sua aplicação, enquanto no eixo das abscissas, encontra-se à eficiência na sua utilização. O ponto de origem dos eixos corresponde à eficiência média e resposta média dos genótipos. No primeiro quadrante são representados os genótipos eficientes e responsivos; no segundo, os não eficientes e responsivos; no terceiro, os não eficientes e não responsivos; e no quarto quadrante, os eficientes e não responsivos.

Após a tabulação dos dados de rendimento de grãos, foram submetidos ao teste de normalidade. Em seguida, realizada análise de variância para cada ensaio e, após, análise conjunta seguindo o critério da homogeneidade dos quadrados médios residuais

dos ensaios. Os índices de eficiência e resposta dos genótipos também foram submetidos à normalidade e análise de variância para cada um destes.

As médias dos genótipos, ambientes e índices de eficiência e resposta foram comparadas pelo teste de grupos de Scott - Knott (1974), a 5% de significância, utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2011).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise de variância apresentados na Tabela 1, verifica-se que houve efeito significativo de genótipos e da interação entre genótipos e ensaios sobre a característica produção de grãos, evidenciando variabilidade genética. O coeficiente de variação foi de 8,10%, classificado como baixo, de acordo com Pimentel-Gomes (2009).

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Ensaio	1	133.428.016,80*
Genótipos	31	4.072.597,64*
Ensaio x Genótipos	31	1.195.686,79*
Blocos (Ensaio)	4	450.912,39
Erro experimental	124	188.752,24
Média geral		5.366
CV (%)		8,10

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta de produção de grãos de 32 genótipos de milho, cultivadas em dois ensaios, sob diferentes níveis de nitrogênio.

\*: significativo pelo teste F a 5% de probabilidade

As médias de produtividade de grãos dos 32 genótipos avaliados variaram de 2.444 kg ha<sup>-1</sup> (UFT-12), na situação de baixo N, a 7.889 kg ha<sup>-1</sup> (UFT-9) na situação de alto N (Tabela 2). A média de produção de grãos em baixo N (4.532 kg ha<sup>-1</sup>) apresentou-se menor do que a de alto N (6.200 kg ha<sup>-1</sup>), o que confirma que a aplicação de adubos nitrogenados na cultura do milho faz com que esta responda às aplicações colaborando com melhores produtividades. Cancellier et al. (2011) trabalhando com vinte e quatro populações de milho e uma testemunha obteve valores próximos ao da tabela 2, para o ensaio de baixo N (4.649 kg ha<sup>-1</sup>) e de alto N (5.748 kg ha<sup>-1</sup>).

Os genótipos avaliados no ensaio de Baixo N tiveram suas médias variando de 2.444 kg ha<sup>-1</sup> (UFT-12) a 6.800 kg ha<sup>-1</sup> (UFT-10) e apresentaram cinco grupos de médias. O grupo com a maior média é composto apenas pelo genótipo UFT-10 (6.800 kg ha<sup>-1</sup>) e o grupo com menor média pelos genótipos UFT-11 (3.111 kg ha<sup>-1</sup>), UFT-12 (2.444 kg ha<sup>-1</sup>), UFT-2 (3.129 kg ha<sup>-1</sup>) e UFT-1 (3.200 kg ha<sup>-1</sup>).

No ensaio de Alto N, as médias variaram de 4.356 kg ha<sup>-1</sup> (UFT-7) a 7.889 kg ha<sup>-1</sup> (UFT-9) e foram encontrados quatro grupos de médias para a produtividade, onde o grupo com as menores médias os genótipos P33-16 (4.435 kg ha<sup>-1</sup>), UFT-7 (4.356 kg ha<sup>-1</sup>), UFT-11 (4.711 kg ha<sup>-1</sup>) e UFT-2 (4.458 kg ha<sup>-1</sup>) e o grupo com as maiores médias foram os genótipos UFT-9 (7.889 kg ha<sup>-1</sup>), UFT-10 (7.822 kg ha<sup>-1</sup>), UFT-1 (7.422 kg ha<sup>-1</sup>) e UFT-21

(7.187 kg ha<sup>-1</sup>).

Apenas os genótipos P32-11, UFT-7, UFT-15 e UFT-5 apresentaram comportamento similar nos ensaios de Baixo N e Alto N. Os demais genótipos obtiveram maiores médias de produtividade no ensaio de Alto N.

Genótipos	Baixo N	Alto N	Eficiência	Resposta
P37-3	5.733 bB	6.804 bA	5.733	7,14
P24-M10	5.062 cB	5.987 cA	5.062	6,17
P28-2B	4.889 cB	6.667 bA	4.889	11,85
P36-19	4.262 dB	6.893bA	4.262	17,54
P33-16	3.621 dB	4.435 dA	3.621	5,43
P29-M5	5.844 bB	7.000 bA	5.844	7,71
P22-M1	3.711 dB	5.511 cA	3.711	12,00
P32-11	4.956 cA	5.489 cA	4.956	3,55
P9-M12	3.956 dB	5.689 cA	3.956	11,55
P40-8	4.356 dB	5.418 cA	4.356	7,08
UFT-7	3.911 dA	4.356 dA	3.911	2,97
UFT-14	3.644 dB	5.467 cA	3.644	12,15
UFT-16	4.400 dB	6.067 cA	4.400	11,11
UFT-13	5.076 cB	5.933 cA	5.076	5,71
UFT-15	5.133 cA	5.742 cA	5.133	4,06
UFT-8	5.356 cB	6.644 bA	5.356	8,59
UFT-11	3.111 eB	4.711 dA	3.111	10,67
UFT-12	2.444 eB	6.067 cA	2.444	24,15
UFT-9	5.289 cB	7.889 aA	5.289	17,33
UFT-6	5.578 bB	6.844 bA	5.578	8,44
UFT-10	6.800 aB	7.822 aA	6.800	6,81
UFT-5	5.911 bA	6.467 bA	5.911	3,71
UFT-4	4.711 cB	6.956 bA	4.711	14,97
UFT-3	4.067 dB	6.867 bA	4.067	18,67
UFT-2	3.129 eB	4.458 dA	3.129	8,86
UFT-1	3.200 eB	7.422 aA	3.200	28,15
UFT-20	4.867 cB	6.533 bA	4.867	11,11
UFT-19	4.156 dB	5.822 cA	4.156	11,11
UFT-18	4.844 cB	6.204 bA	4.844	9,07
UFT-17	3.911 dB	6.373 bA	3.911	16,41
UFT-22	4.667 cB	6.667 bA	4.667	13,33
UFT-21	4.444 dB	7.187 aA	4.444	18,29
Média	4.532 b	6.200 a	4.532	11,12

Tabela 2. Médias de produtividades de grãos de milho (kg ha<sup>-1</sup>) em 32 genótipos cultivados em dois níveis de N

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, pertence a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott - Knott (1974), a 5% de significância. Alto N = 150 kg ha<sup>-1</sup>; Baixo N = 0 kg ha<sup>-1</sup>

A metodologia de Fageria & Kluthcouski (1980) apresenta genótipos eficientes à aplicação de N (UFT-9, UFT-4, UFT-22, P28-2B, UFT-20, UFT-18 UFT-8, UFT-6, P29-M5, P37-3, UFT-10, P24-M10, UFT-13, UFT-15, UFT-5 e P32-11) (à direita do eixo vertical pelos quadrantes I e IV da Figura 1). Estes genótipos são indicados para agricultores de baixo

nível tecnológico, onde o cultivo com grandes doses de adubação nitrogenada não é utilizado (Santos et al., 2016; Santos et al., 2017), principalmente, em função do alto custo deste nutriente (Fidelis et al., 2012; Sodré et al., 2016).

E os genótipos responsivos (UFT-1, UFT-12, UFT-3, UFT-21, P36-19, UFT-9, UFT-17, UFT-4, UFT-22, UFT-14, P22-M1, P9-M12, UFT-19, UFT-16, P28-2B e UFT-20) estão representados pelos quadrantes I e II (Figura 1). Para Sodré et al. (2016), com a cultura do milho e Salgado et al. (2012) com a cultura do feijão, destacam que os genótipos destes quadrantes são de interesse, pois quando cultivados em ambientes adequados de adub o, respondem aos incrementos na dose do nutriente.

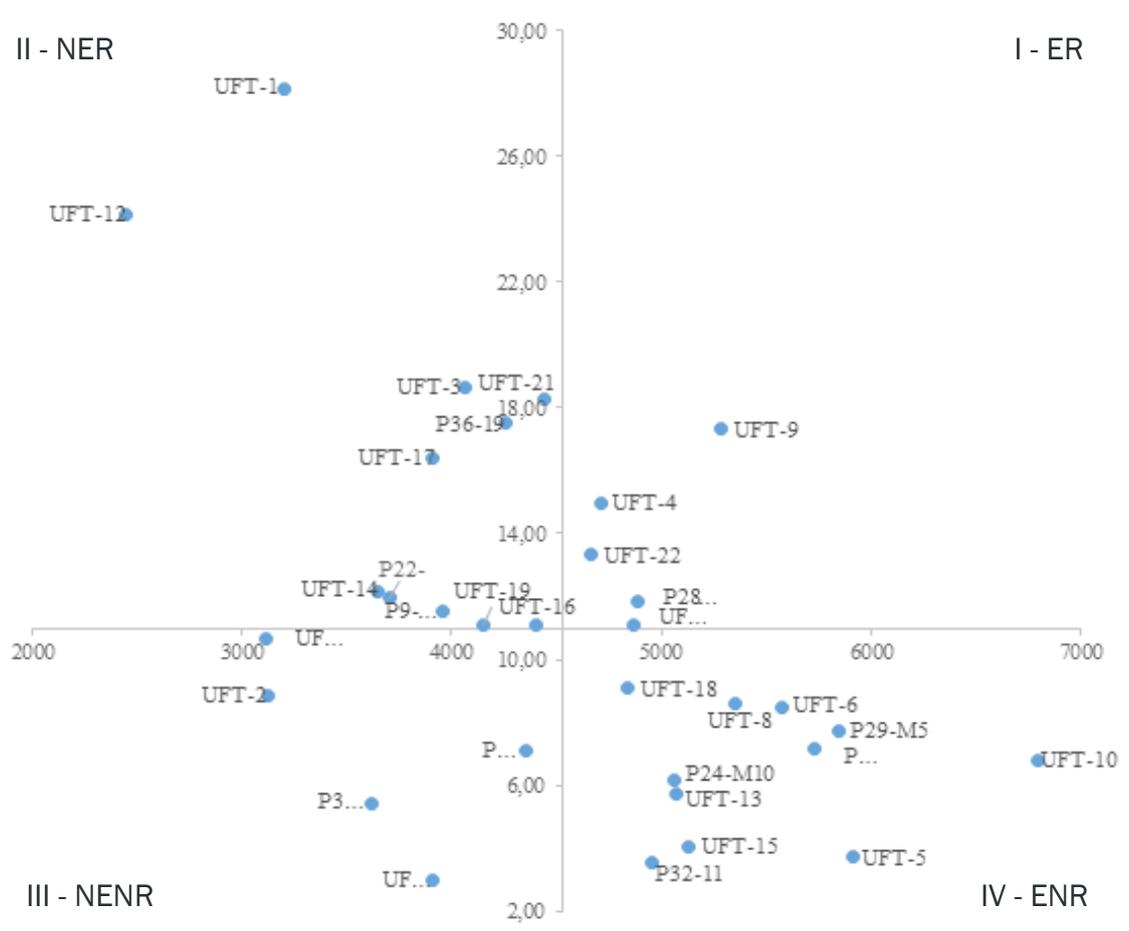


Figura 1. Eficiência no uso e resposta   aplica o de nitrogênio em genótipos de milho, por meio da metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980). No primeiro quadrante são representados os genótipos eficientes e responsivos (ER); no segundo quadrante são representados os genótipos não eficientes e responsivos (NER); no terceiro quadrante são representados os genótipos não eficientes e não responsivos (NENR); no quarto quadrante são representados os genótipos eficientes e não responsivos (ENR).

No primeiro quadrante da Figura 1, encontram-se os genótipos (UFT-9, UFT-4, UFT-22, P28-2B e UFT-20) eficientes e responsivos, ou seja, eficientes porque atingiram boas produtividades na falta de adub o e responsivos porque, com a adub o nitrogenada, elevaram com significância suas médias de produtividade. Os genótipos representados neste primeiro quadrante expressam uma possível adapta o tanto a condi o de déficit de N como a condi o de ótima disponibilidade (Santos et al., 2016 e Sodré et al., 2016), e de acordo Fidelis et al. (2014) genótipos deste quadrante são recomendados para cultivos agrícolas que adoram desde o baixo até o alto nível tecnológico.

Os genótipos UFT-1, UFT-12, UFT-3, UFT-21, P36-19, UFT-17, UFT-14, P22-M1, P9-M12, UFT-19 e UFT-16 por terem apresentado baixo rendimento de grãos no ensaio de Baixo N foram considerados como não eficientes, porém tiveram caracterizado suas condições de genótipos responsivos (quadrante II da Figura 1). Estes genótipos são indicados para propriedades que dispõem de um alto nível tecnológico (Fidelis et al., 2012; Sodré et al., 2016).

No quadrante III estão os genótipos que apresentaram baixo rendimento de grãos, com média inferior à média dos genótipos ( $4.532 \text{ kg ha}^{-1}$ ), também baixos índices de resposta ao N, estes genótipos são considerados não eficientes e não responsivos (UFT-11, UFT-2, P40-8, P33-16 e UFT-7). Genótipos classificados como não eficientes e não responsivos não são recomendados para serem empregados em quaisquer propriedades agrícolas, inclusive àquelas que adotam baixo nível tecnológico (Fidelis et al., 2011).

Os genótipos (UFT-18, UFT-8, UFT-6, P29-M5, P37-3, P24-M10, UFT-10, UFT-13, UFT-15, UFT-5 e P32-11) que apresentaram alto rendimento de grãos em ambiente Baixo N (acima da média geral,  $4532 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e baixo índice de resposta à aplicação do N, são definidos como eficientes e não responsivos (quadrante IV da Figura 1). Os genótipos organizados neste quadrante são indicados para propriedades que adotam baixo nível tecnológico (Santos et al., 2016), ou nenhuma adubação (Fidelis et al., 2012).

### 3 | CONCLUSÕES

1. Existe variabilidade genética entre os genótipos de milho quanto à eficiência ao uso do N.
2. A metodologia de Fageria & Kluthcouski (1980) se mostrou eficaz para a discriminação de genótipos quanto à resposta e eficiência ao uso do N.
3. Os genótipos UFT-9, UFT-4, UFT-22, P28-2B e UFT-20 são eficientes e responsivos a maior disponibilidade de N, podendo ser indicadas para condições de baixa e alta disponibilidade de N.

### REFERÊNCIAS

CANCELLIER, L.L.; AFFÉRRI, F.S.; CARVALHO, E.V.; DOTTO, M.A.; LEÃO, F.F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.139-148, 2011.

CARVALHO, R.P.; PINHO, R.G.V.; DAVIDE, L.M.C. Eficiência de cultivares de milho na absorção e uso de nitrogênio em ambiente de casa de vegetação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.6, p.2125-2136, 2012.

COLOMBO, G.A.; PELÚZIO, J.M.; PIRES, L.P.M.; DARONCH, D.J.; MACHADO FILHO, G.C. Eficiência do uso de fósforo de cultivares de soja em condições de cerrado tocantinense. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.3, n.1, p.42-49, 2016.

- FAGERIA, N.D.; KLUTHCCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1980. 22p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FIDELIS, R.R.; MIRANDA, G.V.; PELÚZIO, J.M.; GALVÃO, J.C.C. Classificação de populações de milho quanto à eficiência e resposta ao uso de fósforo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, n.2, p.241-246, 2010.
- FIDELIS, R.R.; NASCIMENTO, L.C.; SANTOS, M.M.; SILVA, G.F.; TONELLO, L.P.; OLIVEIRA, T.C. Efeito da adubação fosfatada na qualidade fisiológica de sementes de arroz cultivadas em terras altas. **Bioscience Journal**, v.29, n.1, p.15-21, 2013.
- FIDELIS, R.R.; ROTILI, E.A.; SANTOS, M.M.; BARROS, H.B.; MELO, A.V.; DOTTO, M. Eficiência no uso de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.622-626, 2011.
- FIDELIS, R.R.; ROTILI, E.A.; SANTOS, M.M.; BARROS, H.B.; RODRIGUES, A.M. Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de nitrogênio de cultivares de arroz em solos de terras altas no sul do Estado do Tocantins, safra 2007/2008. **Bioscience Journal**, v.28, n.3, p.432-438, 2012.
- FIDELIS, R.R.; SANTOS, M.M.; SANTOS, G.R.; SILVA, R.R.; VELOSO, D.A. Classificação de populações de milho quanto a eficiência e resposta ao uso de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.19, n.2, p.59-64, 2014.
- PASSOS, N.G.; SOUSA, S.A.; LOPES, M.B.S.; VARAVALLLO, M.A.; OLIVEIRA, T.C.; FIDELIS, R.R. Eficiência no uso de nitrogênio em genótipos de arroz em solos de várzea tropical do Estado do Tocantins. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.9, n.1, p.8-16, 2015.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.
- ROTILI, E.A.; FIDELIS, R.R.; SANTOS, M.M.; BARROS, H.B.; PINTO, L.C. Eficiência do uso e resposta à aplicação de fósforo de cultivares de arroz em solos de terras altas. **Bragantia**, v.69, n.3, p.705-710, 2010.
- SALGADO, F.H.M.; SILVA, J.; OLIVEIRA, T.C.; BARROS, H.B.; PASSOS, N.G.; FIDELIS, R.R. Eficiência de genótipos de feijoeiro em resposta à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.4, p.368-374, 2012.
- SANTOS, W.F.; PELÚZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; SODRÉ, L.F.; HACKENHAAR, C.; REINA, E.; MACÊDO, D.A. Eficiência e resposta ao uso de nitrogênio em genótipos de milho para rendimento de proteína. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.10, n.4, p.6-11, 2016.
- SANTOS, W.F.; SODRE, L.F.; MACIEL, L.C.; SILVA, R.M.; AFFERRI, F.S.; CERQUEIRA, F.B.; VIEIRA, R.S. Seleção de genótipos de milho quanto a sua resposta e eficiência ao nitrogênio. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.11, n.1, p.73-76, 2017.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.
- SODRÉ, L.F.; ASCÊNIO, S.D.; PELÚZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; SANTOS, W.F.; CARVALHO, E.V. Cultivo

para alto e baixo nitrogênio em genótipos de milho no Tocantins visando a produção de óleo. **Revista de Agricultura**, v.91, n.2, p.174-183, 2016.

SOUSA, S.A.; SILVA, J.; RAMOS, D.P.; OLIVEIRA, T.C.; GONZAGA, L.A.M.; FIDELIS, R.R. Eficiência e resposta à aplicação de nitrogênio de genótipos de feijão comum cultivados em várzea tropical do Estado do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3, n.3, p.33-37, 2012.

## COBERTURA DO SOLO PELA CANA-DE-AÇUCAR FERTILIZADA COM ORGANOMINERAL DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE EM SOLO FÉRTIL

### **Israel Mendes Sousa**

Universidade Federal de Goiás, Escola de  
Agronomia  
Goiânia - Goiás

### **Mateus Ferreira**

Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos  
Morrinhos – Goiás

### **Ruan Brito Vieira**

Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos  
Morrinhos – Goiás

### **Felipe Garcia de Menezes**

Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos  
Morrinhos – Goiás

### **Emmerson Rodrigues de Moraes**

Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos  
Morrinhos – Goiás

**RESUMO:** A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) continua em expansão no Brasil. O Brasil ocupa o primeiro lugar na produção mundial de cana-de-açúcar. Fertilizantes organominerais geram grandes expectativas quanto eficiência, economia, e sustentabilidade das adubações. O objetivo do trabalho foi avaliar a cobertura do solo pela cana-de-açúcar, adubada com fertilizante mineral e organomineral associados a bioestimulante. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5x2+1, sendo cinco tratamentos, 0; 60; 80; 100 e 120% (com e sem bioestimulante) mais um adicional

(adubação 100% mineral) em quatro repetições. Foi utilizado bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) e volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> sobre os toletes no sulco de plantio. Foi avaliada a cobertura vegetal aos 30, 60, 90, 120, e 150 dias após plantio (DAP). A avaliação foi realizada com fotografias a 1,5 m de altura, sob um retângulo de madeira com 1,5 m<sup>2</sup> no centro da linha. Posteriormente as fotos foram analisadas pelo programa SisCob v1.0 determinando o percentual. Os resultados foram submetidos à análise de variância, realizada pelo teste F a 5% de probabilidade e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett a 0,05 de significância. O uso do bioestimulante Stimulate® aumentou a cobertura vegetal de plantas de cana-de-açúcar sobre o solo a partir dos 120 DAP. O organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral foram indiferentes. Os diferentes percentuais de adubação de plantio não promovem incrementos de cobertura vegetal das plantas sobre o solo até os 150 DAP.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Saccharum* spp.; Stimulate®; Desenvolvimento vegetal.

**ABSTRACT:** The culture of sugarcane (*Saccharum officinarum*) continues to expand in Brazil. The Brazil occupies the first place in the world production of sugar cane. Organomineral fertilizers generate high expectations as to efficiency, economy, and sustainability of fertilizers. The objective of this

work was to evaluate the soil cover by sugarcane, fertilized with mineral fertilizer and organomineral associated to biostimulant. The experimental design was in randomized blocks with factorial  $5 \times 2 + 1$ , being five treatments, 0; 60; 80; 100 and 120% (with and without Biostimulant) plus one additional (100% mineral fertilization) in four replicates. Stimulate® rooting biostimulant was inoculated via inoculation ( $0.75 \text{ L ha}^{-1}$ ) and  $100 \text{ L ha}^{-1}$  syrup volume on the stalks in the planting groove. Vegetation cover was evaluated at 30, 60, 90, 120, and 150 days after planting (DAP). The evaluation was carried out with photographs at a height of 1.5 m, under a wooden rectangle measuring  $1.5 \text{ m}^2$  in the center of the line. Subsequently the photos were analyzed by the program SisCob v1.0 determining the percentage. The results were submitted to analysis of variance, performed by the F test at 5% of probability, and the means compared by the Tukey and Dunnett test at 0.05 of significance. The use of the Stimulate® biostimulant increased the plant cover of sugarcane plants on the soil from 120 DAP. The organomineral sewage sludge and the mineral source were indifferent. The different percentages of planting fertilization do not promote increments of plant cover of the plants on the soil up to 150 DAP.

**KEYWORDS:** *Saccharum* spp.; Stimulate®; Vegetable development.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) com 9,07 milhões de hectares (CONAB, 2016). No país, essa cultura continua em expansão em atendimento a demanda por alimentação animal e consumo de açúcar e etanol principalmente.

É importante estudar o uso de fertilizantes organominerais em áreas com culturas importantes como a cana-de-açúcar. Estes são oriundos da mistura de fertilizantes orgânicos, com minerais. Portanto, se tratando geralmente do reaproveitamento de um subproduto (parte orgânica), o uso de fertilizantes organominerais geram grandes expectativas quanto sua eficiência, economia, e sustentabilidade das adubações (FERNANDES *et al.*, 2015). Estudos da influência da adubação por meio da utilização de fertilizantes organominerais vêm sendo realizados na cultura da cana-de-açúcar. Santos *et al.* (2014) avaliaram o comportamento da cana-de-açúcar no ciclo de cana-soca em função da adubação com torta de filtro enriquecida com fontes solúveis de fósforo, e concluíram que, o fósforo aplicado no sulco de plantio manifestou efeito residual no ciclo seguinte, melhorando as qualidades de perfilhamento, índice de área foliar, produtividade de colmos e de açúcar.

Sousa (2014), ao avaliar a eficiência agrônômica da utilização de fertilizante organomineral na cana-de-açúcar, concluiu que o fertilizante organomineral mostrou-se mais eficiente que o fertilizante mineral tanto em cana planta quanto em cana soca. Essa adubação alternativa substituiu o fertilizante mineral e apresentou até 24% a mais de eficiência na produção de colmos de cana-de-açúcar, além de, proporcionar uma maior lucratividade por hectare quando comparado ao fertilizante mineral.

O lodo de esgoto ou biossólido é um resíduo sólido, resultante de processos de tratamentos físicos e químicos do esgoto. Toneladas desse produto são geradas em

estações de tratamento de esgoto. Do ponto de vista ambiental, é preciso que se de um destino correto a esse material. O uso do bio sólido na agricultura pode ser uma alternativa viável e ambientalmente sustentável.

O uso de bioestimulantes é uma alternativa para alcançar o principal objetivo em produção de culturas, ou seja, aumentar a produtividade. Os bioestimulantes podem ser substâncias orgânicas ou sintéticas, derivadas de misturas de dois ou mais biorreguladores vegetais ou de vitaminas, aminoácidos e nutrientes (SILVA *et al.*, 2010).

Portanto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a cobertura do solo pela cana-de-açúcar, adubada com fertilizante mineral e organomineral associados a bioestimulante.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos - GO, localizado nas coordenadas 17° 48' 33,7" S e 49° 12' 19,9" W, estando a uma altitude de 900 metros. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Esse foi o primeiro ano com cultivo de cana-de-açúcar nessa área. Historicamente, por aproximadamente quinze anos cultivou-se milho e soja em anos alternados, e permanecendo em pousio nos demais meses do ano, em todas as safras. Realizou-se análise química nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. O solo é argiloso com 40,9% de argila, 21,2% de silte e 37,9% de areia (Tabela 1).

Prof. (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca	Mg	Al	P	K	H+Al	T	V	m	M.O.
	1:2,5	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			Mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		%		g kg <sup>-1</sup>
0-20	6,0	2,1	0,6	0,0	11,6	136	2,5	5,55	55	0	2,7
20-40	5,9	1,2	0,3	0,0	3,0	55	2,5	4,14	40	0	1,1

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental antes da instalação do ensaio.

pH em H<sub>2</sub>O; Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); P, K = (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>) P disponível (extrator Mehlich<sup>-1</sup>); H + Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio, M.O. = Método Colorimétrico. Metodologias baseadas em Embrapa (2013).

Realizou-se uma fosfatagem a lanço com 800 kg ha<sup>-1</sup> de termofosfato Yoorin® (16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Fez-se uma gradagem com grade aradoura intermediária 16 x 28" e nivelamento do solo com grade niveladura 36 x 22". Semeou-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de *Crotalaria juncea*. No intenso florescimento realizou-se a roçagem da *C. juncea*. Após quatro meses da roçagem fez-se a dessecação da área com 3,0 L ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 1,0 L ha<sup>-1</sup> de 2,4-D.

A abertura dos sulcos para plantio foi realizada com sulcador de haste aberta de 52 a 82 cm e altura 50 cm. Plantou-se de 15 a 18 gemas viáveis metro linear<sup>-1</sup> através de mudas na profundidade de 30 a 40 cm. O experimento foi implantado em Junho de 2015, utilizando a cultivar RB 92 579. A recomendação de adubação de plantio foi de 470 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 04-21-07 e cobertura de 400 kg ha<sup>-1</sup> do 10-00-40 + 0,3% de B aos 150 dias

após plantio (DAP).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em fatorial 5x2+1 sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 7,5 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. A área útil para coleta de dados foi considerada nas quatro linhas centrais da parcela, desprezando-se 1,0 m em cada extremidade e totalizando 36 m<sup>2</sup>. A área total de cada parcela foi de 75 m<sup>2</sup>. Carreadores foram espaçados de 3,0 m entre parcelas e blocos.

A recomendação de adubação de plantio e cobertura foi atendida utilizando-se as fontes organomineral oriundo do lodo de esgoto e mineral. Foi utilizado o bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) e volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> sobre o tolete no sulco de plantio.

As combinações dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação, consistindo: 100% com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120% (com e sem bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto.

Para controle das ervas daninhas utilizou-se os herbicidas diuron, hexazinona e MSMA nas doses de 3,2; 5,0 e 3,0 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O controle de formigas e cupins foi realizado com o princípio ativo fipronil aplicados no sulco de plantio na dosagem de 2,5 g ha<sup>-1</sup>.

Foi avaliada a cobertura vegetal aos 30, 60, 90, 120, e 150 DAP. A avaliação foi realizada com fotografias a 1,5 m de altura, sob um retângulo de madeira com dimensão de 1,5 m<sup>2</sup> no centro da linha (Figura 1). Posteriormente as fotos foram analisadas pelo programa SisCob v1.0 determinando o percentual de cobertura vegetal (JORGE & SILVA, 2009).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F a 5% de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett a 0,05 de significância.



Figura 1: Fotografia do retângulo de madeira (1,5 m<sup>2</sup>) posicionado no centro da linha a 1,5 m de altura.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fertilizante organomineral a partir dos 120 DAP com bioestimulante aumentou a

cobertura de plantas de cana-de-açúcar sobre o solo. Provavelmente isso ocorreu devido ter na sua composição os hormônios vegetais citocinina, auxina e giberelina que estimula o crescimento meristemático. Assim, as plantas ficaram mais estáveis, assimilando com maior facilidade os nutrientes. Silva *et al.* (2010) e Ferreira *et al.* (2013) relataram um aumento da produtividade de colmos e de açúcar em soqueira independente do genótipo, com o uso de biorreguladores vegetais.

A cobertura vegetal das plantas de cana-de-açúcar sobre o solo foi indiferente comparando a fonte organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral (Tabela 2). Não houve significância comparando 100% do percentual de recomendação com a fonte mineral e os extremos da fonte organomineral (sem fertilizante e 120% da recomendação, com e sem bioestimulante).

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					
	0	60	80	100	120	Media
----- 30 DAP -----						
Sem	0,9	1,3	0,7	0,5	0,9	0,8 A
Com	0,8	0,7	1,1	1,1	0,8	0,9 A
Mineral 100 % = 0,9						
CV (%)= 39,09; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 0,2; DMS <sub>Mineral</sub> = 0,7						
----- 60 DAP -----						
Sem	1,4	1,1	1,1	1,4	1,2	1,2 A
Com	1,0	1,4	1,9	1,2	1,3	1,2 A
Mineral 100 % = 1,1						
CV (%)= 37,90; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 0,29; DMS <sub>Mineral</sub> = 0,93						
----- 90 DAP -----						
Sem	1,4	1,2	1,4	1,5	1,3	1,4 A
Com	1,6	1,9	1,4	2,0	1,2	1,6 A
Mineral 100 % = 1,2						
CV (%)= 30,39; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 0,29; DMS <sub>Mineral</sub> = 0,29						
----- 120 DAP -----						
Sem	2,5	2,3	3,2	3,4	2,6	2,8 B
Com	4,6	3,5	3,9	5,4	5,4	4,6 A
Mineral 100 % = 4,7						
CV (%)= 42,93; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 1,05; DMS <sub>Mineral</sub> = 3,31						
----- 150 DAP -----						
Sem	18,9	32,5	28,1	21,9	20,0	24,3 B
Com	31,3	36,0	40,0	45,8	34,5	37,5 A
Mineral 100 % = 29,9						
CV (%)= 34,19; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 6,80; DMS <sub>Mineral</sub> = 21,5						

Tabela 2. Cobertura vegetal (%) da cana-de-açúcar sobre o solo em cinco períodos de avaliação e em função do percentual da dose de recomendação de plantio com e sem

bioestimulante.

Medias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; \*médias diferentes do mineral por Dunnett ( $p < 0,05$ ).

O crescimento inicial da cana-de-açúcar é favorecido das reservas nutricionais do tolete (FIGUEIRA *et al.*, 2011). Além disso, as reservas nutricionais do solo ajudaram a garantir o desenvolvimento da cobertura inicial das plantas sobre o solo (REICHERT *et al.*, 2016). Na ocasião das avaliações, o uso do bioestimulante dos 30 aos 90 DAP não apresentou incremento na cultura sob cobertura vegetal.

A ação positiva dos fitohormônios presentes no Stimulate® aumentou a cobertura vegetal das plantas sobre o solo. Consequentemente, com maior área fotossintética à maior conversão de energia luminosa em fotoassimilados. As plantas nessas condições fecham mais rápido as entre linhas e diminuem a possibilidade de crescimento de plantas daninhas, sendo mais um benefício do uso externo de fitormônios.

## 4 | CONCLUSÕES

O uso do bioestimulante Stimulate® promoveu o aumento da cobertura vegetal da cana-de-açúcar sob o solo a partir dos 120 DAP. Não houve diferenças significativas quanto a fonte organomineral e mineral. O organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral são iguais para os diferentes percentuais de adubação.

## REFERÊNCIAS

- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira: Cana-de-açúcar. Primeiro levantamento.** Brasília: Conab, v. 3, safra 2016/17, n 1, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_18\\_14\\_27\\_15\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_18_14_27_15_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_16.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2016.
- FERREIRA, M. M. R.; FERREIRA, L. H. Z.; BOLONHEZI, A. C. **Plant regulators applied in the planting furrow in some sugarcane cultivars.** Scientia Agraria, Curitiba, v.14, n.2, p.59-64, 2013.
- FERNADES, D. M.; GROHSCOPF, M. A.; GOMES, E. R.; FERREIRA, N. R.; BÜLL, L. T. **Phosphorus in soil solution in response to the application of mineral and organomineral fluid fertilizers.** Irriga, Botucatu, Edição Especial, 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p. 14-27, 2015.
- FIGUEIRA, J. de A.; CARVALHO, P. H.; SATO, H. H. **Sugarcane starch: quantitative determination and characterization.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v 31, n. 3, p. 806-815, 2011.
- JORGE, L. A. de C.; SILVA, D. J. da C. B. **SisCob: Manual de Utilização. Embrapa Instrumentação Agropecuária.** São Carlos, SP. 2009. 18p.
- REICHERT, J. M.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. RODRIGUES, M. F.; SUZUKI, L. E. A. S. **Land use effects on subtropical, sandy soil under sandzation/desertification processes.** *Agriculture, Ecosystems & Environment.* v. 233, n. 3, p. 370-380, 2016.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. de A.; TIRITAN, C. S.; CRUSCIOL, C. A. C. **The effect of filter cakes enriched with soluble phosphorus used as a fertilizer on the sugarcane ratoons.** Acta Sci, Agron. Vol.36. n.3 Maringá Jul/Set 2014.

SILVA, M. de A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. **Productivity and technological quality of sugarcane ratoon subject to the application of plant growth regulator and liquid fertilizers.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 40, n. 4, 2010.

SOUSA, R. T. X. de. **Fertilizante organomineral para a produção de cana-de-açúcar.** 2014. 87f. (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG/Brasil.

## COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA ASSOCIADA A INOCULAÇÃO DE *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM*

### Alan Mario Zuffo

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul –  
UEMS, Depto. de Fitotecnia  
Cassilândia – MS

### Fábio Steiner

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul –  
UEMS, Depto. de Fitotecnia  
Cassilândia – MS

### Aécio Busch

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul –  
UEMS, Depto. de Fitotecnia  
Cassilândia – MS

### Joacir Mario Zuffo Júnior

Universidade do Estado de Mato Grosso –  
UNEMAT, Depto. de Agronomia  
Nova Xavantina – MT

### Tiago Zoz

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul –  
UEMS, Depto. de Fitotecnia  
Cassilândia – MS

**RESUMO:** O uso de nitrogênio pode incrementar os componentes de produção da soja. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio associada a inoculação de bactérias *Bradyrhizobium japonicum*, nos componentes de produção em cultivares de soja. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, disposto em esquema fatorial  $2 \times 3 \times 4$ , com quatro

repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de soja (BRS 1074 IPRO e ST 797 IPRO), três épocas de aplicação (semeadura; 30 DAE e 50 DAE) e quatro doses de nitrogênio (0, 20, 40, 60 kg ha<sup>-1</sup> de N) nas safras 2016/2017 e 2017/2018. Foram avaliados o número de legume, número de grãos por legume, massa de mil grãos e produtividade de grãos. O uso de N mineral associada à inoculação de bactérias *Bradyrhizobium japonicum* não proporciona aumento no número de legume por planta, número de grãos/legume, e produtividade dos grãos de soja. Portanto, apenas a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* fornece o N suficiente para a produção de grãos na cultura da soja. O cultivar de soja BRS 1074 IPRO apresentou maior massa de mil grãos e produtividade dos grãos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max* L. Merrill, fixação biológica de nitrogênio, ureia.

**ABSTRACT:** The use of nitrogen can increase soybean production components. The objective of this work was to evaluate the effect of doses and times of application of nitrogen associated with the inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* bacteria in the production components in soybean cultivars. The experimental design was a randomized block design, arranged in a  $2 \times 3 \times 4$  factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of two soybean cultivars (BRS 1074 IPRO and ST 797 IPRO), three application times (sowing, 30

DAE and 50 DAE) and four nitrogen doses (0, 20, 40, 60 kg ha<sup>-1</sup> of N) in the 2016/2017 and 2017/2018 harvests. The number of vegetables, number of grains per legume, mass of one thousand grains and grain yield were evaluated. The use of mineral N associated with the inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* bacteria does not increase the number of legumes per plant, number of grains/legume, and yield of soybean grains. Therefore, only inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* provides N sufficient for the production of grains in the soybean crop. The soybean cultivar BRS 1074 IPRO showed a greater mass of one thousand grains and grain yield.

**KEYWORDS:** *Glycine max* L. Merrill, biological nitrogen fixation, urea.

## 1 | INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] é uma das mais importantes culturas oleaginosas do mundo. Por ter alto valor nutricional a soja necessita de grandes quantidades de nitrogênio (N), segundo Kaschuk et al. (2016) cerca de 80 kg de N para produzir 1000 kg de grãos. A cultura da soja pode adquirir N pela fixação biológica de nitrogênio (FBN) por meio das espécies de bactéria *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* (DOMINGOS et al., 2015).

Há alguns estudos com a temática da adubação nitrogenada, todavia, os resultados são controversos. Parte dos estudos, reportaram que o uso de fertilizantes nitrogenados não melhora o desempenho produtivo da cultura (ARATANI et al., 2008; KASCHUK et al., 2016; KORBER et al., 2017). Por outro lado, pesquisas têm reportado que adubação nitrogenada pode melhorar o desenvolvimento da planta e a produtividade da cultura da soja (PARENTE et al., 2015; BARRANQUEIRO; DALCHIAVON, 2017; MORENO et al., 2018). Atualmente, a recomendação para o cultivo de soja é a utilização de inoculante sem a suplementação com fertilizante nitrogenado, ou de até 20 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura (EMBRAPA, 2011).

Nesse sentido, percebe-se que é de fundamental relevância elucidar assuntos dessa temática. Objetivou-se com este ensaio avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio associada a inoculação de bactérias *Bradyrhizobium japonicum*, nos componentes de produção em cultivares de soja.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área experimental na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Cassilândia, MS (19° 06' 48" de latitude Sul; 51° 44' 03" de longitude Oeste e altitude média de 470 m), nas safras de 2016/2017 e 2017/2018. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), caracterizado como clima tropical com verões quentes e tendência para altos níveis de precipitação e invernos secos, com estação seca entre maio e setembro. As condições ambientais durante a condução do experimento foram: precipitação de 1132 mm e 776

mm para as safras de 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente.

O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico de textura arenosa (95 g kg<sup>-1</sup> de argila). A área experimental vinha sendo ocupada com pastagem de *Urochloa* sp. por 12 anos e sem histórico de cultivo de leguminosas. Solo de áreas de primeiro cultivo de soja pode ser considerado ideal para testar a interação entre a simbiose *Bradyrhizobium*-soja e a aplicação de nitrogênio. Antes de iniciar o experimento, o solo foi amostrado na camada 0-0,20 m e as principais propriedades químicas são apresentadas na tabela 1.

Safra	pH	MO	P <sub>Mehlich-1</sub>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	CTC	V	
	CaCl <sub>2</sub>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----		%	
2016/2017	5,6	14,0	8,3	2,0	0,0	2,0	0,7	0,07	4,7	58	
2017/2018	5,2	16,4	10,7	2,3	0,0	2,1	0,8	0,12	5,3	56	
Safra	S-SO <sub>4</sub>	B	Cu	Zn	Fe	Mn					
	-----						mg dm <sup>-3</sup>	-----			
2016/2017	18,2	0,45	0,9	12,6	32,0	76,8					
2017/2018	11,3	0,38	1,1	6,4	27,1	55,1					

Tabela 1. Principais propriedades químicas do solo utilizado nos experimentos.

MO: Matéria orgânica. CTC: Capacidade de troca de cations à pH 7,0. V: Saturação de bases.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, disposto em esquema fatorial 2 × 3 × 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de soja (BRS 1074 IPRO - hábito de crescimento indeterminado, ciclo de 108 a 114 dias, grupo de maturação 7,4 e ST 797 IPRO - hábito de crescimento indeterminado, ciclo de 120 a 130 dias, grupo de maturação 7,9), três épocas de aplicação de N (semeadura; 30 DAE e 50 DAE) e quatro doses de nitrogênio (0, 20, 40, 60 kg ha<sup>-1</sup> de N) nas safras de 2016/2017 e 2017/2018. A fonte de N utilizada foi a ureia (45% de N). Cada unidade experimental foi constituída por 5 m de comprimento com 4 m de largura, sendo que, para as avaliações foram desconsideradas as duas linhas laterais e, 0,5 m em cada extremidade.

Sementes de soja previamente tratadas com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (Standak Top<sup>®</sup>) na dose de 2 mL p.c. kg<sup>-1</sup> de semente foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, utilizou-se o inoculante comercial líquido Simbiose Nod Soja<sup>®</sup> (Simbiose: Agrotecnologia Biológica) contendo as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 (concentração mínima de 7,2 x 10<sup>9</sup> células viáveis por mL), na dose de 150 mL para 50 kg de sementes. A quantidade de inoculante utilizada foi dissolvida em uma solução contendo 2 mL p.c. kg<sup>-1</sup> de semente de aditivo para inoculante Protege<sup>®</sup> TS (Total Biotecnologia) e, então, ambos os produtos (inoculante + aditivo) foram aplicadas nas sementes. O aditivo para inoculante é constituído de metabólitos ativos de bactérias, complexo de açúcares e biopolímeros encapsulantes e tem a finalidade de melhorar a proteção e a viabilidade das bactérias sobre as sementes. Para potencializar a nodulação da soja, as sementes também receberam a aplicação de micronutrientes, especialmente, de molibdênio. A fonte utilizada

foi o fertilizante comercial para sementes Nódulus® Premium 125 (Biosoja) contendo: Mo, 10%; Co, 1%; S, 1%; Ca, 1%; Fe, 0,2%.

O preparo do solo foi realizado com uma gradagem. Os sulcos foram abertos manualmente em linha, com espaçamento de 0,50 m. Em ambas as safras, a semeadura foi realizada manualmente no dia 15 de dezembro. A densidade de semeadura foi de 15 plantas por metro. A adubação de base foi constituída de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, cuja fonte foi o superfosfato simples e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, cuja a fonte foi o cloreto de potássio. O cloreto de potássio foi aplicado em duas épocas 50% na semeadura e 50% aos 30 DAE.

Durante o desenvolvimento das plantas, para o manejo de plantas daninhas, pragas e doenças foram utilizados os produtos: Glyphosate, Piraclostrobina + Epoxiconazol, Azoxistrobina + Ciproconazole, Teflubenzurom, Clorpirifós e Cipermetrina.

Por ocasião da colheita (estádio R<sub>9</sub>) foram obtidos em cinco plantas por parcela as seguintes variáveis: número de legume e número de grãos por legume (unidade) – por meio da contagem manual; massa de mil grãos (g) - de acordo com a metodologia descrita em Brasil (2009); produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) - padronizada para umidade dos grãos de 13%.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e quando significativas as médias foram comparadas pelo teste LSD, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar® versão 5.3 para Windows (Software de Análises Estatísticas, UFLA, Lavras, MG, BRA). Para as doses de N, foram utilizadas a análise de regressão e as equações significativas com os maiores coeficientes de determinação (teste F, p < 0,05) foram ajustadas. Todas as análises foram realizadas usando o software SigmaPlot 11.0 para Windows (Systat Software, Inc., San José, CA, EUA).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados reportaram efeitos significativos entre as cultivares de soja para as variáveis número de legume por planta e número de grãos/legume na safra 2016/2017, sendo que, o cultivar ST 797 IPRO apresentou maiores valores (Tabela 2). Já, na safra 2017/2018 o cultivar BRS 1074 IPRO apresentou valores médios superiores a ST 797 IPRO para a massa de mil grãos e produtividade dos grãos. Esses resultados corroboram aos obtidos por Parente et al. (2015), os quais verificaram que as cultivares de soja apresentaram diferenças em relação a massa de mil grãos e produtividade dos grãos. Portanto, a diferença entre as cultivares podem estar relacionadas as características de cada material, potencial genético e outras características intrínsecas de cada cultivar (FELISBERTO et al., 2015; Soares et al., 2015).

Fatores	Número de legume	Número de grãos/legume	Massa Mil grãos	Produtividade dos grãos
	----- (unidade)	-----	(g)	(kg/ha)

<b>Safra 2016/2017</b>				
Cultivar <sup>1</sup>				
BRS 1074 IPRO	89,97 b	1,98 b	130,11 a	2793 a
ST 797 IPRO	96,82 a	2,13 a	125,49 a	2720 a
Época de aplicação de N <sup>2</sup>				
Semeadura	85,05 a	2,04 a	127,51 a	2788 a
30 DAE	97,31 a	2,03 a	132,42 a	2766 a
50 DAE	97,82 a	2,11 a	123,47 a	2716 a
<b>Safra 2017/2018</b>				
Cultivar <sup>1</sup>				
BRS 1074 IPRO	57,97 a	1,42 a	110,22 a	1883 a
ST 797 IPRO	60,72 a	1,41 a	99,27 b	1714 b
Época de aplicação de N <sup>2</sup>				
Semeadura	59,52 a	1,42 a	102,40 a	1868 a
30 DAE	58,82 a	1,40 a	103,06 a	1728 a
50 DAE	59,71 a	1,43 a	108,78 a	1799 a

Tabela 2. Valores médios do número de legume por planta, número de grãos/legume, massa de mil grãos e produtividade dos grãos no estágio fenológico estágio R<sub>5</sub> (maturação plena), obtidas no ensaio com doses e épocas de aplicação de nitrogênio em duas cultivares de soja na safra 2016/2017 e 2017/2018. Cassilândia, MS, Brasil.

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não têm diferença, de acordo com o teste F.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma minúscula na coluna são do mesmo grupo, de acordo com teste t (LSD) teste a 5% de probabilidade.

Quanto a época de aplicação de N na cultura da soja, percebe-se que não houve diferença estatística nas características agronômicas (Tabela 2). Esses resultados corroboram em partes aos observados por Moreno et al. (2018), os quais verificaram que as épocas de aplicação de N não afetaram o número de legume por plantas na soja; todavia, a massa de mil grãos e a produtividade dos grãos foram influenciadas pela época de aplicação de N. A ausência do efeito da época de aplicação de N nas características agronômicas da soja se deve ao fato das doses de N não ter interferido nessas variáveis (Figura 1), com exceção da massa de mil grãos na safra 2017/2018 (Figura 1c).

Nas variáveis número de legume por planta (1a), número de grãos/legume (1b), produtividade dos grãos (1d) em ambas as safras e, a massa de mil grãos (1d) na safra 2016/2017 não houve diferenças significativas entre as doses de N. Já, Para a massa de mil grãos na safra 2017/2018, observou-se tendência de incremento dos valores médios de acordo com o aumento das doses de N (Figura 1c). Esses resultados corroboram aos obtidos por Petter et al. (2012), os quais, verificaram que a aplicação de N influenciou significativamente a massa de mil sementes de cultivares de soja, sendo que houve aumento na massa dos grãos com a aplicação de 20 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N. Os autores atribuíram o aumento na massa dos grãos ao maior o acúmulo de proteína nas sementes, em função da maior síntese de aminoácidos ocasionada pela presença de N.

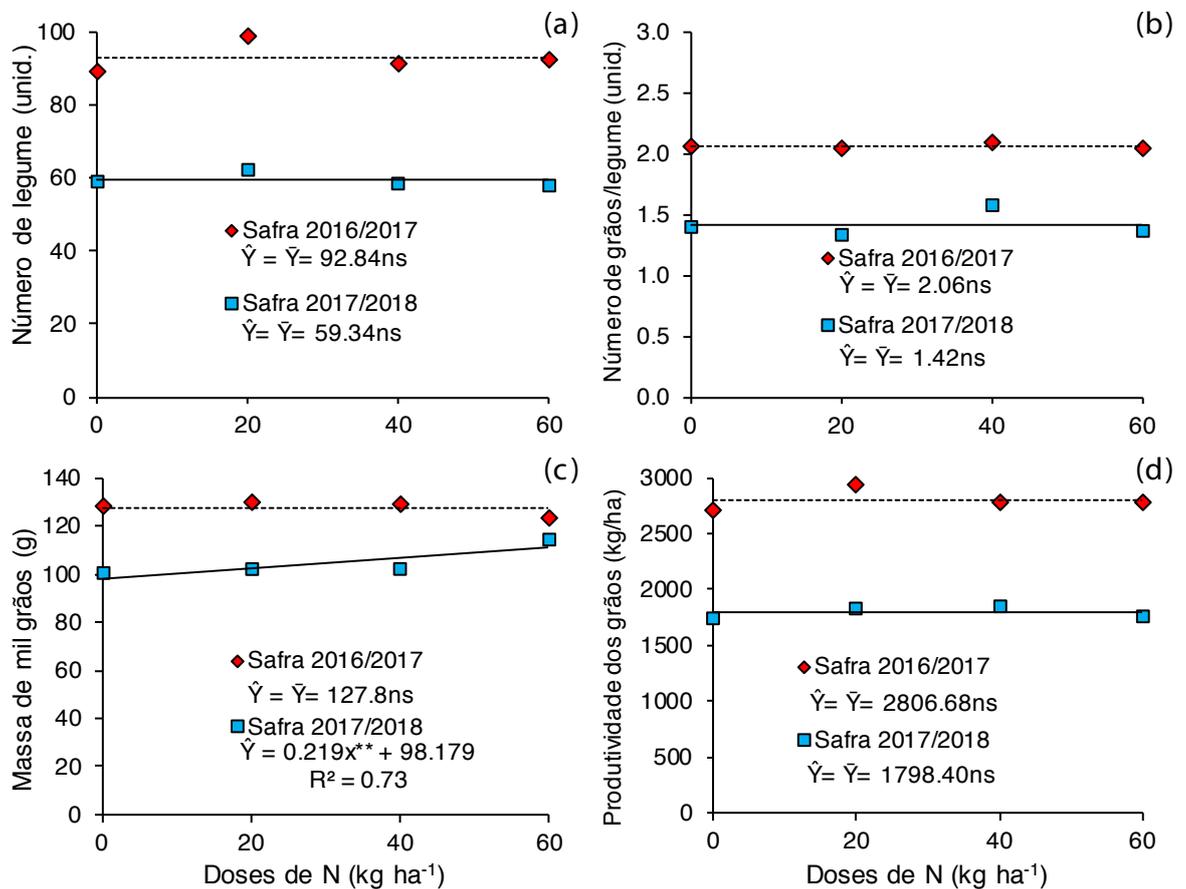


Figura 1. Efeito das doses de nitrogênio sobre o número de legume por planta (a), número de grãos/legume (b), massa de mil grãos (c) e produtividade dos grãos (d) em duas cultivares de soja nas safras 2016/2017 e 2017/2018. Cassilândia, MS, Brasil.

Cabe salientar, em virtude de o N não melhorar a produtividade dos grãos, pode ser atribuída à utilização pela cultura da soja, do N fixado pela simbiose *Bradyrhizobium*-soja forneceu todo o N que a soja necessita. Possivelmente, a quantidade de nitrogênio fixada pela cultura, estava dentro das necessidades das plantas, não necessitando de adubação complementar com N mineral. Alguns estudos reportaram que o uso de fertilizantes nitrogenados não melhora o desempenho produtivo da cultura (ARATANI et al., 2008; KASCHUK et al., 2016; KORBBER et al., 2017). Dessa forma, fica evidente a importância da inoculação com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* para o fornecimento de N para a cultura da soja.

Portanto, para essas condições, a escolha de se fazer a aplicação ou não de N, deve ser em função dos custos. A adubação nitrogenada na soja só deverá ser utilizada em casos, em que for mais econômico ao produtor comprar um adubo formulado, cuja o N faça parte da sua composição conforme já recomendado pela Embrapa (2011) para a produção de grãos de soja.

#### 4 | CONCLUSÕES

O uso de N mineral associada à inoculação de bactérias *Bradyrhizobium japonicum* não proporciona aumento no número de legume por planta, número de grãos/legume,

e produtividade dos grãos de cultivares de soja. Portanto, apenas a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* fornece o N suficiente para a produção de grãos na cultura da soja.

O cultivar de soja BRS 1074 IPRO apresentou maior massa de mil grãos e produtividade dos grãos.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao Programa de Nacional de Pós-Doutorado – PNPd/CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) (Projeto nº: 51004011007P8-PNPd) pela concessão de bolsas e a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul pelo apoio logístico.

## REFERÊNCIAS

ARATANI, R.G.; LAZARINI, E.; MARQUES, R.R.; BACKES, C. Adubação nitrogenada em soja na implantação do sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 3, p. 31-38, 2008.

BARRANQUEIRO, H.R.; DALCHIAVON, F.C. Aplicação de azoto na cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 196-204, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 398p.

DOMINGOS, C.S.; SILVA LIMA, L.H.; BRACCINI, A.L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 3, p. 132-140, 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

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

KASCHUK, G.; NOGUEIRA, M.A.; DE LUCA, M.J.; HUNGRIA, M. Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to basal and topdressing N fertilization compared to sole inoculation with *Bradyrhizobium*. **Field Crops Research**, v. 195, p. 21-27, 2016.

KORBER, A.H.C.; PINTO, L.P.; PIVETTA, L.A.; ALBRECHT, L.P.; FRIGO, K.D. de A. Adubação nitrogenada e potássica em soja sob sistemas de semeadura. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 4, p. 38-45, 2017.

PARENTE, T. de L.; LAZARINI, E.; CAIONI, S.; PIVETTA, R.S.; SOUZA, L.G.M. de.; BOSSOLANI, J.W. Adubação nitrogenada em genótipos de soja associada à inoculação em semeadura direta no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 10, n. 2, p. 249-255, 2015.

PETTER, F.A.; PACHECO, L.P.; ALCANTÁRA NETO, F. de.; SANTOS, G.G. Respostas de cultivares de soja à adubação nitrogenada tardia em solos de cerrado. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 67-72, 2012.

MORENO, G.; ALBRECHT, A.J.P.; PIEROZAN JUNIOR, C.; PIVETTA, A.T.; TESSELE, A.; LORENZETTI, J.B.; FURTADO, R.C.N. Application of nitrogen fertilizer in high-demand stages of soybean and its effects on yield performance. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 1, p. 16-21, 2018.

SOARES, I.O.; REZENDE, P.M.; BRUZI, A.T.; ZUFFO, A.M.; ZAMBIAZZI, E.V.; FRONZA, V.; TEIXEIRA, C.M. Interaction between Soybean Cultivars and Seed Density. **American Journal of Plant Science**, v. 6, n. 9, p. 1425-1434, 2015.

## DIMENSIONAMENTO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM SOJA CULTIVADA SOB PALHADA

### **Warlles Domingos Xavier**

Instituto Federal Goiano  
Rio verde – GO

### **Leandro Flávio Carneiro**

Universidade Federal de Goiás  
Jataí – GO

### **João Vitor de Souza Silva**

Ímpar Consultoria no Agronegócio  
Luís Eduardo Magalhães – BA

### **Maísa Ribeiro**

Universidade Federal de Goiás  
Goiânia – GO

### **Deyner Damas Aguiar Silva**

Instituto Federal Goiano  
Rio Verde – GO

### **Thomas Jefferson Cavalcante**

Instituto Federal Goiano  
Rio Verde – GO

**RESUMO:** A utilização do milho, na rotação ou sucessão de culturas pode ser importante para o suprimento de K às espécies subsequentes, principalmente àquelas mais exigentes, como a soja. O objetivo desse estudo é avaliar a restituição potássica da palhada do milho remanescente sob a produtividade da soja em áreas de fertilidade construída. O experimento foi instalado em esquema fatorial 5x3, disposto em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na combinação de doses

(0, 40, 80, 120 e 160 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) e épocas de aplicação com: 100% da dose em pré-plantio, 100% da dose em cobertura e parcelada com 50% da dose em pré-plantio + 50% em cobertura. A soja é pouco responsiva a adubação potássica em solos de fertilidade construída no Cerrado. A liberação de K<sub>2</sub>O da palhada do milho remanescente é uma importante fonte de K para a cultura da soja. A aplicação de 80 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> fornece quantidades de potássio suficiente para promover nutrição e desenvolvimento da soja e resguarda o potencial produtivo da área. Em solo cultivado com soja, a ausência da adubação potássica contribui para redução dos teores de potássio no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** adubação de sistemas. produtividade de grãos. ciclagem de nutrientes. efeito residual.

**ABSTRACT:** The use of maize in the rotation or succession of crops may be important for the supply of K to subsequent species, especially those that are more demanding, such as soybeans. The objective of this study is to evaluate the potassium restitution of remaining maize straw under soybean yield in areas of constructed fertility. The experiment was installed in a factorial scheme 5x3, arranged in randomized blocks, with four replications. The treatments consisted of the combination of rates (0, 40, 80, 120 and 160 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) and times of application with: 100% of the before-planting rates, 100% of the

coverage rates and 50% of the rates in before-planting + 50% in coverage. The soybean is little responsive to potassium fertilization in fertility soils constructed in the Cerrado. The release of K<sub>2</sub>O from remaining maize straw is an important source of K for soybean crop. The application of 80 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> provides sufficient amounts of potassium to promote nutrition and development of soybeans and safeguards the productive potential of the area. In soil cultivated with soybean, the absence of potassium fertilization contributes to the reduction of soil potassium contents.

**KEYWORDS:** fertilization of systems. grain yield. nutrient cycling. residual effect.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), superado apenas pelos Estados Unidos. Na safra 2013/14, a cultura ocupou uma área de 30,1 milhões de hectares, o que totalizou produção de 86,12 milhões de toneladas. A cadeia produtiva da soja é um dos segmentos econômicos mais importantes do agronegócio brasileiro. Considerando apenas a produção primária, a soja responde por cerca de 44% da produção nacional de grãos (CONAB, 2014).

No entanto, o cultivo de variedades de soja mais precoces abriu a oportunidade para o cultivo do milho de segunda safra, comum na região do Cerrado. O aumento da produção de soja e milho no estado de Goiás destaca-se em grande parte pelo uso mais intensivo da terra, dos fertilizantes, máquinas agrícolas e de variedades mais adaptadas aos diferentes microclimas.

De acordo com o levantamento da Conab (2014), a segunda safra de milho (*Zea mays*) 2013/14, confirmou sua importância para o Brasil, com um aumento de 17,6% (1,34 milhão de hectares), passando de 7,62, para 8,96 milhões de hectares e produção de 46,1 milhões de toneladas de grãos.

No Sudoeste Goiano, uma sucessão ou rotação comum, é a de soja-milho com produtividades médias de 4 e 8 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente na safra e segunda safra, cultivadas sob sistema de plantio direto (SPD). Apesar da reduzida diversidade, a alternância destas espécies, proporciona benefícios para o sistema, como ciclagem de nutrientes e produção de palhada, especialmente do milho que é mais resistente à decomposição. A palhada de milho deixada sobre a superfície do solo acumula quantidades apreciáveis de nutrientes, principalmente de K, que retorna ao solo durante o processo de lavagem dos tecidos vegetais pela água das chuvas a partir do estágio de senescência.

Diante este cenário, e considerando as aplicações sucessivas de potássio acima das quantidades exportadas pelas culturas, ao longo dos anos, verificaram teores acima dos níveis críticos, ou seja, ocorre uma construção/melhoria dos teores de nutrientes no solo, o que possibilita maior oportunidade de racionalizar o uso de fertilizantes potássicos nos sistemas de produção agrícola (RESENDE et al., 2012).

O manejo da adubação de sistemas em áreas de fertilidade construída deve considerar os teores de nutrientes remanescentes de safras anteriores no solo e nas palhadas, as

quais influenciam o teor de nutrientes existente no sistema. Neste contexto, Fancelli & Tsumanuma (2007), mostram altas quantidades de  $K_2O$  extraídas pelo milho, média de 20,4 kg para cada tonelada de grãos produzida, contribuindo para significativa redução de K no solo após seu cultivo, entretanto, o K exportado nos grãos corresponde a 19% do total acumulado na parte aérea.

Resende et al. (2012) relataram que é mais seguro trabalhar a reposição de K considerando o estoque e a ciclagem no sistema, suprimindo a cultura de inverno e garantindo a base de fertilidade para o estabelecimento da cultura subsequente, além de garantir uma condição de alto desempenho produtivo ao longo do tempo.

No entanto, torna-se necessária a realização de estudos sobre estratégias de manejo da adubação potássica em áreas de fertilidade construída na sucessão soja-milho no Cerrado Brasileiro que possam aumentar a eficiência no uso de fertilizantes. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar a restituição potássica da palhada do milho remanescente na sucessão soja-milho em áreas de fertilidade construída.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade rural no município de Jataí, região sudoeste do estado de Goiás, no bioma Cerrado (Latitude -17,8396759; Longitude -51.6349678 e 670 m de altitude). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é predominantemente tropical, com dois períodos bem definidos, de chuva, que vão de novembro a março, com maior índice pluviométrico nos meses de dezembro e janeiro, e o da seca, que se estende de abril a outubro, com temperatura média anual de 22 °C e precipitação média anual variando de 1.650 a 1.800 mm. Trata-se de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico argiloso (SANTOS et al., 2013).

Devido às práticas de calagem e adubações sucessivas que vêm recebendo ao longo do tempo, a área selecionada para estudo apresenta-se atualmente com a fertilidade construída na zona de exploração radicular (0-20 cm de profundidade). Segundo Sousa e Lobato (2004a), os dados de análise de solo dessa área têm indicado disponibilidade de potássio interpretada como adequada, para as condições da região do Cerrado (Tabela 1).

Perfil do solo	pH	P*	K*	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	MO	Areia	Silte	Argila
cm	CaCl <sub>2</sub>	-mg dm <sup>-3</sup> -				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			g kg <sup>-1</sup>		g dm <sup>-3</sup>	
0-20	5,3	12,4	71	3,4	0,5	0,1	5,8	8,8	31,7	230	150	620
20-40	4,9	2,4	45	1,2	0,2	0,2	5,6	7,1	-	255	100	645

Tabela 1. Caracterização química e física do solo realizadas em 06/09/2013, antes da implantação do experimento.

Esta fazenda é considerada referência regional na produção de grãos, em virtude das altas produtividades obtidas nos últimos cinco anos no cultivo em sucessão soja-milho, com médias de 3,3 Mg ha<sup>-1</sup>, para a soja e 7,9 Mg ha<sup>-1</sup>, para o milho em sistema de

semeadura direta.

A precipitação pluviométrica na área experimental, durante o período de condução do experimento está apresentada na Figura 1 (INMET, 2014).

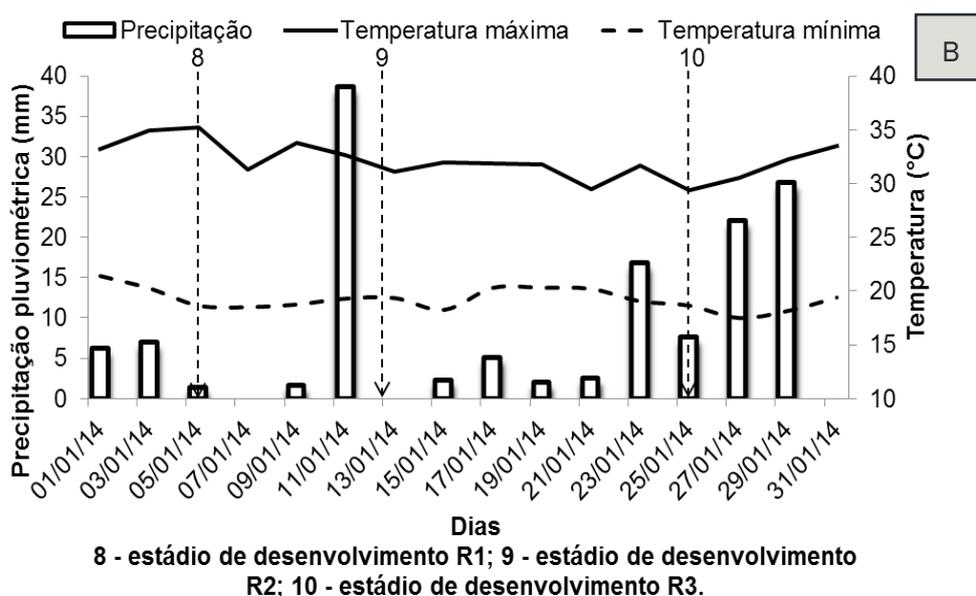
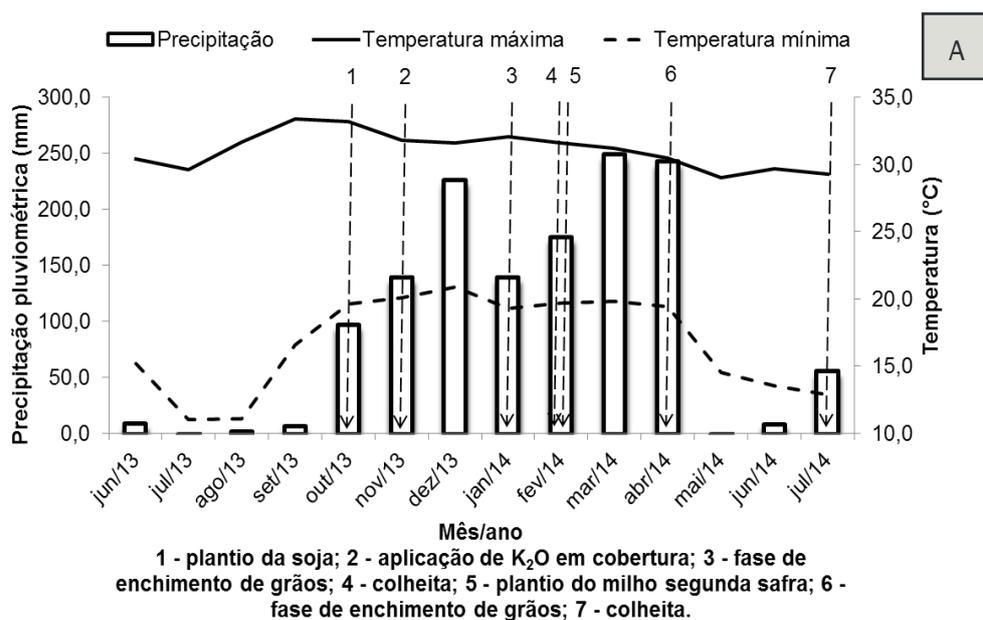


Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperatura mensal observada na área experimental (A) e detalhe das condições ambientais durante a fase de enchimento de grãos da cultura da soja (B) em Jataí, GO, 2015.

Para estimativa da massa seca e acúmulo de K<sub>2</sub>O na palhada do milho remanescente, antes da instalação do experimento, foram coletadas na área adjacente ao experimento, quatro amostras por data amostral, sendo coletado um m<sup>2</sup> de palhada por ponto. As amostras foram coletadas de acordo com suas respectivas datas descritas a seguir: a primeira coleta foi realizada no dia 06/09/2013, a segunda coleta foi realizada no dia 02/10/2013, terceira coleta foi realizada no dia 18/11/2013 e a quarta coleta foi realizada no dia 14/12/2013. Posteriormente as amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 65°C por 48 horas, até atingir massa constante e pesadas em balança digital.

Para avaliação do acúmulo de  $K_2O$  na palhada do milho as amostras foram moídas em moinho Willey com peneira de 20 mesh, digeridas em ácido perclórico e analisadas de acordo com Malavolta et al. (1997). Posteriormente, avaliou-se a massa seca ( $kg\ ha^{-1}$ ), a taxa de decomposição (%), acúmulo de  $K_2O$  ( $kg\ ha^{-1}$ ) e a liberação de  $K_2O$  (%) da palhada do milho remanescente da safrinha anterior, ano 2012.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de um fatorial 5 x 3, sendo as cinco doses de potássio: 0, 40, 80, 120 e 160  $kg\ de\ K_2O\ ha^{-1}$  aplicadas em três épocas: I. 100% um dia antes da semeadura (DAS); II. 50% um DAS e 50% aos 30 dias depois da semeadura (DDS); III. 100% aos 30 DDS, utilizando como fonte, o cloreto de potássio (KCl). Para a soja, as parcelas corresponderam a cinco linhas com 10 m de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si (25  $m^2$ ), considerando uma área útil de 5 x 1,5 m (7,5  $m^2$ ). Para a aplicação dos tratamentos foram realizadas distribuições manuais a lanço sem incorporação, na cultura da soja.

A cultivar de soja utilizada foi a Anta 82RR, tipo de crescimento indeterminado, a qual foi semeada em 20/10/2013, utilizando-se semeadora de tração mecanizada. As sementes de soja foram inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, conforme procedimento atual da fazenda. Na implantação e condução da cultura da soja, foram aplicados em superfície sem incorporação 150  $kg\ ha^{-1}$  de MAP em pré-plantio. Os tratos fitossanitários (aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas) foram realizados quando necessário, conforme o protocolo da fazenda (época, quantidade e tipo de produto a ser aplicado).

Determinou-se o teor de  $K_2O$  nos grãos de milho segunda safra, posteriormente calculou-se o acúmulo de  $K_2O$  exportado nos grãos de acordo com as produtividades obtidas em cada tratamento, coletando-se quatro amostras em cada parcela, após as colheitas, secas em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas e digeridas em solução nítrico-perclórica (MALAVOLTA et al., 1997). As determinações das concentrações de K nos extratos foram realizadas por espectrometria de emissão em plasma indutivamente acoplada – ICP-EOS.

A colheita da soja foi realizada no dia 02/02/2014, manualmente na área útil das parcelas, após a trilhagem das plantas foi determinada a produtividade de grãos com a umidade corrigida a 13% (BRASIL, 2009).

Após a colheita da soja, foi realizada à amostragem de solo afim de determinar os teores de K de 0-20 e 20-40 cm de profundidade. Coletando-se uma amostra composta de duas subamostras, sendo uma na linha de semeadura e outra na entrelinha da área útil central das parcelas. Para a análise química dos teores K disponíveis no solo, foi utilizado o extrator Mehlich 1 (SILVA, 2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do sistema computacional Sisvar (FERREIRA, 2011) e, quando encontradas diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F a 0,05 de probabilidade, os mesmos foram comparados pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de probabilidade e geradas equações de regressão em função das doses do fertilizante aplicado. E os gráficos gerados através do programa SIGMAPLOT 10.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a taxa de exportação de  $K_2O$  pelos grãos de milho (Figura 2), observou-se que independentemente da dose, e considerando uma produtividade média de  $7.770 \text{ kg ha}^{-1}$ , a cultura exporta em média  $43,53 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ , que representa apenas 27,20% do total de  $K_2O$  extraído do solo. Esta constatação implica que, de acordo com os principais boletins de recomendação da adubação potássica para a região do Cerrado, a restituição potássica feita através da ciclagem de nutrientes da palhada do milho remanescente, deve fazer parte dos créditos na hora do dimensionamento da adubação potássica para a cultura subsequente, neste caso a soja.

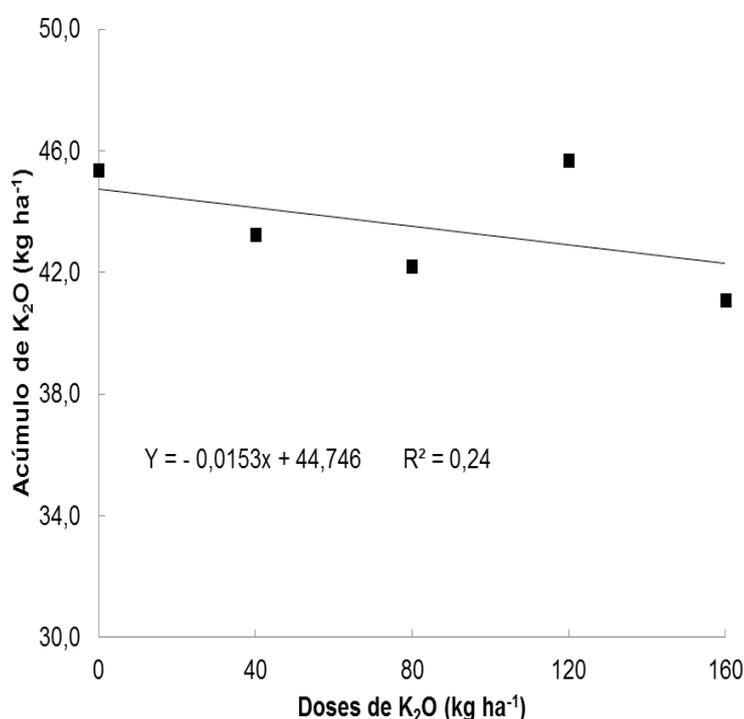
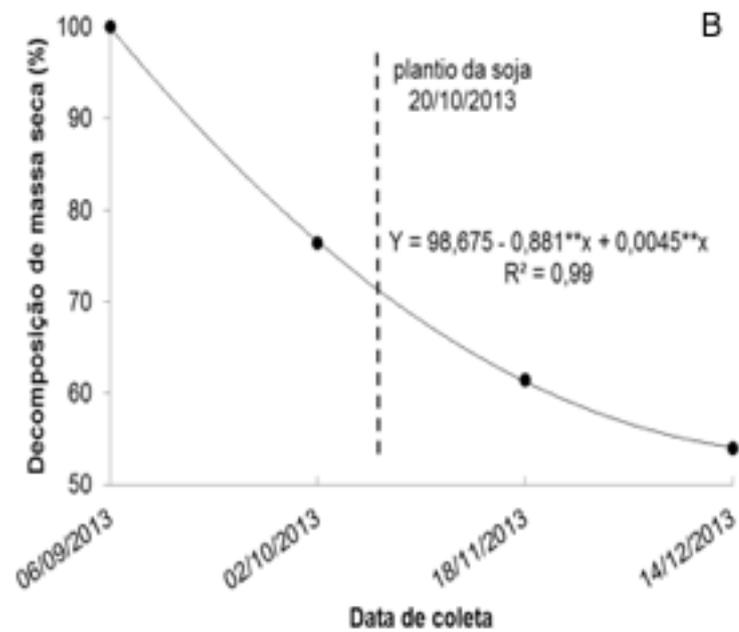
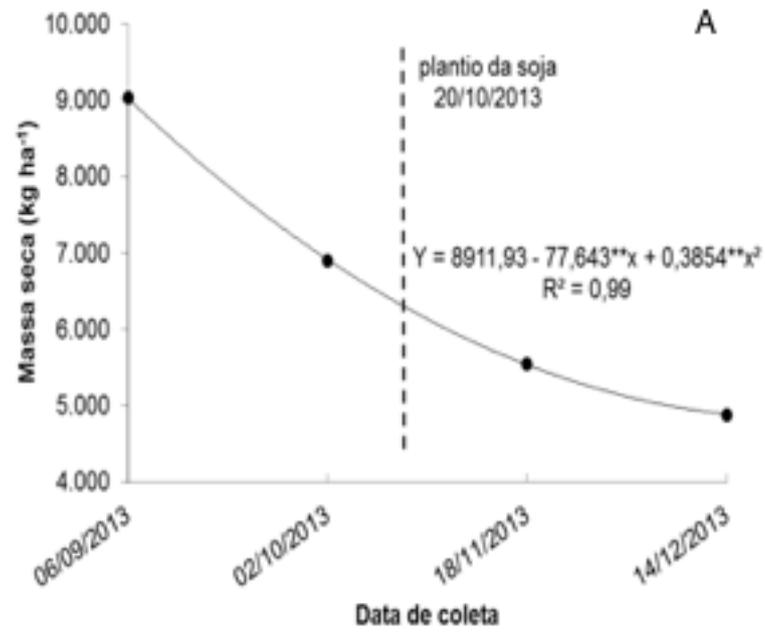


Figura 2. Acúmulo de  $K_2O$  nos grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função das doses de  $K_2O$  em Latossolo com fertilidade construída em Jataí, GO.

Para as avaliações realizadas antes do plantio da soja, a palhada do milho remanescente produziu aproximadamente  $9 \text{ Mg ha}^{-1}$  de matéria seca, sendo que, 26% da palhada foi decomposta nos primeiros 45 dias após a primeira coleta, período que coincide com a data do plantio da soja (Figura 2A, B).



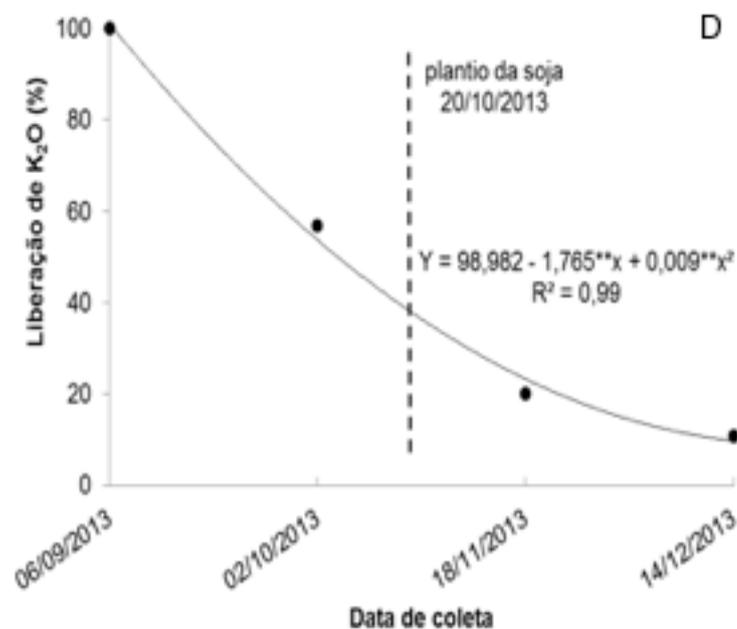
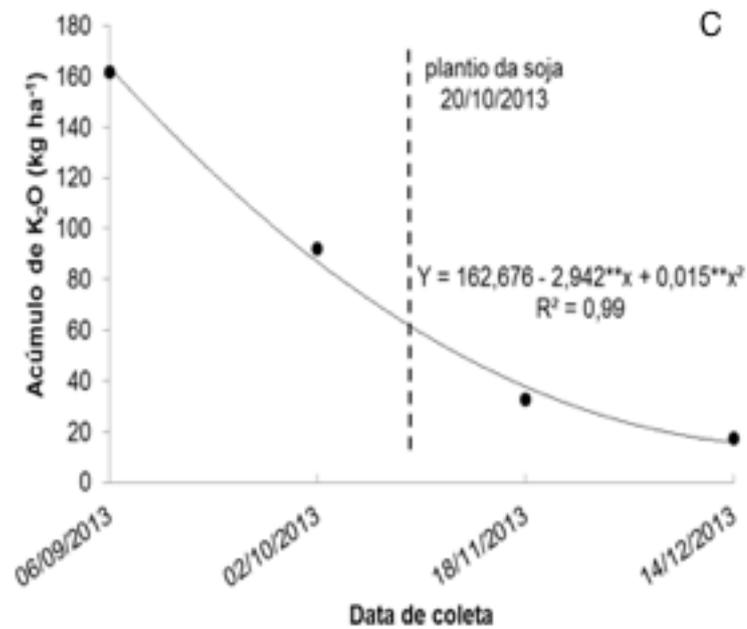


Figura 3. Matéria seca (A) ( $kg\ ha^{-1}$ ); taxa de decomposição da palhada (B) (%); acúmulo de  $K_2O$  (C) ( $kg\ ha^{-1}$ ) e liberação de  $K_2O$  (D) (%) do milho remanescente.

No entanto, este estudo demonstrou que a palhada do milho remanescente se decompõe mais lentamente e de forma mais contínua e uniforme ao longo do tempo de avaliação. Ao final dos 99 dias de avaliação, observou-se redução de 45% do volume total de matéria seca. Estudando a decomposição da palhada de Bertol et al. (2004) verificaram redução, em cinco meses, de 53% na quantidade do resíduo de milho depositado sobre o solo.

Fica evidente que no manejo da adubação de sistemas, deve ser levado em

consideração o aporte de potássio pela palhada de culturas antecessoras (RESENDE et al., 2012), o qual pode ser observado neste trabalho, em torno de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  via palhada do milho do ano anterior até a data de plantio da soja (Figura 3C).

Segundo Bataglia & Mascarenhas (1977), o período de maior absorção de K pela soja ocorre aos 60 dias após a emergência, em que a cultura necessita de aproximadamente  $1,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Com base no trabalho dos autores citados e nos dados obtidos nesse trabalho pode-se considerar que a palhada de milho é uma importante fonte de K para a soja, pois aos 73 dias chegou um valor médio de  $1,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , suprimindo a necessidade de K para a soja.

Em termos de produtividade da soja, observa-se portanto, que o fator disponibilidade de água pode ter influenciado baixa consistências dos resultados obtidos. Nota-se que as quantidades e distribuição das chuvas, nos períodos de condução do experimento, foram abaixo das médias históricas para a região (Figura 1A,B), provavelmente contribuindo para nivelar as respostas da soja a níveis inferiores aos esperados com a aplicação dos tratamentos.

Entre as doses e épocas de aplicação avaliadas, a aplicação parcelada, o melhor resultado foi obtido na dose de  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , com produção de  $70 \text{ sc ha}^{-1}$  (Figura 3A).

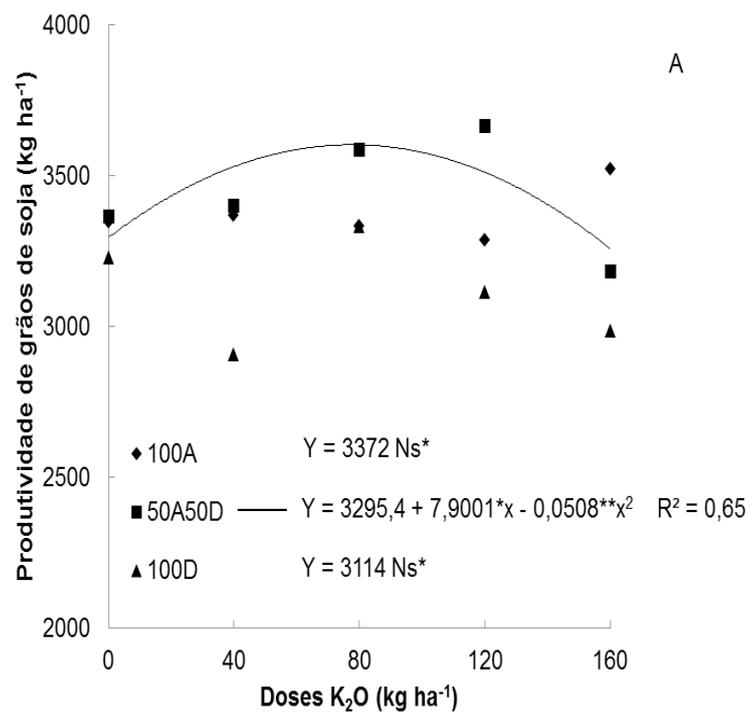


Figura 4. Produtividade de grãos de soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função das épocas de aplicação e doses de  $\text{K}_2\text{O}$  em Latossolo com fertilidade construída em Jataí, GO.

A falta de resposta consistente aos diferentes tratamentos pode, também, estar atribuída à existência de elevada reserva de potássio no solo (Tabela 1). Brevilieri (2012), também, não encontrou respostas da soja ao aumento nas doses de fertilizantes potássicos aplicados em Latossolo argiloso cultivado no sistema plantio direto por 16 anos, em Dourados – MS. Esse fato foi atribuído à boa fertilidade já existente na área, uma vez

que o teor de K no solo era de  $75 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Os dados relacionados com a produtividade da soja levam a evidências de que, na atual condição de fertilidade do solo na área estudada, seria possível aprimorar o manejo da adubação potássica, de forma a conciliar maior lucratividade e o uso mais eficiente de fertilizantes, uma vez que, não se observa significativas diferenças entre o tratamento que não recebeu K dos demais que receberam adubação potássica. Entretanto, a possibilidade de diminuir as doses ou até mesmo não aplicar K, deve estar atrelada ao monitoramento periódico com análises de solo, de modo a não haver comprometimento dos estoques disponíveis no sistema.

Como a maior parte do K é transportada até à raiz por difusão, processo altamente dependente da água do solo, sua baixa disponibilidade minimiza o teor do nutriente que pode ser absorvido pela planta, justificando, possivelmente, a falta de respostas aos investimentos de doses de  $\text{K}_2\text{O}$  aplicados no solo.

Outra constatação importante baseado em dados da Embrapa Tecnologias de produção de soja (2011), a demanda de  $\text{K}_2\text{O}$  é de aproximadamente 38 kg para cada tonelada de grãos produzidos. Considerando a produtividade média obtida nos tratamentos sem adição de  $\text{K}_2\text{O}$  de  $3.313 \text{ kg ha}^{-1}$ , a taxa de extração da cultura, atingiria  $125 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ , deste, aproximadamente  $70 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  seriam exportados das lavouras pelos grãos. A partir desses valores e não considerando perdas de nutrientes por condições adversas da área e clima, a liberação de  $\text{K}_2\text{O}$  da palhada do milho remanescente seria capaz de repor a quantidade de  $\text{K}_2\text{O}$  exportada pelos grãos de soja.

Esta constatação implica em maior oportunidade para o uso mais racional de fertilizantes potássicos em áreas sob cultivo em rotação ou sucessão, ou seja, o saldo de  $\text{K}_2\text{O}$  oriundo da palhada é preponderante para a tomada de decisão no manejo da adubação e redução dos custos de produção, além de minimizar os riscos ambientais com adubações superdimensionadas.

Contudo, apesar do solo apresentar adequada condição de fertilidade inicial e estoques favoráveis de  $\text{K}_2\text{O}$  na palhada do milho remanescente, verificou-se o saldo negativo de potássio no solo nas doses mais baixas (Figura 4).

Ou seja, a saída de K do sistema foi superior à entrada através do fertilizante, principalmente para o tratamento sem adubação e para a dose de  $40 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ . Portanto fica evidente que, apesar do tratamento sem adubação obter boas produtividades, os teores de K no solo decresceram em média 37,8% e 7,2% em apenas uma safra, para as respectivas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, permanecendo abaixo do nível crítico para a cultura da soja (SOUSA & LOBATO, 2004a).

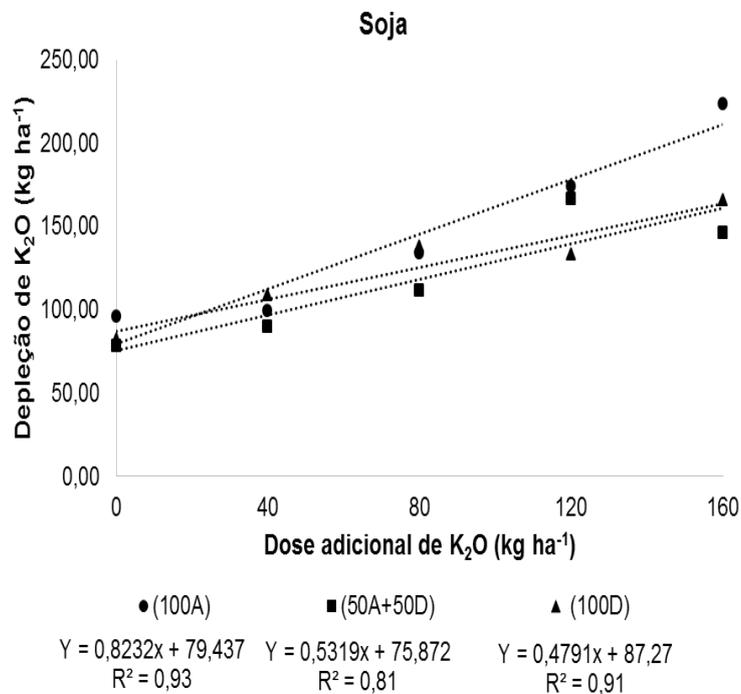


Figura 5. Valores médio de depleção de  $K_2O$  ( $kg\ ha^{-1}$ ) após a colheita da soja em função das épocas de aplicação e doses de  $K_2O$  em Latossolo com fertilidade construída em Jataí, GO.

Analisando o comportamento da reta em detrimento aos tratamentos aplicados, nota-se que doses mais elevadas de fertilizantes implicaram em maiores taxas de depleção de potássio no solo e, conseqüentemente, menor eficiência de uso de nutrientes pela planta. É possível detectar que a adubação realizada na fazenda de  $72\ kg\ K_2O\ ha^{-1}$ , aplicados antes do plantio da soja, tendeu a fornecer potássio em dosagem abaixo do que é necessário para atender a demanda na safra avaliada. A quantidade mínima exigida pelo genótipo de soja cultivado é de  $79,43$ ;  $75,87$  e  $87,27\ kg\ K_2O\ ha^{-1}$ , para aplicação 100% antes do plantio, parcelada com metade da dose antes do plantio e a outra metade em cobertura e 100% da dose depois do plantio respectivamente (Figura 4).

Porém, é interessante ressaltar que os resultados permitem inferir que o uso de fertilizantes potássicos com o objetivo de aumentar a reserva do K no solo, independentemente da forma com que possa acumular, não se justifica plenamente, pois também há esgotamento dessas formas pela absorção de luxo pelas plantas, bem como elevadas perdas por lixiviação (ROSOLEM et al., 2006a; WERLE et al., 2008).

Fica evidente, então, que uma estratégia importante no dimensionamento da adubação potássica, é compreender que se está lidando com a adubação de um sistema de culturas e não de uma estação de cultivo de forma isolada. Em ambientes de produção considerados de alta fertilidade, a definição dos níveis críticos é dificultada pela falta de resposta, ou pela resposta de pouca intensidade das culturas à aplicação de fertilizantes. Outro fator complicador para o estabelecimento do nível crítico do nutriente nesses sistemas é o caráter oxidico dos Latossolos argilosos estudados, pois em função do elevado poder tampão de K, o fator capacidade de K é capaz de manter constante o teor de K disponível por certo período de tempo. Desse modo, há pouca variação dos teores de K disponíveis

em curto prazo, quando se aduba ou não, em uma ou duas safras, como verificado no presente trabalho.

## 4 | CONCLUSÃO

A soja é pouco responsiva a adubação potássica em solos de fertilidade construída no Cerrado. A palhada do milho remanescente restitui ao sistema consideráveis níveis de  $K_2O$ , até a data de plantio da soja. O milho se caracteriza como uma cultura que extrai grandes quantidades de  $K_2O$  do solo, porém, exporta pouco para os grãos. A ausência da adubação potássica em áreas de fertilidade construída sob sistema de rotação soja-milho contribui para redução dos teores de potássio no solo de aproximadamente 37,8% e 7,2%, respectivamente nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, permanecendo abaixo do nível crítico para a cultura da soja.

## REFERÊNCIAS

- BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, H. A. A. **Absorção de nutrientes pela soja**. Campinas, Instituto Agrônomo, 36 p, 1977. (Boletim Técnico,41).
- BERTOL, I.; LEITE, D.; ZOLDAN JR, W. A.; Decomposição do resíduo de milho e variáveis relacionadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, 369-375 p, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395 p, 2009.
- BREVILIERI, R. C. **Adubação fosfatada na cultura da soja em Latossolo vermelho cultivado há 16 anos sob diferentes sistemas de manejo**. 43 p, 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2012.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2013/14. **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília, v. 1, n. 10, 1-85 p, 2014. Disponível em:<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_07\\_09\\_09\\_36\\_57\\_10\\_levantamento\\_de\\_graos\\_julho\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_07_09_09_36_57_10_levantamento_de_graos_julho_2014.pdf)>. Acesso em: 21 janeiro. 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: Região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja - Sistemas de Produção, n.15, 261 p, 2011.
- FANCELLI, A. L.; TSUMANUMA, G. M. **Nitrogênio e enxofre nas culturas de milho e feijão**. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba: IPNI Brasil, 2007. p. 445- 486. Trabalho apresentado no Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira, Piracicaba, 2006.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, 1039-1042 p, 2011.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados históricos da Estação JATAÍ - GO (OMM: 86752)**. 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 26 outubro. 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 319 p, 1997

RESENDE, A. V. de; COELHO, A. M.; SANTOS, F. C. dos; LACERDA, J. J. de J. **Fertilidade do solo e manejo da adubação NPK para alta produtividade de milho no Brasil Central**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2012. (Circular Técnica, 181).

ROSOLEM, C. A.; GARCIA, R. A.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Lixiviação de potássio no solo de acordo com suas doses aplicadas sobre palha de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, 813-819 p, 2006a.

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, 353 p, 2013.

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

SOUSA, D. M. G. LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 283-315 p, 2004.

WERLE, R.; GARCIA, R. A. & ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:2297-2305, 2008.

## DOSES DE CALCÁRIO CALCÍTICO E DOLOMÍTICO: EFEITOS NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

### **Rogério Alessandro Faria Machado**

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus  
Universitário de Sinop  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Sinop – Mato Grosso

### **Renato Izaías Pereira**

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus  
Universitário de Sinop  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Sinop – Mato Grosso

### **Anderson Lange**

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus  
Universitário de Sinop  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Sinop – Mato Grosso

### **Márcio Roggia Zanuzo**

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus  
Universitário de Sinop  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Sinop – Mato Grosso

### **Solenir Ruffato**

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus  
Universitário de Sinop  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Sinop – Mato Grosso

**RESUMO:** Cálcio e magnésio são fornecidos as culturas via calagem, embora haja relatos de que o arroz de terras altas não responde a calagem, é interessante do ponto de vista nutricional conhecer as exigências destes nutrientes pela cultura. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o

efeito de doses de calcário calcítico e dolomítico no desenvolvimento, produção e qualidade de grãos de arroz de terras altas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UFMT no Campus Universitário de Sinop - MT, no ano de 2015. Foi utilizado material da camada de 0-20 de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico proveniente de uma mata nativa. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC) em fatorial 2x5 com cinco repetições, sendo dois calcários (calcítico e dolomítico) e cinco doses: 0, 2, 4, 8 e 12 t ha<sup>-1</sup>. As parcelas eram constituídas por vasos plásticos de 10 dm<sup>3</sup>, mantidos com umidade próxima a 80% da capacidade de campo. Durante a condução do experimento foram avaliados: número de perfilhos, número de panículas, matéria seca dos perfilhos e das panículas, matéria seca dos grãos, rendimento de grãos inteiros e quebrados. Dos resultados obtidos conclui-se: a) o arroz de terras altas responde a aplicação de fontes e doses de calcário; b) a aplicação do calcário calcítico promove ganhos na morfologia e qualidade dos grãos, e, c) a adição de calcário dolomítico prejudica a qualidade dos grãos, reduzindo a massa específica de grãos, aumentando a proporção de quebrados, reduzindo o rendimento de benefício.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Oryza sativa* L.; neutralização da acidez, componentes de produção, rendimento de engenho, relação Ca:Mg

**ABSTRACT:** Calcium and magnesium are provided via liming, although there are reports that upland rice does not respond to liming, it is interesting from the nutritional point of view to know the requirements of these nutrients by the crop. The objective of this study was to evaluate the effect of calcitic and dolomitic limestone rates on the development, production and quality of upland rice grains. The experiment was conducted in a greenhouse of the UFMT at the University Campus of Sinop - MT, in the year 2015. Material of the 0-20 layer of a dystrophic Red-Yellow Latosol from a native forest was used. The design was completely randomized (DIC) in factorial 2x5 with five replicates, two limestones (calcitic and dolomitic) and five doses: 0, 2, 4, 8 and 12 t ha<sup>-1</sup>. The plots consisted of plastic vessels of 10 dm<sup>3</sup>, kept with humidity close to 80% of the field capacity. The number of tillers, number of panicles, dry matter of the tillers and panicles, dry matter of the grains, yield of whole and broken grains were evaluated during the conduction of the experiment. From the obtained results it is concluded: a) the rice of earth cans responds to the application of sources and doses of limestone; b) the application of calcitic limestone promotes gains in grain morphology and quality, and, c) the addition of dolomitic limestone impairs grain quality, reducing the specific grain mass, increasing the proportion of broken, reducing benefit yield.

**KEYWORDS:** *Oryza sativa* L., soil acidity neutralization, yield components, milling yield, Ca:Mg ratio.

## 1 | INTRODUÇÃO

A espécie *Oryza sativa* L. é um dos alimentos mais consumidos no mundo, sendo que na maioria dos povos é essencial para alimentação, e dentre as culturas anuais é a de maior importância, pois faz parte da dieta básica de mais de 50% da população mundial (NAVES et al., 2006). Segundo este autor, o arroz é componente básico da dieta alimentar da população brasileira, fornece 17,9% das proteínas e 34,2% do total de calorias ingeridas, considerando-se todas classes sócio-econômicas.

Sua adaptabilidade permite que a produção ocorra em diversos países, sob várias condições ambientais e de manejo. Atualmente são cultivados mais de 150 milhões de hectares de arroz no mundo, o equivalente a 590 milhões de toneladas de arroz. Aproximadamente 90% de todo arroz produzido no mundo é consumido na Ásia (EMBRAPA, 2006). A China lidera como maior produtor de arroz do mundo e o Brasil assume o nono lugar no ranking, com estimativa de 11,6 milhões de toneladas para safra 2015/2016 (CONAB, 2015).

No Brasil o arroz é cultivado em dois sistemas de produção em terras altas e em várzeas irrigadas por inundação, os quais representam diferentes sistemas de cultivo. O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz do Brasil e predomina o sistema irrigado por inundação. O arroz de terras altas é mais difundido territorialmente sendo cultivado nos estados de Mato Grosso, Goiás, Piauí, Maranhão, Pará, Rondônia e Tocantins (EMBRAPA, 2008).

O arroz apresenta alta rusticidade em termos de fertilidade, sendo considerada

tolerante a solos ácidos. A cultura do arroz absorve os nutrientes de que necessita um pH na faixa de 4,5 a 5,5, portanto, a calagem do solo para o arroz deve ser feita conforme a necessidade da planta em relação ao suprimento nutricional com Ca e Mg, e não como meio de correção de acidez uma vez que o arroz é considerado tolerante a acidez (SOUZA; LOBATO, 2004). Estes autores afirmam ainda que, por recomendação agrônômica, deve-se elevar a saturação por bases da cultura do arroz para 50% em sistemas de sequeiro, adotar a calagem afim de complementar o teor de Mg no solo para valores entre 0,5  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  e 1,0  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ .

Duarte et al. (1993), estudando o cultivo de variedades de arroz em neossolos quartzarênicos relataram ser necessária a prática da calagem em arroz-de-sequeiro visando prevenir o amarelecimento da cultura. Segundo estes o amarelecimento ocorria sob condições de encharcamento e baixa fertilidade natural do solo, tendo em vista a toxicidade de ferro e à deficiência de Magnésio na planta, associadas a um múltiplo estresse nutricional.

Mesmo sendo o arroz considerado uma espécie adaptada às condições de acidez do solo, alguns cultivares também diferem em suas respostas ao estresse de alumínio e à calagem (FAGERIA, 1982, FAGERIA, 1984).

Segundo Morel et al. (2006), a extração de Ca pelo arroz é pouco maior do que a de Mg, sendo que a concentração máxima desses nutrientes ocorre na palha e sua incorporação devolve ao solo grande quantidade de Ca e Mg acumulada pelas plantas, à semelhança do que ocorre com o K (EMBRAPA, 2006). Pesquisas realizadas por Morel et al. (2006), indicam que a cultura do arroz não responde, ou responde pouco, a aplicações de calcário e, é comum observar deficiências de micronutrientes como zinco e ferro em condições de cerrado, quando corrigidos para o pH acima de 6,0.

Fundamentado nesses fatos, realizou-se o presente estudo com o propósito de avaliar se o desenvolvimento e produção de arroz de terras altas, é influenciado pela aplicação de doses de calcários calcítico e dolomítico.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop - MT. Foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade, em área natural (mata nativa), cujo solo foi classificado como Latossolo vermelho amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013).

O solo foi passado por peneira de 4,0 mm e incubado com a fração comercial de dois calcários, um calcítico (46% de CaO e 3% de MgO com PRNT de 73,6% e um dolomítico (29% de CaO e 19% de MgO) com PRNT de 75,3%, que foram utilizados em um estudo anterior (Baldacin, 2015). O solo permaneceu incubado com os dois calcários e suas respectivas doses durante seis meses em casa de vegetação. Os valores médios dos atributos químicos do solo após a incubação (180 dias) são apresentados na Tabela 1.

Doses Mg ha <sup>-1</sup>	pH água	pH CaCl <sub>2</sub>	P ---mg dm <sup>-3</sup> ---	K	Ca	Mg ----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	Al	H+Al	V %
<b>Calcário calcítico</b>									
<b>0</b>	4,10	3,83	2,14	0,07	0,31	0,34	1,43	4,96	12,60
<b>2</b>	4,69	4,34	1,93	0,07	1,31	0,44	0,63	4,37	29,48
<b>4</b>	5,07	4,59	1,83	0,07	2,09	0,53	0,28	3,65	42,42
<b>8</b>	5,58	5,18	1,89	0,08	3,50	0,72	0,12	2,63	61,84
<b>12</b>	5,87	5,57	2,16	0,07	4,39	0,76	0,13	1,89	73,41
<b>Calcário dolomítico</b>									
<b>0</b>	4,10	3,83	2,14	0,07	0,31	0,34	1,43	4,96	12,60
<b>2</b>	4,78	4,29	1,82	0,07	0,86	1,09	0,58	4,30	31,99
<b>4</b>	5,17	4,79	1,76	0,08	1,37	1,74	0,25	3,58	47,18
<b>8</b>	5,73	5,31	1,76	0,08	2,15	2,41	0,15	2,55	64,53
<b>12</b>	6,30	5,63	1,76	0,08	2,33	2,44	0,13	1,73	73,59

Tabela 1 – Caracterização química do solo nos vasos após 180 dias de incubação com doses de calcário calcítico e dolomítico. UFMT, Sinop - MT, 2016.

Análises químicas do solo seguiu a metodologia proposta por EMBRAPA (2009)

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados (DIC) em esquema fatorial 2x5, sendo dois calcários (calcítico e dolomítico) e cinco doses (0,0; 2,0; 4,0; 8,0 e 12,0 ton ha<sup>-1</sup>), com cinco repetições. As parcelas foram constituídas por vasos plásticos com 10,0 dm<sup>3</sup> de solo, cuja umidade foi mantida próxima da capacidade de campo, por meio de pesagens diárias do conjunto vaso-planta.

Utilizou-se sementes da cultivar BRS Esmeralda, que apresenta ampla adaptação e estabilidade de cultivo nas principais regiões produtoras do Brasil, tolerância a veranicos superior às demais cultivares do mercado. Ela possui como principais características; alta produtividade, plantas vigorosas com boa arquitetura e senescência tardia (“staygreen”). Os grãos são longo-finos e apresentam ótima qualidade de cocção (CASTRO et al., 2014).

Antes do semeio, todos vasos receberam uma adubação básica de plantio com 300 mg dm<sup>-3</sup> de N, 200 mg dm<sup>-3</sup> de P, 200 mg dm<sup>-3</sup> de K aplicados na forma de solução. O P foi aplicado todo no momento do plantio, e o N foi parcelado em três vezes. A primeira no plantio, a segunda aplicação aos 15 dias e a terceira aos 30 dias após a emergência. O K foi parcelado em duas épocas, metade no plantio e o restante aos 15 dias após a emergência. As fontes utilizadas foram superfosfato simples (19% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Uréia (45% N) e KCl (60% K<sub>2</sub>O). Esta adubação segue as recomendação de adubação para vasos em estudos de casa de vegetação proposta por Malavolta (1980).

As sementes foram tratadas com inseticida com Imidacloprid na dose de 250 mL 100 kg<sup>-1</sup> de semente, Fipronil na dose 15 g ha<sup>-1</sup> e o fungicida, Ciproconazol na dose de 300 g 100 kg<sup>-1</sup> de semente. Foram semeadas dez sementes por vaso, e aos 10 dias após a emergência realizou-se o desbaste deixando-se cinco plantas por vaso.

Durante o desenvolvimento do arroz foram contados o número de perfilhos por planta, número de panículas por planta em cada uma das parcelas. Ao final do experimento, as

plantas foram colhidas para determinação da matéria seca dos perfilhos e das panículas. Após a secagem, as panículas foram debulhadas e se obteve a matéria seca dos grãos, e em seguida procedeu-se as análises de qualidade dos grãos (rendimento de inteiros e quebrados e renda). As plantas foram cortadas rente ao solo, em seguida quais foram acondicionados em sacos de papel e levados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, até peso constante. Após a secagem, o material foi pesado em balança analítica digital (0,001g), e os resultados foram expressos em gramas por parcela.

Foram selecionadas oito amostras de 100 grãos de cada parcela, que foram pesadas, e tiveram sua umidade corrigida para 13%. A determinação da umidade dos grãos foi realizada pelo método gravimétrico em estufa com circulação forçada de ar a 105°C por 24 horas, conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Na determinação do rendimento de benefício foram selecionadas três amostras de 100 g de arroz em casca de cada parcela, que foram processadas em engenho de prova, durante 1 minuto e 30 segundos. Em seguida os grãos brunidos foram colocados no “triuer” para separação de grãos inteiros e quebrados, durante 30 segundos. Os grãos que permaneceram no “triuer” foram pesados e o valor encontrado constituiu o rendimento de inteiros em porcentagem, e os demais constituíram o valor de grãos quebrados, em porcentagem. Posteriormente foram calculadas as medias das três amostras obtendo-se um valor único de renda, rendimento de inteiros e quebrados por parcela.

A produtividade foi obtida pela pesagem dos grãos com casca, oriundos da área útil das parcelas, e após corrigiu-se a umidade para 13 % com emprego de uma estufa, durante o período de 24 horas à 105 °C e em seguida foi estimada a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p<0,05). Os calcários foram comparados pelo teste Tukey (p< 0,05), sendo as doses dos calcários e a interação entre calcários e doses de calcários analisadas por regressão polinomial. Nas análises utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os calcários resultaram em diferenças no número de perfilhos e panículas e na matéria seca das panículas, enquanto as doses e a interação entre doses dos calcários resultaram em diferenças apenas na matéria seca das panículas e dos grãos (Tabela 2). Resultados distintos destes foram apresentados por Wielewicki, et al., (1997), que estudaram a eficiência da calagem em arroz sob duas épocas de início de irrigação e concluíram que a recomendação de calagem total ou parcial não influencia na produção de matéria seca na parte aérea da plantas de arroz.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Número de perfilhos	Número de panículas	Matéria seca de perfilhos	Matéria seca das panículas	Matéria seca de grãos
<b>Calcários (C)</b>	1	9,638**	11,287**	0,640 <sup>ns</sup>	11,602**	0,825 <sup>ns</sup>

<b>Doses (D)</b>	4	0,946 <sup>ns</sup>	2,192 <sup>ns</sup>	0,632 <sup>ns</sup>	9,032 <sup>**</sup>	5,304 <sup>**</sup>
<b>C X D</b>	4	0,268 <sup>ns</sup>	0,471 <sup>ns</sup>	0,092 <sup>ns</sup>	3,214 <sup>*</sup>	3,245 <sup>*</sup>
<b>CV (%)</b>		7,94	6,75	6,76	6,17	12,85

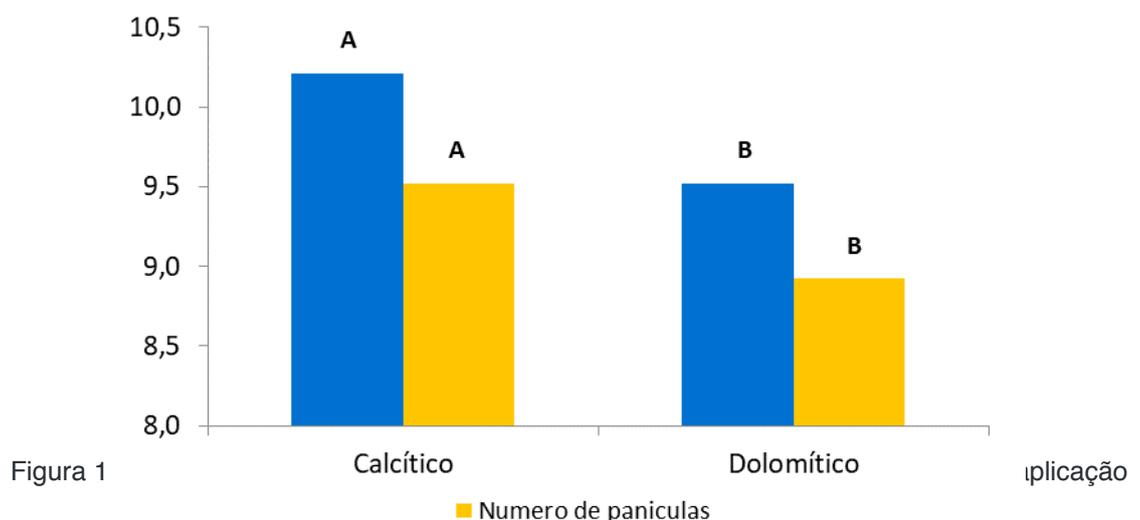
Tabela 2. Valores do teste F da análise de variância para as características morfológicas do arroz de terras altas submetido a doses e tipos de calcário. UFMT, Sinop – MT, 2016.

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns = não significativo nem a 1% e nem a 5%.

A aplicação do calcário calcítico resultou em maior número de perfilhos, independente da dose que foi aplicada (Figura 1). Segundo Morel et al. (2006), a extração de Ca pela cultura do arroz é pouco maior do que a de Mg, sendo que a concentração máxima desses nutrientes ocorre na palha. Para produzir uma tonelada de grãos de arroz de sequeiro são extraídos em média, 5,5 kg de Ca, 4,5 kg de Mg.

Comparando os calcários calcítico e dolomítico e os respectivos teores de Ca e Mg adicionados ao solo (Tabela 1) nota-se que o calcário dolomítico tende a apresentar relação Ca:Mg próximo da unidade, enquanto que o calcítico apresenta relações superiores a 3:1, o que indica uma maior disponibilização de Ca e menor de Mg, o que pode ter contribuído para um maior desenvolvimento das raízes e por conseguinte uma maior absorção de nutrientes, entre eles, o N que é fundamental para o desenvolvimento da parte aérea do arroz.

Fageria (2000) relata que a diminuição da produção em condição de valores elevados de pH no solo está relacionada ao número de perfilhos e, conseqüentemente de panículas.



De modo semelhante ao número de perfilhos, a adição do calcário calcítico resultou em maior número de panículas quando comparado ao dolomítico. Isso pode ser verificado nos trabalhos de Soratto et al. (2010), que avaliaram os componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função da aplicação superficial de calcário e gesso. Os autores afirmam que a adição de corretivos e neutralizantes aumenta

adisponibilidade de cálcio resultando em maior número de panículas por metro quadrado e consequentemente em ganhos na produtividade de cultivares.

Fageria (2000) verificou reduções no comprimento da panícula e no número de panículas por planta à medida que aumentavam as doses de calcário. Fageria e Barbosa Filho (1994) relatam que o fósforo (P) é o principal determinante do número de panículas nas plantas de arroz no Cerrado, e que a disponibilidade desse nutriente é extremamente dependente do pH do solo.

Nota-se na Figura 2, que as doses de calcário calcítico e dolomítico resultaram em aumentos na matéria seca das panículas, sendo que as doses de calcário dolomítico resultaram em maiores ganhos em matéria seca das panículas. A dose de cerca de 10,4 toneladas resultou na maior produção de matéria seca. Considerando-se a dose ótima econômica igual a 90% da dose máxima, tem-se que a dose adequada seria de 9,4 t ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, se analisarmos, os valores médios exibidos na Figura 2, nota-se que a dose de 4,0 t ha<sup>-1</sup> equipara-se a dose considerada como adequada (9,4 t ha<sup>-1</sup>).

Fageria e Zimmermann (1998) relataram redução da matéria seca da parte aérea do arroz de terras altas com a elevação do pH de 4,1 para 7,0, sendo importante conhecer os efeitos da variação de pH do solo na cultura do arroz de terras altas.

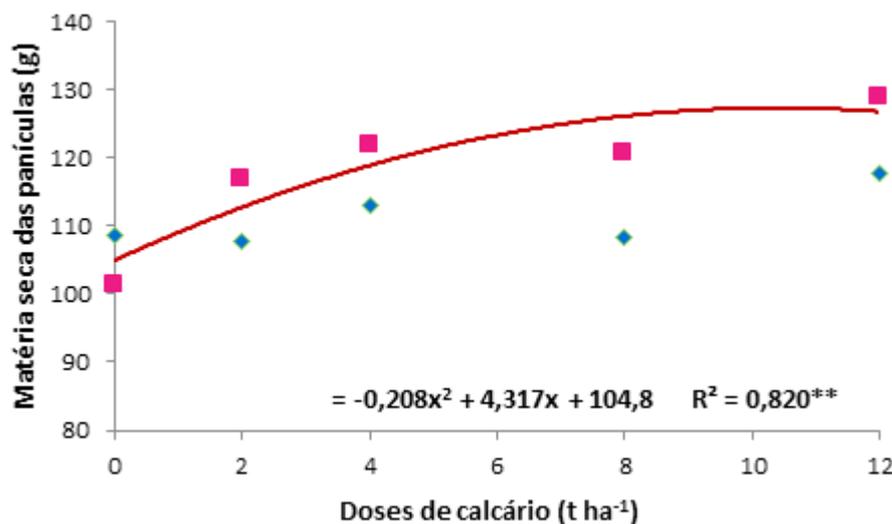


Figura 2 – Produção de matéria seca das panículas do arroz de terras altas em relação a aplicação de doses de calcário calcítico e dolomítico. UFMT, Sinop – MT, 2016.

Fageria (2000) relatou que redução na produção do arroz sob valores de pH elevados está relacionada ao número de perfilhos e, portanto, ao número de panículas. Este autor verificou redução acima de 50% na produção quando se elevou o pH de 4,6 para 6,8, enquanto que a produção em pH 6,4 foi reduzida em 28%.

Nota-se na Figura 3 que apenas as doses de calcário dolomítico influenciaram significativamente na matéria seca dos grãos. A dose de 8 t ha<sup>-1</sup> resultou em maior produção de matéria seca. Considerando-se a dose ótima econômica igual a 90% da máxima, tem-se que a dose ótima econômica seria de 7,7 t ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, se analisar os valores médios apresentados, nota-se que a dose de 4,0 t ha<sup>-1</sup> equipara-se a dose econômica (7,7 t ha<sup>-1</sup>), similar ao observado na produção de matéria seca das panículas.

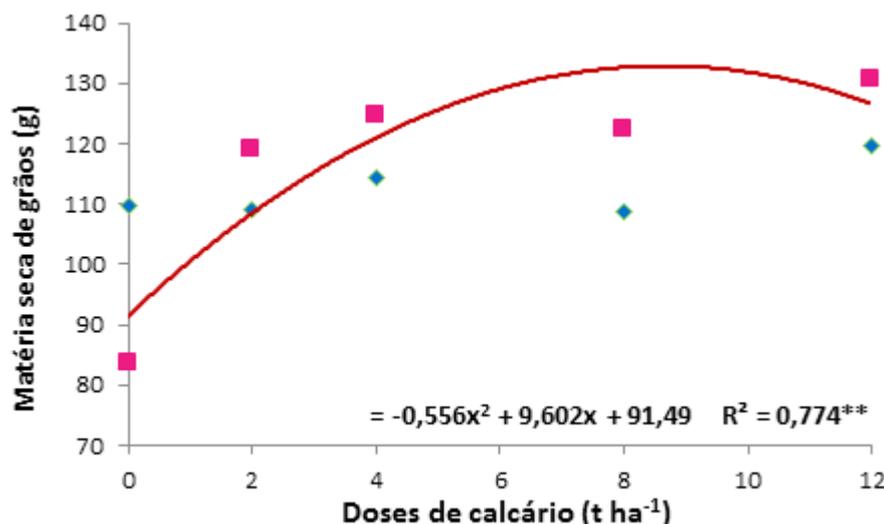


Figura 3 – Produção de matéria seca dos grãos do arroz de terras altas em relação a adição de doses de calcário calcítico e dolomítico. UFMT, Sinop – MT, 2016.

Esses resultados diferem dos obtidos por Fageria e Zimmermann (1998) que relataram reduções na produção de arroz de terras altas acima de pH 5,3 em Latossolo Vermelho-Escuro do cerrado. Essas diferenças podem ser atribuídas aos cultivares utilizados e a forma de cultivo daquela época. As cultivares antigas passava por um processo de adaptação, enquanto que hoje se dispõe de cultivares melhorada, com maiores potenciais produtivos e, que respondem melhor a calagem por apresentarem maiores necessidades nutricional e maior capacidade de extração de nutrientes.

Comparando-se os resultados das Figuras 2, 3 e 4 visualiza-se que embora, o calcário dolomítico tenha resultado em menor número de panículas, a produção de matéria seca das panículas e de grãos foram superiores à adição do calcário calcítico. Este fato evidencia que a adição do dolomítico resulta em menor número de panículas, mas com maior enchimento de grãos.

Na Tabela 3 são exibidos os resultados da análise de variância para a análise de variância para as variáveis qualitativas, de grãos de arroz de terras altas submetido a doses e tipos de calcário.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Massa específica aparente	Massa de mil grãos	% Grãos inteiros	% Grãos quebrados	Renda(%)
<b>Doses (D)</b>	4	11,186**	1,158 <sup>ns</sup>	46,113**	47,460**	2,339 <sup>ns</sup>
<b>Calcários (C)</b>	1	0,144 <sup>ns</sup>	42,227**	6,734**	9,853**	10,261**
<b>D X C</b>	4	7,065**	2,190 <sup>ns</sup>	5,950**	6,395**	0,606 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>		1,03	1,99	22,70	5,93	0,87

Tabela 3. Valores do teste F da análise de variância para as variáveis qualitativas, de grãos de arroz de terras altas submetido a doses e tipos de calcário. UFMT, Sinop – MT, 2016.

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns = não significativo nem a 1% e nem a 5%.

Nota-se que as doses influenciaram significativamente a massa aparente, e as porcentagens de grãos inteiros e quebrados, enquanto que os calcários influenciaram

todos os componentes da produção, exceto a massa específica aparente. Por outro lado, houve efeito da interação entre doses e calcário para massa aparente e porcentagens de grãos inteiros e quebrados. Silva (2008) afirma que a massa específica aparente é muito importante para a comercialização, dimensionamento de silos, secadores, depósitos e sistemas de transportes, podendo também ser utilizado para determinar teores de água, danos causados por insetos, bem como a deterioração fúngica nos produtos armazenados.

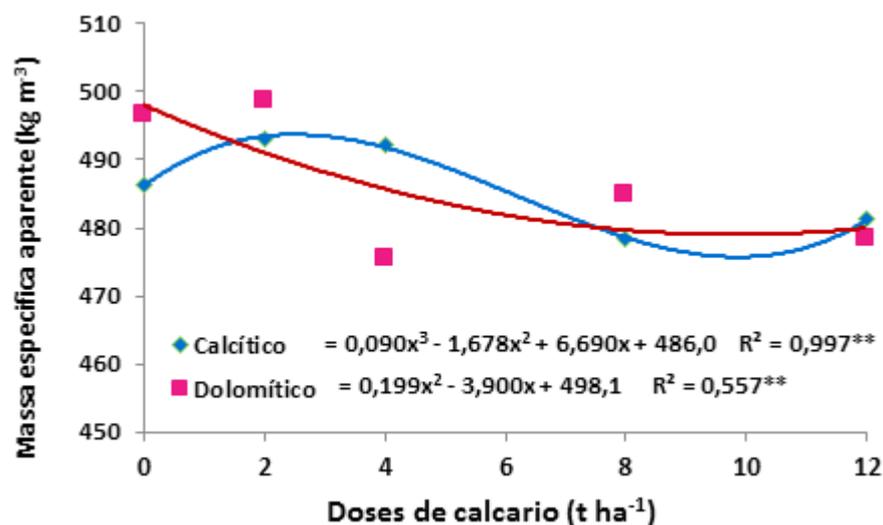


Figura 4. Massa específica aparente de grãos do arroz de terras altas em relação à adição de doses de calcário calcítico e dolomítico. UFMT, Sinop – MT, 2016.

Nota-se na Figura 4 que a adição de doses de calcário resultaram em redução na massa específica aparente dos grãos, embora a adição de 2,0 t ha<sup>-1</sup> de ambos os calcários tenham resultado em maiores valores, principalmente para o dolomítico. Este fato pode ser indicativo de uma maior tolerância à acidez do arroz de terras altas conforme relatado por Fageria (2000) ao afirmar que a cultura de arroz é bastante tolerante à acidez do solo. Este mesmo autor relatou que houve redução na produção de matéria seca de grãos com alto pH, fato que também foi observado neste estudo.

Uma evidência que pode auxiliar na explicação da tolerância do arroz a acidez seria a sua preferência pela forma nitrogenada amoniacal, cuja absorção ocasiona a acidificação da rizosfera, fazendo com que as raízes dessa cultura se desenvolvam em ambiente ácido, e cuja neutralização da acidez pela aplicação de doses elevadas de calcário possam a vir favorecer a nitrificação com conseqüente redução na disponibilidade do N amoniacal.

Com relação ao valor médio de massa específica aparente, que foi de 486,55 kg m<sup>-3</sup>, pode ser comparado com o trabalho de Borges (2015), que estudando a massa específica aparente em arroz, cultivar esmeralda, obteve valor inferior 522,3 kg m<sup>-3</sup>, valor este situado abaixo do utilizado como referência que é de 580 kg m<sup>-3</sup>. Nos achados de Dal' Maso Netto (2015) e Pivetta et al. (2013) que estudando a cultivar de arroz de terras altas (BRS Esmeralda) obteve massa específica aparente de 528,4 kg m<sup>-3</sup>, e para as três cultivares de arroz de terras altas (BRS Sertaneja, BRS Pepita e BRS Primavera) avaliadas por Pivetta et al. (2013) o resultado variou entre 487 e 547 kg m<sup>-3</sup>.

Na Figura 5 observa-se que independente da dose de calcário que foi aplicada,

à adição do calcário calcítico resultou em maior massa de mil grãos. Os resultados assemelham-se com os achados de Weber et al., (2003), que embora estudando cultivares de arroz irrigado e nutrientes na água de drenagem em diferentes sistemas de cultivos, constatou valores em gramas compreendidos entre 24,25 a 30,31.

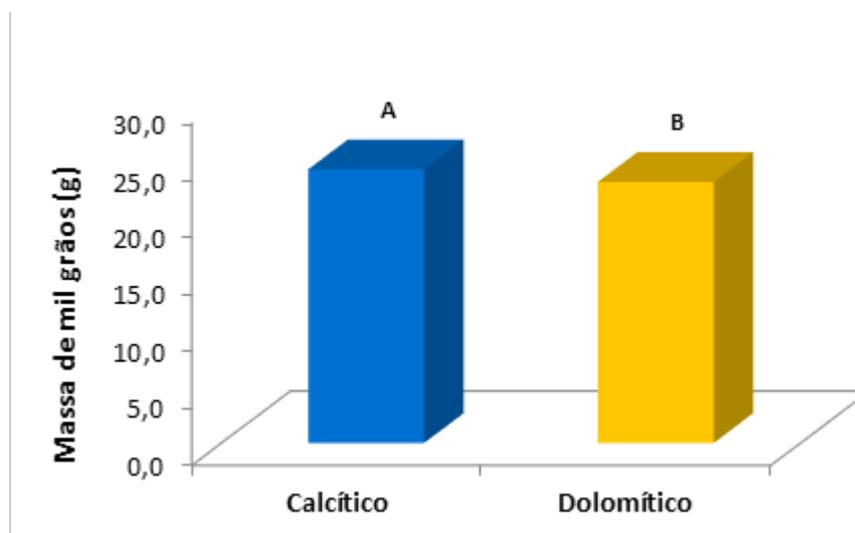


Figura 5. Massa de mil grãos de arroz de terras altas em relação à aplicação de calcário calcítico e dolomítico. UFMT, Sinop – MT, 2016.

O fato de apresentar valores de relação Ca/Mg próximos a unidade, como aqueles apresentados pela adição do calcário dolomítico (Tabela 1) prejudicam o armazenamento de reservas nos grãos. Os valores da relação Ca/Mg detectados para adição do calcário calcítico variaram de 0,9 a 5,8, enquanto que a mesma relação pouco foi alterada pela aplicação do calcário dolomítico e manteve-se estável em torno de 0,9, que foi a menor relação obtida com a aplicação do calcário calcítico.

Esse fato pode estar relacionado a demanda de Ca ser maior que a de Mg conforme demonstrado por Fageria (2000). Neste estudo, a proporção entre o acúmulo de Ca e de Mg (mg/planta) de 1,6 vezes, evidenciando uma maior exigência de Ca.

De acordo com a Lei nº 7.607, de 27 de dezembro de 2001, que Instituiu o Programa de Incentivo à Cultura do Arroz de Mato Grosso- PROARROZ/MT, institui condições mínimas de qualidade, que o arroz em casca colhido e comercializado tenha classificação mínima de 50% de grãos inteiros. Diante disso, observa-se que a maioria dos valores encontrados situaram abaixo do valor mínimo estabelecido (50%).

Visualiza-se na Figura 6 que a produção de grãos inteiros respondeu de modo diferenciado as doses de calcário calcítico e dolomítico. Nota-se que as doses de calcário calcítico resultaram em maior proporção de grãos inteiros (27,45%) com valor máximo obtido com a dose de 10,48 t ha<sup>-1</sup>, enquanto a adição do dolomítico resultou em menor produção de inteiros. Diante disso a presença de nutrientes como o cálcio pode ter tido influência preponderante na determinação do ponto de colheita do arroz de terras altas onde à fase da maturação do arroz é crucial para o maior rendimento de grãos inteiros no beneficiamento e menor perda de grãos no campo (SILVA; FONSECA, 2012).

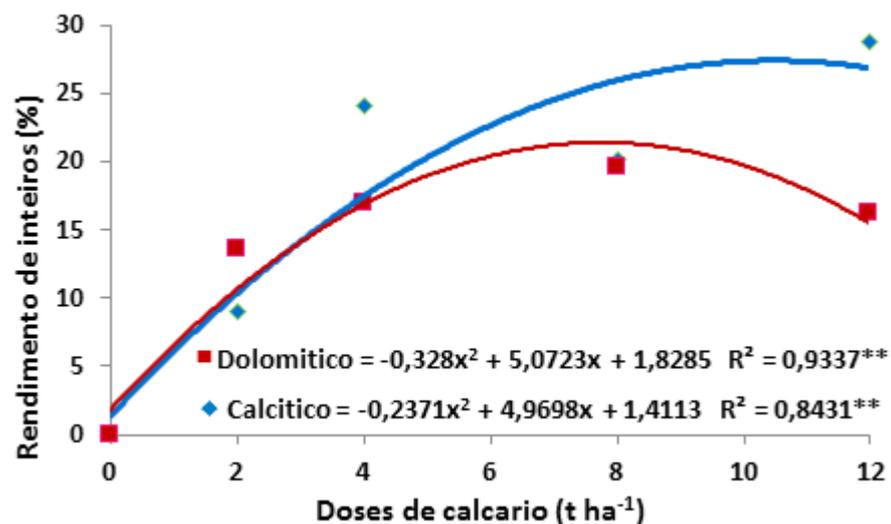


Figura 6. Rendimento de grãos inteiros do arroz de terras altas em relação à adição de doses de calcário calcítico e dolomítico. UFMT, Sinop – MT, 2016.

Os valores encontrados foram significativamente inferiores aos encontrados na literatura, em que verificou-se valores de rendimento de inteiros entre 49,0 e 61,8% por Castro *et al.* (1999) ao avaliar diferentes cultivares de arroz em casca. Igualmente, nos encontrados por Pereira *et al.* (2013) que estudando a qualidade e propriedades do arroz aromático produzido em terras altas obtiveram valores para arroz entre 27,8 e 64,8% e demonstram estar relacionado com o déficit hídrico associado a colheita tardia. O arroz quando colhido tardiamente compromete a produtividade pela degrana natural, e ocasiona trincas e redução no rendimento de grãos inteiros no beneficiamento (SILVA; FONSECA, 2012).

Os resultados apontam que a máxima produção de grãos inteiros obtida com aplicação de 7,7  $\text{tha}^{-1}$  calcário dolomítico (21,44%) foi muito inferior a obtida com o calcário calcítico. Isso pode ser explicado devido a uma menor proporção de Ca em relação ao Mg, representada pela relação Ca/Mg mostra-se prejudicial ao enchimento de grãos e a sua resistência ao quebramento. Segundo Malavolta (2005), o Ca é um componente fundamental da parede celular dos vegetais, integrando os pectatos da lamela média das células. Assim, quando há uma menor disponibilidade de Ca no meio, as células apresentam menor resistência, o que pode auxiliar na explicação da maior proporção de grãos quebrados observados na aplicação do calcário dolomítico.

A determinação do ponto de colheita do arroz de terras altas equivale à fase da maturação do arroz, onde se obtém o maior rendimento de grãos inteiros no beneficiamento e menor perda de grãos no campo (SILVA; FONSECA, 2012).

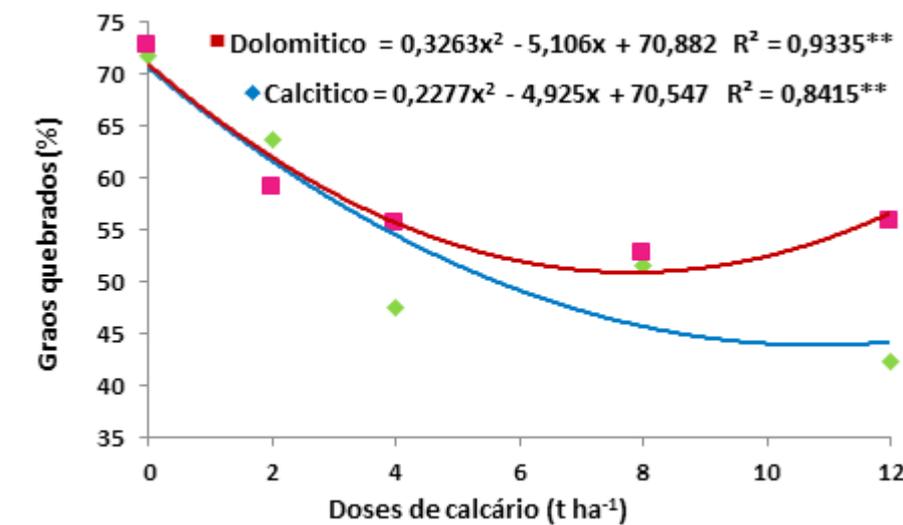


Figura 7. Rendimento de grãos quebrados do arroz de terras altas em relação à adição de doses de calcário calcítico e dolomítico. UFMT, Sinop – MT, 2016.

Na Figura 7 são apresentados os efeitos de doses de calcário calcítico e dolomítico na proporção de grãos quebrados de arroz de terras altas. Como era esperado, a adição de doses de calcário dolomítico resultou em maior porcentagem de grãos quebrados, mas com o aumento das doses dos calcários, reduziu-se a proporção de grãos quebrados até a dose de 8,0 t ha<sup>-1</sup> com a menor porcentagem de grãos quebrados.

Os resultados obtidos estiveram significativamente abaixo dos encontrados por Chapla, (2014) onde estudando a adubação organomineral em arroz de terras altas na região de Sinop encontrou valores situados entre 12,6 % e 10,33 %. A comercialização a nível nacional estabelece valores máximos de até 28 % de grãos quebrados (VIEIRA; CARVALHO, 1999).

A alta porcentagem de grãos quebrados pode ser justificada pelo aparecimento de rachaduras nos grãos que decorre devido a reidratação dos grãos quando atingem valores abaixo de 15% de umidade (CASTRO et al., 1999). A reidratação dos grãos pode ocorrer por ação da chuva, do orvalho ou da umidade relativa do ar muito elevada, afirma. Isso pode ter ocasionado o dano mecânico nos grãos devido á debulha, associado a baixa disponibilidade de cálcio e magnésio, ofertado pelo calcário.

Com relação as doses de calcário calcítico, mantiveram comportamento quase linear, com redução da porcentagem de grãos quebrados a medida que se adicionava o calcário. Os menores valores foram obtidos com doses aproximadas de 10,0 t ha<sup>-1</sup>. Este fato parece indicar que aplicação de calcários com baixa relação Ca/Mg são prejudiciais à qualidade dos grãos do arroz de terras altas.

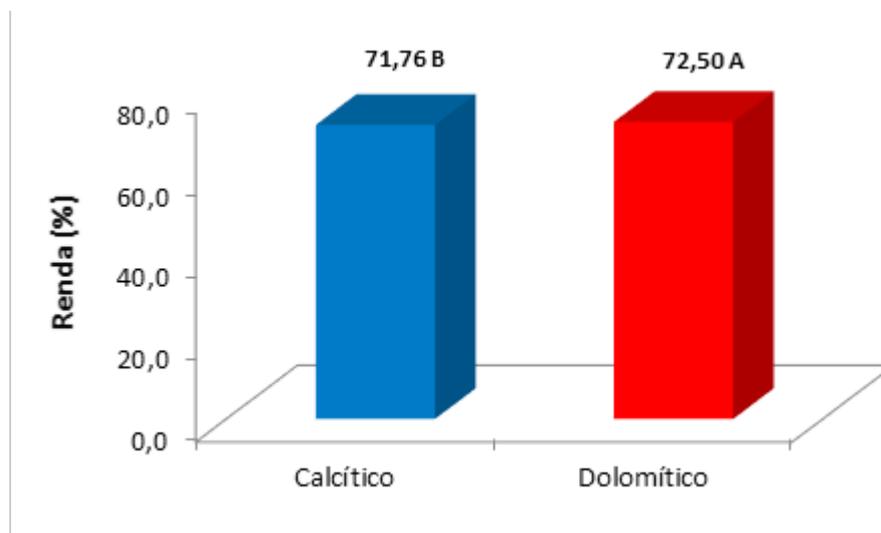


Figura 8. Porcentagem de renda de grãos do arroz de terras altas em relação à adição de doses de calcário calcítico e dolomítico. UFMT, Sinop – MT, 2016.

Na Figura 8 visualiza-se que os calcários influenciaram positivamente no rendimento do arroz de terras altas, e que o valor renda atingiu 70 %. A aplicação de doses de calcário influenciaram positivamente a renda do arroz, e isso pode ser explicado pelo fornecimento de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) disponibilizados por esses insumos.

Essa margem de renda foi satisfatória quando comparado com os trabalhos de Santos *et al.* (2006) que afirma que valores entorno de 68 % no beneficiamento indicam estar dentro dos padrões de comercio exigidos por lei.

#### 4 | CONCLUSÕES

↳ A cultura de arroz de terras altas responde de modo diferenciado à aplicação de doses de calcário calcítico e dolomítico;

A aplicação de calcário calcítico melhora a produção de perfilhos e panículas e resulta em melhor qualidade de grãos de arroz de terras altas;

A aplicação de calcário dolomítico prejudica a qualidade dos grãos, reduzindo a massa específica de grãos, aumentando a proporção de quebrados.

#### REFERÊNCIAS

BALDACIN R, R. Incubação de um latossolo vermelho – amarelo distrófico com calcários na região médio norte de Mato Grosso. TCC (graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2015.

BORGES, C, G. **Ponto de colheita de cultivares de arroz de terras altas**. TCC (graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2015. 80p.

BRASIL. Regras para análise de sementes. Brasília: **Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária**, p.399, 2009.

CASTRO, A.P. de; MORAIS, O.P. de; BRESEGHELLO, F.; LOBO, V. L. da S.; GUIMARÃES, C. M.; BASSINELLO, P. Z.; COLOMBARI FILHO, J. M.; SANTIAGO, C. M.; FURTINI, I. V.; TORGA, P. P.; UTUMI, M. M.; PEREIRA, J. A.; CORDEIRO, A. C. C.; AZEVEDO, R. de; SOUSA, N. R. G.; SOARES, A. A.; RADMANN, V.; PETERS, V. J. BRS Esmeralda: cultivar de arroz de terras altas com elevada produtividade e maior tolerância à seca. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. **Comunicado técnico**, 215).

CASTRO, E. da M. de; VIEIRA, N. R. de A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. da. Qualidade de grãos em arroz. **Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica**, 34. 1999, 30p.

CHAPLA, M. E. **Adubação organomineral em arroz de terras altas na região de Sinop – MT**. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia), UFMT, Sinop, MT, jun. 2014, 32p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, SBSC - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Décimo Segundo Levantamento, Brasília p. 1-127. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_09\\_10\\_14\\_35\\_09\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_setembro_2014.pdf).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Perspectivas para agropecuária v.3 Safra 2015/2016**. Brasília p. 1-24. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_09\\_00\\_46\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf).

DAL'MASO NETTO, G. **Qualidade pós-colheita de arroz de terras altas em função de diferentes tratamentos de doenças fúngicas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia), UFMT, Sinop, MT, jun. 2015, 46p.

DUARTE, A.P.; VOLTAN, R.B.Q., FURLANI, P.R. Amarelecimento do arroz-de-sequeiro sob condições de encharcamento em solo de baixa fertilidade. **Bragantia**, Campinas, v. 52; n. 2, p 139-152, 1993.

EMBRAPA. **Cultivo do Arroz de terras altas no estado de Mato Grosso**. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. 2006. Acesso em: 27/05/2016.

FAGERIA, N.K. Resposta de cultivares de arroz à aplicação de calcário em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.883-889, jul. 1984.

FAGERIA, N.K. Tolerância diferencial de cultivares de arroz e alumínio em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17; n. 1, p. 1-9, 1982.

FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. **Deficiências nutricionais na cultura de arroz: identificação e correção**. Brasília : Embrapa-SPI, 1994. 36p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 42).

FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Influence of pH on growth and nutrient uptake by crop plants in the Oxisol. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 29, n.17/18, p. 2675-2682, 1998.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**,

Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez. 2011.

FERREIRA, C.M.; STONE, L. F.; MORAES, A. C.; OLIVEIRA, J. P.O **Passado e o Futuro** da **Cadeia** Produtiva do **Arroz** em Mato Grosso.- Santo Antônio de Goiás Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. **Comunicado técnico**, 308).

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, **Ceres**, 1980. 251p

MATO GROSSO. Lei nº 7.607: Institui o Programa de Incentivo à Cultura do Arroz de Mato Grosso - PROARROZ/MT, o Programa de Incentivo às Indústrias de Arroz de Mato Grosso - PROARROZ/MT - Indústria e cria o Fundo de Apoio à Pesquisa da Cultura do Arroz de Mato Grosso - **FUNDARROZ/MT**, e dá outras providências. Governo do Estado do Mato Grosso, 17p., 2001

MORAIS, O. P; CASTRO. E. M. Cultivares de Arroz de Terras Altas para o Mato Grosso. (**Circular Técnica** 68) Santo Antônio de Goiás, GO Dezembro, 2004.

NAVES, M. M. V.; BASSINELLO, P. Z. **Importância na nutrição humana**. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. A cultura do arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 17-30.

PEREIRA, V. S.; RUFFATO, S.; TAFFAREL, C. Qualidade e propriedades do arroz aromático produzido em terras altas. In: XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. **Anais...**, Fortaleza, CE, 2013.

SANTOS, H.G, FIDALGO, E.C.C, COELHO, M.R., ÁGLIO, M.L. D. Cultivo do Arroz de Terras Altas no Estado de Mato Grosso. Embrapa Arroz e Feijão 2006. [**Sistemas de Produção** - Versão eletrônica].

SILVA, J. G. da.; FONSECA, J. R. Colheita. Cultivo do arroz irrigado no estado do Tocantins, Embrapa Arroz e Feijão, n. 3, 2004. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 07 de Maio de 2012.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C; MELLO, F. F. de C.. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. **Bragantia**, Campinas , v. 69, n. 4, p. 965-974, Dec. 2010 .

SOUSA, D. M. G., LOBATO, E. Cerrado: **Correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

VIEIRA, N.R.A.; CARVALHO, J.L.V. Qualidade tecnológica In: VIEIRA, N.R.A. et al. (Ed.). A cultura do arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999, cap. 21, p. 582-604.

WIELEWICKI, A. P.; MARCHEZAN, E.; STORCK, L. Eficiência da calagem em arroz sob duas épocas de início de irrigação. **Ciência Rural**, v. 28 n. 1, 1998.

## EFEITO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NA BIOMETRIA, PRODUTIVIDADE E CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR

### **Dayane Bortoloto da Silva**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Ilha Solteira – São Paulo

### **Sebastião Ferreira de Lima**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Chapadão do Sul – Mato Grosso do Sul

### **Maria Gabriela de Oliveira Andrade**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Ilha Solteira – São Paulo

### **Lucas Jandrey Camilo**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Chapadão do Sul – Mato Grosso do Sul

### **Aline Sant´ Anna Monqueiro**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Chapadão do Sul – Mato Grosso do Sul

### **Mayara Santana Zanella**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Chapadão do Sul – Mato Grosso do Sul

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da adubação foliar na biometria, produtividade e características tecnológicas de diferentes variedades de cana-de-açúcar. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com 6 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação com e sem aplicação de adubo foliar e cinco variedades de cana-de-açúcar. O

adubo foliar utilizado foi o formulado 20-00-00 + 0,18 Mo + 1,0 Zn + 0,2 B, aplicado na dosagem de 50 L ha<sup>-1</sup>. As variedades utilizadas foram RB92579, RB855536, IACSP955000, SP803280 e SP813250. O uso da adubação foliar incrementou o número de colmos por metro, sendo os maiores valores observados para as variedades RB855536 e RB92579. Para a massa de cana, apenas a variedade SP813250 apresentou incremento com a aplicação do adubo foliar. Com a aplicação do adubo foliar, as variedades RB9279, SP803280 e RB855536 foram as que apresentaram maior incremento em massa por colmo, ficando 20% acima da média das demais variedades. Os ganhos em produtividade de colmos foram de 21; 8; 6 e 15% respectivamente para as variedades RB855536, IACSP955000, SP803280 e SP813250. A adubação foliar não influenciou as características tecnológicas da cana-de-açúcar, mas responderam diferenciadamente as variedades utilizadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Saccharum officinarum*, nutrição mineral, manejo de cana-de-açúcar.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effects of foliar fertilization on the biometrics, productivity and technological characteristics of different varieties of sugarcane. The experimental design used was in randomized blocks, in a 2x5 factorial scheme, with 6 replicates. The treatments were constituted by the

combination with and without application of foliar fertilizer and five varieties of sugarcane. The foliar fertilizer used was formulated 20-00-00 + 0.18 Mo + 1.0 Zn + 0.2 B, applied at a dosage of 50 L ha<sup>-1</sup>. The varieties used were RB92579, RB855536, IACSP955000, SP803280 and SP813250. The use of foliar fertilization increased the number of stems per meter, with the highest values observed for varieties RB855536 and RB92579. For the sugarcane mass, only the variety SP813250 presented increment with the application of the foliar fertilizer. With the application of foliar fertilizer, the varieties RB9279, SP803280 and RB855536 were the ones that presented the greatest increase in mass per stem, being 20% above the average of the other varieties. The gains in yield of stalks were 21; 8; 6 and 15% respectively, for the varieties RB855536, IACSP955000, SP803280 and SP813250. Foliar fertilization did not influence the technological characteristics of sugarcane, but the varieties used differed.

**KEYWORDS:** *Saccharum officinarum*, mineral nutrition, management

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil possui aproximadamente 9 milhões de hectares plantados com cana-de-açúcar, com produção total de 634,8 milhões de toneladas de colmos e produtividade média de 70,5 t ha<sup>-1</sup>, caracterizando-se como o maior produtor mundial de colmos de cana-de-açúcar (CONAB, 2014). É uma das culturas de maior importância socioeconômica para o Brasil, que se destaca também como o maior produtor mundial de açúcar e etanol dessa matéria-prima e responsável por mais de 50% do total de açúcar comercializado no mundo (MAPA, 2014).

Teoricamente, todos os nutrientes podem ser aplicados e aproveitados pela cana-de-açúcar quando disponibilizados por via foliar, entretanto, os micronutrientes essenciais e outros elementos não essenciais, mas importantes para a cultura, têm maior potencial de serem utilizados por via foliar.

Fertilizantes foliares constituem o mais efetivo sistema de aplicar micronutrientes ou quantidades menores de nutrientes como complemento dos elementos mais importantes. Podem ajustar deficiências, crescer colheitas fracas ou comprometidas, aumentar a velocidade de crescimento e aumentar a qualidade de crescimento, o que, é o principal objetivo no uso de fertilizantes. Isso não quer dizer que o uso de fertilizantes foliares substitui o uso de fertilizantes sólidos, mas a utilização de fertilizantes foliares pode acrescentar a disponibilidade dos elementos fundamentais usados na sua forma sólida (MOCELLIN, 2004).

Historicamente, no setor sucroalcooleiro, pouca atenção foi dada à resposta da cultura da cana-de-açúcar a aplicação de micronutrientes. Por isso, esta é uma prática pouco difundida entre as companhias agrícolas produtoras de cana-de-açúcar. Entretanto, a deficiência de micronutrientes pode causar sérios problemas ao desenvolvimento das culturas e queda de produtividade, visto que estes desempenham funções vitais no seu metabolismo (FRANCO et al., 2009).

Apesar de se verificar poucos sintomas de deficiência de micronutrientes nos cultivos de cana-de-açúcar, Orlando Filho et al. (2001) alertam para o fato de que a cultura pode apresentar, com frequência, a chamada “fome oculta”, situação em que não aparecem os sintomas de deficiência visuais mas, os níveis presentes são insuficientes a ponto de levarem a redução da produtividade da cultura.

Entre os elementos mais utilizados em cana-de-açúcar, o silício (Si), embora não seja um elemento essencial às plantas, é considerado agronomicamente benéfico, proporcionando melhorias nutricionais, incremento na produção e qualidade dos produtos agrícolas e maior tolerância ao déficit hídrico. Além disso, vem sendo apontado como uma alternativa promissora no manejo de doenças e pragas, principalmente em gramíneas (KORNDÖRFER E DATNOFF, 1995).

Teixeira Filho (2011) avaliou o efeito de doses e fontes de zinco aplicadas no sulco de plantio e foliar em cana-planta e 1ª cana-soca. Verificou que os tratamentos com Zn aplicados via solo e via foliar proporcionaram resultados semelhantes para todas as características produtivas da cana-de-açúcar, em ambos os cultivos não houve diferença entre os modos de aplicação de Zn para os teores e acúmulos de nutrientes no colmo e palhada da cana-de-açúcar. Baseado nos indicadores de qualidade tecnológica da 1ª cana-soca, seria interessante a aplicação via solo de 4,0 a 5,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, na forma de quelato ou sulfato de Zn.

Associado ao uso de adubação foliar, as avaliações com variedades constituem importantes formas de buscar o melhor material para as regiões específicas de produção das usinas e produtores de cana-de-açúcar. A inclusão de variedades tem sido o modo mais utilizado para avaliar as interações genótipo x ambiente. Permitindo avaliar diferenças funcionais e estruturais entre variedades de mesma espécie auxiliando na escolha dos mais adaptados (KANG E MILLER, 1984).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da adubação foliar na biometria, produtividade e características tecnológicas de diferentes variedades de cana-de-açúcar

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma área de cultivo comercial situada no município de Chapadão do Céu, região sudoeste do Estado de Goiás, situada 18° 38' 21.11" de latitude sul e 52° 21' 58.66" de longitude a oeste, com altitude média de 751 metros acima do nível do mar. O clima característico da região é classificado como Aw, segundo caracterização internacional de Köppen, apresentando estação chuvosa no verão e seca no inverno com precipitação média anual de 1.850 mm e temperatura média anual variando de 13°C a 28°C. O experimento foi instalado em uma área de cana de segundo corte (1ª soca).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com 6 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de um fator com e sem aplicação de adubo foliar e outro fator com cinco variedades de cana-

de-açúcar. O adubo foliar utilizado foi o formulado 20-00-00 + 0,18 Mo + 1,0 Zn + 0,2 B, aplicado na dosagem de 50 L ha<sup>-1</sup> no dia 03 de dezembro de 2014. As variedades utilizadas foram RB92579, RB855536, IACSP955000, SP803280 e SP813250.

Cada parcela foi constituída por 8 linhas de 10 m de comprimento, espaçadas de 1,5 metros. Para as avaliações, foram consideradas 6 linhas centrais, desprezando 1 m nas extremidades e perfazendo uma área útil de 72 m<sup>2</sup>.

Para o tratamento sem aplicação de adubo foliar foi utilizado lona de 8 x 30 (largura x comprimento), ao qual foram alocadas sobre a cana na passagem da pulverização aérea, evitando, assim, a contaminação das folhas com o adubo foliar. Para a aplicação do adubo foliar foi utilizado um avião agrícola modelo Ipanema.

As avaliações foram realizadas em 11 de julho de 2014. Foram coletados manualmente amostras (10 colmos) de cada parcela. Em campo, foram contados o número de canas por metro e a massa de 10 canas e calculado a produtividade de colmos por hectare. Em seguida, essas amostras foram encaminhadas para análise dos parâmetros de qualidade industrial, sendo eles: sólidos solúveis (Brix), sacarose aparente na cana (Pol% cana), por açúcares redutores totais (ATR), percentagem de sacarose (PCC) pureza do caldo e fibra da cana. A metodologia utilizada para o processamento foi feita segundo o Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (SPCTS). Após a desintegração e homogeneização dos colmos, uma porção de 500 g foi submetida à prensa hidráulica, de acordo com o método de Tanimoto (1964), resultando em caldo extraído e fibras, que foram submetidos a cálculos segundo fórmulas da CONSECANA (2006) determinando os teores dos parâmetros tecnológicos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O número de colmos por metro apresentou significância para as fontes de variação adubação foliar e variedades isoladamente, enquanto o peso de cana e a produtividade da cultura em toneladas de colmos por hectare foram influenciados pela interação da adubação foliar e variedades (Tabela 1).

FV	Quadrado Médio		
	CM	PEC	TCH
BLOCO	0,93	0,03	6,4
ADUB	4,06*	0,03 <sup>ns</sup>	1240,2**
VAR	6,27**	0,55**	2439,3**
ADUB*VAR	1,26 <sup>ns</sup>	0,04*	199,0**
ERRO	0,57	0,02	663,3
CV(%)	7,41	7,66	3,71
Média geral	10,2	1,65	103,4

Tabela 1. Quadrados médios e nível de significância para as variáveis colmos por metro (CM), peso por cana (PEC) e tonelada de cana por hectare (TCH), em função da adubação foliar em diferentes variedades, Chapadão do Céu, 2014

ns= não significativo; \*=significância 5%; \*\*=significância 1%

A adubação foliar normalmente constitui uma atividade comumente utilizada em culturas perenes e ocasionalmente em culturas anuais para suprir as necessidades de micronutrientes ou com adubação suplementar de algum macronutriente. No entanto, em cana-de-açúcar, esse procedimento é pouco avaliado, normalmente porque requer a aplicação aérea, em função do estágio de aplicação na cultura, ficando, portanto, restrito as usinas, sem uma avaliação metodológica mais coerente com as pesquisas na área.

De toda forma, observa nas tabelas 1 e 2 que existe resposta para a adubação foliar. Apesar de nenhuma característica tecnológica da cana-de-açúcar ter sido influenciada pela adubação foliar isoladamente (Tabela 2), observa-se que a mesma afetou positivamente a produtividade de colmos (Tabela 1), que pode, por consequência, aumentar indiretamente a produção de açúcares.

Andrade et al. (1995) não observaram aumento nos parâmetros tecnológicos pureza, fibra, brix, Pol e ATR quando utilizaram fritas e fontes solúveis de boro, cobre e zinco. Também Korndorfer et al. (1999) não encontraram diferença para os parâmetros tecnológicos pureza, brix, Pol e sacarose quando utilizaram fritas contendo B, Cu, Fe, Mn e Zn. Teixeira Filho (2011) verificou que o Zn aplicado via solo e via foliar não promoveu diferença significativa para pureza, fibra e brix em cana planta e de 1ª soca.

FV	Quadrado Médio						
	BRIX	PCC	PUR	FIB	ATR	AR	POL
BLOCO	3,94	2,10	1,11	0,07	194,7	0,001	3,11
ADUB	0,35 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	9,0 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
VAR	2,79**	2,12**	11,6 <sup>ns</sup>	1,20**	196,6**	0,014 <sup>ns</sup>	4,13**
ADUB*VAR	0,83**	0,13 <sup>ns</sup>	9,58 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	12,1 <sup>ns</sup>	0,011 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>
ERRO	0,22	0,31	5,60	0,18	28,5	0,007	0,42
CV(%)	2,32	3,64	2,7	3,9	3,6	12,84	3,47
Média geral	20,1	15,2	87,7	10,9	146,8	0,63	18,6

Tabela 2. Quadrados médios e nível de significância para as variáveis: porcentagem de sólidos solúveis (BRIX), porcentagem de sacarose (PCC), pureza (PUR), fibra (FIB), açúcar total recuperável (ATR), AR e POL, em função da adubação foliar em diferentes variedades de cana-de-açúcar, Chapadão do Céu, 2014

ns= não significativo; \*=significância 5%; \*\*=significância 1%

O uso da adubação foliar incrementou o número de colmos por metro (Tabela 3). Esse ganho foi de 4,8% em relação a testemunha. O número de colmos por metro pode ser o primeiro indicativo de aumento da TCH, desde que outras características biométricas sejam mantidas ou melhoradas. De acordo com Landell e Silva (2004), o número, a altura e o diâmetro de colmos são os componentes indicadores do potencial produtivo do canavial.

Em trabalho testando doses de zinco aplicados na forma de sulfato de zinco no solo, Cambria et al. (1989) verificaram que o número de colmos foi afetado negativamente em doses superiores a 15 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Já Teixeira Filho (2011), verificou que o zinco não afetou o perfilhamento da cana-de-açúcar variedade RB867515.

Adubação	Característica
	CM
Testemunha	9,9 b
Adubação Foliar	10,4 a

Tabela 3. Número de colmos por metro (CM) em função da aplicação de adubo foliar em diferentes variedades de cana, Chapadão do Céu, 2014

Letras iguais na mesma coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

As variedades responderam diferentemente ao número de colmos por metro. Os maiores incrementos foram observados para as variedades RB855536 e RB92579 que em média foram 11% superior as demais variedades (Tabela 6). Capone et al. (2011) verificaram que o número de canas por área constitui um dos fatores que estão diretamente correlacionadas com a produtividade em canas de primeiro e segundo ano.

Para a massa de cana, apenas a variedade SP813250 apresentou incremento com a aplicação do adubo foliar, com ganho de 15% em relação a testemunha, no entanto, foi a variedade que apresentou a menor média pra essa característica. As demais variedades não responderam ao uso do adubo foliar. As variedades também responderam de forma diferenciada ao uso do adubo foliar. Sem a aplicação do adubo foliar, testemunha, as variedades RB92579 e SP803280 tiveram o maior incremento, com ganho médio de 23% acima das demais variedades. Com a aplicação do adubo foliar, as variedades RB9279, SP803280 e RB855536 foram as que apresentaram maior incremento em massa por colmo, ficando 20% acima da média das demais variedades (Tabela 4).

O uso da adubação foliar propiciou incremento na produtividade de colmos de cana para todas as variedades, excetuando a RB92579. Os ganhos em produtividade de colmos foram de 21; 8; 6 e 15% respectivamente para as variedades RB855536, IACSP955000, SP803280 e SP813250.

A variedade RB92579 foi a mais produtiva de todas as variedades testadas, tanto com como sem o uso do adubo foliar. Sem o uso do adubo foliar, essa variedade produziu 34% mais colmos do que as demais variedades testadas, enquanto com a aplicação do adubo foliar esse ganho foi de 18% em relação as demais variedades, mas não diferiu estatisticamente da variedade RB855536 (Tabela 4).

Avaliando a eficiência nutricional de variedades de cana-de-açúcar, Mendes (2006) encontrou maior TCH para as variedades RB72454, RB835486, RB867515, RB928064 e SP803280 e menor TCH para as variedades SP801816 e SP801842. Korndorfer et al (2002) encontraram maior TCH para as variedades RB72454, RB835486 e RB855536, enquanto Maule et al. (2001) verificaram maiores TCH para as variedades RB72454, RB835486, RB855536 e SP801842 e menor TCH para a variedade SP801842.

A cana-de-açúcar pode responder de forma variada a diferentes elementos nutricionais e sua forma de aplicação ou fontes utilizadas, além disso, a variedade tem resposta muito específica as diversas tecnologias utilizadas na produção dessa cultura. Teixeira Filho (2011) não encontraram resposta para a produtividade de colmos de cana planta e cana de 1ª soca quando utilizaram o Zn aplicado tanto em solo como via foliar. Resultados iguais foram obtidos por Franco et al. (2009) quando trabalharam com doses de Zn em cana planta e por Costa Filho e Prado (2008) quando usaram cana de 3ª soca. Também, Andrade et al. (1995) utilizando fontes solúveis de boro, cobre e zinco aplicados em sulco de plantio da variedade SP701143 não encontraram resultado favorável para o aumento de colmos por área. Por outro lado, Cambria et al. (1989) trabalhando com doses de zinco aplicados via solo, conseguiram aumento na produtividade da cultura com dose de até 10 kg ha<sup>-1</sup> de Zn.

PEC					
Adubação	Variedades				
	RB92579	RB855536	IACSP955000	SP803280	SP813250
Testemunha	1,9 aA	1,7 aBC	1,5 aCD	1,8 aAB	1,3 bD
Adubação foliar	1,9 aA	1,7 aA	1,5 aB	1,8 aA	1,5 aB
TCH					
Testemunha	124,2 aA	99,0 bB	91,1 bC	100,0 bB	80,2 bD
Adubação foliar	123,1 aA	119,9 aA	98,5 aC	106,1 aB	92,4 aC

Tabela 4. Médias do peso de cana (PEC) e de toneladas de colmos por hectare (TCH) em função da aplicação de adubo foliar e o uso de diferentes variedades, Chapadão do Céu, 2014

Letras iguais na mesma coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Das características tecnológicas, o Brix foi o único que apresentou resposta significativa ao uso do adubo foliar. Com o uso da adubação foliar a variedade de cana-de-açúcar RB92579 apresentou um valor de Brix 5,5% superior a testemunha. Para as demais variedades não houve resposta ao uso do adubo foliar (Tabela 5).

Em relação as variedades, sem o uso de adubo foliar, não houve diferença entre os materiais utilizados. Com a aplicação do adubo foliar, as variedades RB92579 e SP813250 apresentaram maior valor para Brix, ficando em média 4% superior as demais variedades.

Franco et al. (2009) encontraram aumento significativo para Brix e Pol da cana quando utilizaram doses de zinco aplicadas no solo para a variedade SP813250.

Adubação	Variedades				
	RB92579	RB855536	IACSP955000	SP803280	SP813250
Testemunha	20,0 bAB	19,4 Ab	20,4 aA	20,1 aAB	20,5 aA
Adubação Foliar	21,1 aA	19,3 aC	20,3 aB	20,1 aB	20,3 aAB

Tabela 5. Médias de Brix em função da aplicação de adubo foliar e o uso de diferentes variedades, Chapadão do Céu, 2014

Letras iguais na mesma coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Observa-se que para as características tecnológicas PCC, ATR e POL os menores valores foram obtidos com a variedade RB855536, resultando em perdas de 6,4; 6,3 e 7,7%, respectivamente. Os valores encontrados para o POL do caldo da cana foram todos satisfatórios porque, segundo Ripole e Ripoli (2004) ficaram acima de 14%. Para Fibras, os menores valores foram observados para as variedades RB855536 e RB92579. A variedade SP803280 apresentou maior valor de fibra, ficando 6,6% acima da média das variedades com menor teor de fibras. Segundo Delgado et al. (1994), a importância da fibra é avaliada do ponto de vista energético do bagaço, uma vez que manuseado e armazenado corretamente contribuem para maior estabilidade térmica em uma usina de açúcar. Considerando Ripoli e Ripoli (2004), apenas as variedades SP803280 e SP813250 apresentaram valores de fibra considerados adequados para cana-de-açúcar (de 11 a 13%). De acordo com Segato et al. (2006), quanto maior a percentagem de fibra na cana-de-açúcar, menor será a eficiência de extração do caldo na moenda. Baixa porcentagem de fibra da cana-de-açúcar pode levar ao acamamento da planta ou queda de ponteiros pela ação do vento.

Variedades	Características Tecnológicas				
	CM	PCC	FIB	ATR	POL
	(%)				
RB92579	10,5 ab	15,5 a	10,7 bc	149,2 a	18,8 a
RB855536	11,1 a	14,5 b	10,5 c	139,7 b	17,5 b
IACSP955000	10,2 b	15,4 a	10,9 abc	148,2 a	18,8 a
SP803280	9,1 c	15,3 a	11,3 a	147,2 a	18,8 a
SP813250	9,9 bc	15,5 a	11,1 ab	149,5 a	19,0 a

Tabela 6. Médias para o número de colmos por metro (CM) e das características tecnológicas (PCC, FIB, ATR e POL) em função da aplicação de adubo foliar e o uso de diferentes variedades, Chapadão do Céu, 2014

Letras iguais na mesma coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

## 4 | CONCLUSÃO

A adubação foliar promoveu aumento da produtividade de colmos de cana-de-açúcar, em função da variedade utilizada;

A adubação foliar não influenciou as características tecnológicas da cana-de-açúcar, mas responderam diferenciadamente as variedades utilizadas.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. A. B.; CASAGRANDE, A. A.; VITTI, G. C.; PERECIN, D. Efeitos das aplicações de fritas e de fontes solúveis de boro, cobre e zinco, via solo, na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), variedade SP70-1143. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 13, n. 5, p. 21-27, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de informação**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>. Acesso em: 22 de outubro de 2014.

CAMBRIA, S.; BONI, P. S.; STRABELLI, J. Estudos preliminares com micronutrientes - zinco. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, n. 46, p. 12-17, 1989.

CAPONE, A; LUIZ, J. J.; SILVA, T. R.; DIAS, M. A. R.; MELO, A. V. J. **Biotec**. Biodiversidade. v. 2, N.3: p. 72-80, Aug. 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira – grãos – safra 2014/2015 – segundo levantamento – Agosto/2014** Brasília: MAPA, 2014. 20p. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> > Acesso em: 25 setembro 2014.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de Instruções**. 5ª Edição, Piracicaba, São Paulo, 2006. Disponível em: < [http://www.orplana.com.br/manual\\_2006.pdf](http://www.orplana.com.br/manual_2006.pdf)> Acesso em: 25 setembro 2014.

COSTA FILHO, R. T.; PRADO, R. de M. Zinco na nutrição e na produção de colmos da terceira soqueira de cana-de-açúcar cultivada em um Latossolo Vermelho Amarelo. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 26, n. 3, p. 6-9, 2008.

DELGADO, A.A.; MARQUES, T.; BARRICHELO, L.E.G.; MENCK, P.C.M.; PAIVA, L.A.A. Composição da variedade de cana IAC64-257. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 13, n. 2., p. 23-27, 1994.

FRANCO, H. C. J.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; FARONI, C. E.; SARTORI, R. H. Produtividade e atributos tecnológicos da cana-planta relacionados à aplicação de zinco. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 27, n. 5, p. 30-34, 2009.

KANG, M. S.; MILLER, J. D. Genotype-environment interactions for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. **Crop Science**, 24, p. 435-440, 1984.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 21, n. 2, p. 6-9, 2002.

KORNDÖRFER, G. H.; RIBEIRO, A. C.; ANDRADE, L. A. B. Cana-de-açúcar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 285-288, 1999.

KORNDÖRFER, G.H E DATNOFF, L.E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, v. 70, n. 70, p. 1-5, 1995.

LANDELL, M. G. A. E SILVA, M. A. As estratégias de seleção da cana em desenvolvimento no Brasil.

**Visão Agrícola**, v. 1, p. 18-23, 2004.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JR, G. B. Produtividade Agrícola de Cultivares de Cana-de-Açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 2, p. 295-301, 2001.

MENDES, Lester Carvalho - **Eficiência Nutricional de Cultivares de Cana-de-açúcar**- Universidade Federal de Viçosa (UFV)- Minas Gerais – Brasil-*fol*, 46- 2006.

MOCELLIN, R. S. P. **Princípios da adubação foliar**. Coletânea de dados e revisão bibliográfica. Canoas, 2004. 83 p.

ORLANDO FILHO, J.; ROSSETO, R.; CASAGRANDE, A. A. Cana-de-açúcar. In: FERREIRA, M. E. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. v. 1, p. 355-373.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: T.C.C. Ripoli, 2004. 202 p.

SEGATO, S. V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. Terminologias no setor sucroalcooleiro. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p. 397-405.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. **Doses, sources and way of zinc application in the sugarcane crop**. 2011. 153 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia, Unesp – Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2011.

## EFICIÊNCIA E RESPOSTA AO USO DO NITROGÊNIO EM GENÓTIPOS DE MILHO PARA RENDIMENTO DE PROTEÍNA

### **Weder Ferreira dos Santos**

Universidade Federal do Tocantins, Engenharia  
de Bioprocessos e Biotecnologia  
Gurupi – TO

### **Rafael Marcelino da Silva**

Universidade Federal do Tocantins, Agronomia  
Gurupi – TO

### **Layanni Ferreira Sodré**

Universidade Federal do Tocantins, Licenciatura  
em Química  
Gurupi – TO

### **Deny Alves Macedo**

Centro Universitário Luterano de Palmas,  
Farmácia  
Palmas – TO

### **Talita Pereira de Souza Ferreira**

Universidade Federal do Tocantins, Engenharia  
de Bioprocessos e Biotecnologia  
Gurupi – TO

### **Thiago Pereira Dourado**

Universidade do Tocantins, Direito  
Palmas – TO

### **Luiz da Silveira Neto**

Universidade Federal do Tocantins, Engenharia  
de Bioprocessos e Biotecnologia  
Gurupi – TO

### **Lucas Alves de Faria**

Universidade Federal do Tocantins, Agronomia  
Gurupi – TO

a cultura do milho assume no âmbito regional e nacional, poucos são os estudos tem sido voltado para a cultura do milho em baixas latitudes, principalmente no tocante ao rendimento de proteína. O objetivo do presente trabalho foi selecionar genótipos de milho (*Zea mays* L.) mais eficientes na absorção e utilização de nitrogênio no Tocantins para rendimento de proteína. Neste sentido, foram realizados dois ensaios de competição de genótipos de milho em Palmas-TO, na safra 2014/2015, sendo um sob condições de alto N (150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e baixo N (0 kg ha<sup>-1</sup> de N) em cobertura. O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos ao acaso com três repetições e 18 tratamentos, sendo estes representados por 13 materiais de polinização aberta e cinco cultivares comerciais. A característica estudada foi o rendimento de proteína. Para identificar os genótipos eficientes aos ambientes, utilizou-se a metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski (1980). A metodologia mostrou-se eficaz em discriminar genótipos de milho quanto a eficiência e responsividade. Os genótipos P36-16, UFT 1 e P24-M1, todos classificados como variedades de polinização aberta, foram eficientes e responsivos quanto ao uso do N para rendimento de proteína.

**PALAVRAS-CHAVE:** adubação nitrogenada, proteína, *Zea mays*.

**RESUMO:** Diante da importância econômica que

**ABSTRACT:** In view of the economic importance of

maize cultivation at the regional and national levels, these studies are focused on protein yield. The objective of the present work was the search for corn genotypes (*Zea mays* L.) and the use of nitrogen in Tocantins to obtain protein. In this sense, two competition trials of corn genotypes were carried out in Palmas-To, in the 2014/2015 harvest, with a high N (150 kg ha<sup>-1</sup> N) and low N (0 kg ha<sup>-1</sup> N) in coverage. The experimental design used in each experiment was made with three replicates and 18 treatments, which were represented by 13 open pollinated materials and five commercial cultivars. One feature studied was protein yield. To identify the genotypes according to the environments, a methodology was proposed by Fageria & Kluthcouski (1980). The methodology proved to be effective in discriminating protein genotypes and efficiency. Genotypes P36-16, UFT 1 and P24-M1, all types of open pollination, were efficient and responsive to the use of N to produce protein.

**KEYWORDS:** nitrogen fertilization, protein, *Zea mays*.

## 1 | INTRODUÇÃO

O milho se destaca entre as culturas de interesse econômico para o Brasil e assume relevante papel socioeconômico por se constituir em matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Visando atender à crescente demanda mundial de alimentos e desenvolver soluções tecnológicas que levem a redução do risco associado à atividade agrícola tem-se buscado uma maior eficiência no uso do nitrogênio (EUN) em solos tropicais (CARVALHO et al., 2012), o N é aplicado em grandes quantidades no solo via formulações químicas, gerando prejuízos econômicos e ambientais (SANTOS et al., 2015).

A obtenção de maior EUN desse elemento tem sido um objetivo almejado tanto para a agricultura capitalizada, quanto para a de baixos insumos. A otimização da EUN, permite a redução de problemas ambientais e de custos de produção (FRITSCHÉ-NETO & BORÉM, 2011).

Os fertilizantes agrícolas representam grande parte do custo de produção da cultura do milho e o N é o principal responsável por maior parte deste custo, com isso sua utilização influencia diretamente na viabilidade do cultivo (LANG et al., 2011). A utilização correta do N além, de proporcionar bom desenvolvimento da cultura possibilita reduções do custo de produção (FAGERIA et al., 2007).

A seleção de cultivares para ambientes pobres em N tem sido buscada por diversos pesquisadores (CANCELLIER et al., 2011; SOARES et al., 2011; CARVALHO et al., 2012; HEINZ et al., 2012; SANTOS et al., 2014; SANTOS et al., 2015). Entretanto, nenhum estudo tem sido voltado para a cultura do milho em baixas latitudes, principalmente no tocante ao rendimento de proteína.

O objetivo do presente trabalho, foi realizado com o intuito de identificar genótipos de milho produtivos e eficientes na absorção e utilização de nitrogênio, para a característica rendimento de proteína, na cidade de Palmas -TO.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Em 10 de dezembro de 2014 foram realizados dois ensaios de competição de genótipos de milho foram realizados no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Palmas (220 m, 10°45' S, 47°14' O), em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, sendo um instalado sob condições de alto N (150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e um sob baixo N (0 kg ha<sup>-1</sup> de N).

O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos ao acaso com 18 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos de 18 genótipos, sendo 13 de polinização aberta (P40-8, P36-19, P29-M12, P32-11, P36-16, P28-2B, P37-3, P24-M1, P29-M5 UFT 1, UFT 5, UFT 7, UFT 4), oriundos de programas de melhoramento genético da Universidade Federal do Tocantins – UFT e cinco comerciais, sendo quatro híbrido duplos (AG 1051, BR 205, BRAS 3010 e ORION) e um variedade (AL BANDEIRANTE).

A adubação de pré-plantio foi realizada utilizando 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 5-25-15+0,5% Zn, para todos os ensaios, sendo os demais tratamentos culturais efetuados assim que se fizeram necessários conforme exigência da cultura.

As adubações nitrogenadas (N) utilizadas, em cobertura, foram de 0 e 150 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, proporcionando totais de 15 e 165 kg ha<sup>-1</sup> de N, para os ambientes de baixo e alto N. A adubação em cobertura utilizando 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, tendo como fonte de N a ureia, foi parcelada em duas vezes, sendo a primeira no estágio fenológico de quatro (V4) e a segunda no de oito folhas (V8) completamente expandidas. As doses utilizadas para os ambientes de baixo e alto N correspondem à menor e maior produtividade de grãos esperadas para a cultura do milho.

Nas duas fileiras centrais, de cada parcela experimental, foram colhidas todas as espigas, quando as plantas atingiram o estágio R6 (maturidade fisiológica). Em seguida, as espigas foram trilhadas e os grãos acondicionados em um único saco de papel, o qual foi identificado por genótipo, e transportado para o Laboratório de Pesquisa Agropecuárias-LPA da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Palmas, onde foi realizada a moagem. Após a moagem dos grãos, foi determinado o teor de proteína dos grãos (%).

Em seguida, foi obtido o rendimento de proteína (kg ha<sup>-1</sup>), oriundo do produto do rendimento de grãos (massa de grãos de cada parcela corrigida para 13% de umidade e transformada em kg ha<sup>-1</sup>) pelo teor de proteína (%), obtido pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995), para determinação do nitrogênio total com conversão para proteína bruta por meio do fator 6,25 (VILLEGAS et al., 1985).

Para identificar genótipos eficientes quanto ao uso do nitrogênio (N) e responsivos à sua aplicação, foi utilizada a metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski (1980) e Fageria & Baligar (1993), adaptada para rendimento de proteína. Por esta metodologia, a eficiência correspondeu à média de rendimento de proteína de cada genótipo em baixo N. A resposta a aplicação do nutriente, para cada genótipo, foi oriunda da diferença de rendimento nos dois níveis de nitrogênio (alto e baixo N) dividido pelo diferença entre os

níveis de N utilizados em cobertura.

Utilizou-se a representação gráfica no plano cartesiano para classificar os genótipos. No eixo das abscissas, encontra-se a eficiência na utilização do N e no eixo das ordenadas, encontra-se a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a resposta média dos genótipos. No primeiro quadrante são representados os genótipos eficientes e responsivos; no segundo, não eficientes e responsivos; no terceiro, os não eficientes e não responsivos e no quarto, os eficientes e não responsivos.

Após serem tabulados, os dados de rendimento de proteína foram submetidos ao teste de normalidade. Em seguida, foi realizada análise de variância para cada ensaio (nível de N) e, em seguida, análise conjunta seguindo o critério da homogeneidade dos quadrados médios residuais dos ensaios. Os índices de eficiências e respostas dos genótipos foram também submetidos à normalidade e, posteriormente, foi realizada análise de variância para cada um dos mesmos.

As médias dos genótipos, ambientes e dos índices de eficiência e resposta, foram comparadas pelo teste de grupos de Scott & Knott (1974), a 5% de significância.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Computacional Genes, versão 2007 (CRUZ, 2007).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 1) apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para ensaios, genótipos (índice de Resposta) e interação no rendimento de proteína. Esta última indica existência de comportamento diferencial dos genótipos nos diferentes ensaios. Neste sentido, foram realizados os desdobramentos, ou seja, o estudo de todos os genótipos dentro de cada ensaio e o comportamento de cada genótipo entre os ensaios.

FV	GL	QM	
		RP	Resposta <sup>1</sup>
Ensaio	1	863972,512*	
Genótipos	17	45986,637*	0,68789*
Interação	17	7740,713*	
Erro	68	928,694	0,00650
Média geral		467	1,19
CV (%)		6,53	6,75

Tabela 1. Resumo da análise de variância para rendimento de proteína (RP) e índice de Resposta, de 18 genótipos de milho, cultivadas em dois ensaios (diferentes níveis de nitrogênio), na safra 2014/2015, Palmas-TO.

\*.ns: significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste F a 5%. <sup>1</sup>Para segundo Resposta, análise de variância apenas para genótipos, GL de Bloco=2 e Erro=34.

A significância para os genótipos indicou a existência de variabilidade genética para rendimento de proteína. Santos et al. (2014), também, observou efeito significativo entre genótipos de milho e interação com ambiente quanto ao rendimento de proteína.

Os coeficientes de variação (CV) variaram de 6,53 a 6,75%, indicando precisão na condução dos experimentos. Segundo classificação proposta por Pimentel-Gomes (2009), o CV é classificado como baixo quando menor do que 10%.

A melhor média de rendimento de proteína foi para AN (556 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 2), e pior foi para BN (377 kg ha<sup>-1</sup>). As médias dos genótipos variaram de maior para P24-M1 (745 kg ha<sup>-1</sup>) no ensaio de AN e a menor média o genótipo BR 205 (260 kg ha<sup>-1</sup>) no ensaio de BN. SANTOS et al. (2014) apresenta variação entre 340 a 619 kg ha<sup>-1</sup>, semelhantes aos apresentados na Tabela 2. Apenas o genótipo P24-M1 está presente com a maior média nos dois ensaios. Os genótipos P36-19, BR 205 e AL BANDEIRANTE estão presente no grupo com menor média nos dois ensaios.

Genótipos	Rendimento de Proteína		Índice de Fageri & Kluthcouski (1980)	
	Alto N	Baixo N	Diferença	Resposta
P40-8	443 Ae	335 Bd	108	0,72 d
P36-19	431 Ae	262 Be	169	1,13 c
BR 205	432 Ae	260 Be	172	1,15 c
AL BANDEIRANTE	452 Ae	278 Be	174	1,16 c
ORION	611 Ac	439 Bc	172	1,15 c
P29-M12	504 Ad	378 Bd	127	0,84 d
AG 1051	687 Ab	340 Bd	347	2,31 a
BRAS 3010	490 Ad	375 Bd	115	0,77 d
P32-11	542 Ad	360 Bd	182	1,22 c
P36-16	657 Ab	475 Bb	182	1,21 c
P28-2B	674 Ab	331 Bd	343	2,29 a
P37-3	681 Ab	511 Ba	170	1,13 c
P24-M1	745 Aa	533 Ba	212	1,41 b
P29-M5	623 Ac	469 Bb	154	1,02 c
UFT 1	590 Ac	399 Bc	192	1,28 c
UFT 5	416 Ae	316 Bd	100	0,67 d
UFT 7	499 Ad	420 Bc	78	0,52 e
UFT 4	531 Ad	307 Be	224	1,49 b
MÉDIA	556 A	377 B	179	1,19

Tabela 2. Valores médios de rendimento de proteína (kg ha<sup>-1</sup>) em 18 genótipos de milho cultivados dois níveis de N na safra 2014/2015, Palmas-TO.

No ensaio de AN as médias dos genótipos variaram de 745 kg ha<sup>-1</sup> (P24-M1) a 416 kg ha<sup>-1</sup> (UFT 5). Santos et al. (2014) encontrou médias de rendimentos de proteína entre 340 a 619 kg ha<sup>-1</sup> no ensaios de AN para a época de plantio na entressafra no ano de 2010. Apresenta cinco grupos de médias, onde o grupo com a melhor média o genótipo P24-M1 (745 kg ha<sup>-1</sup>) e o grupo com a menor média os genótipos P40-8 (443 kg ha<sup>-1</sup>), P36-19 (431 kg ha<sup>-1</sup>), BR 205 (432 kg ha<sup>-1</sup>), AL BANDEIRANTE (452 kg ha<sup>-1</sup>) e UFT 5 (416

kg ha<sup>-1</sup>).

No ensaio de BN as médias dos genótipos variaram de 533 kg ha<sup>-1</sup> (P24-M1) a 260 kg ha<sup>-1</sup> (BR 205) (Tabela 2). Apresenta cinco grupos de médias, onde o grupo com as melhores médias estão os genótipos P24-M1 (533 kg ha<sup>-1</sup>) e P37-3 (511 kg ha<sup>-1</sup>), o grupo com as menores médias os genótipos P36-19 (262 kg ha<sup>-1</sup>), BR 205 (260 kg ha<sup>-1</sup>), AL BANDEIRANTE (278 kg ha<sup>-1</sup>) e UFT 4 (307 kg ha<sup>-1</sup>).

As médias do índice de resposta (Tabela 2), apresentam cinco grupos, onde variaram de 0,52 (UFT 7) a 2,31 (AG 1051). O grupo com as maiores médias encontra-se os genótipos AG 1051 e P28-2B, e no grupo com a pior média o genótipo UFT 7. Genótipos que apresentam alto índice de resposta, tornam-se interessantes, pois respondem ao incremento do N quando se promove a melhoria do ambiente (FIDELIS et al. 2012).

A metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski (1980) (Figura 1), específica para estresse mineral, identificou como eficientes no uso de N, os genótipos P24-M1, UFT 1, P36-16, ORION, P37-3, P29-M5 e P29-M12 e UFT-7, uma vez que apresentaram as maiores médias de rendimento de proteína em BN, sendo apresentados no primeiro e quarto quadrantes da Figura 1. Genótipos eficientes na absorção e utilização do N é uma importante estratégia para aumentar a eficiência do seu uso (FIDELIS et al., 2008).

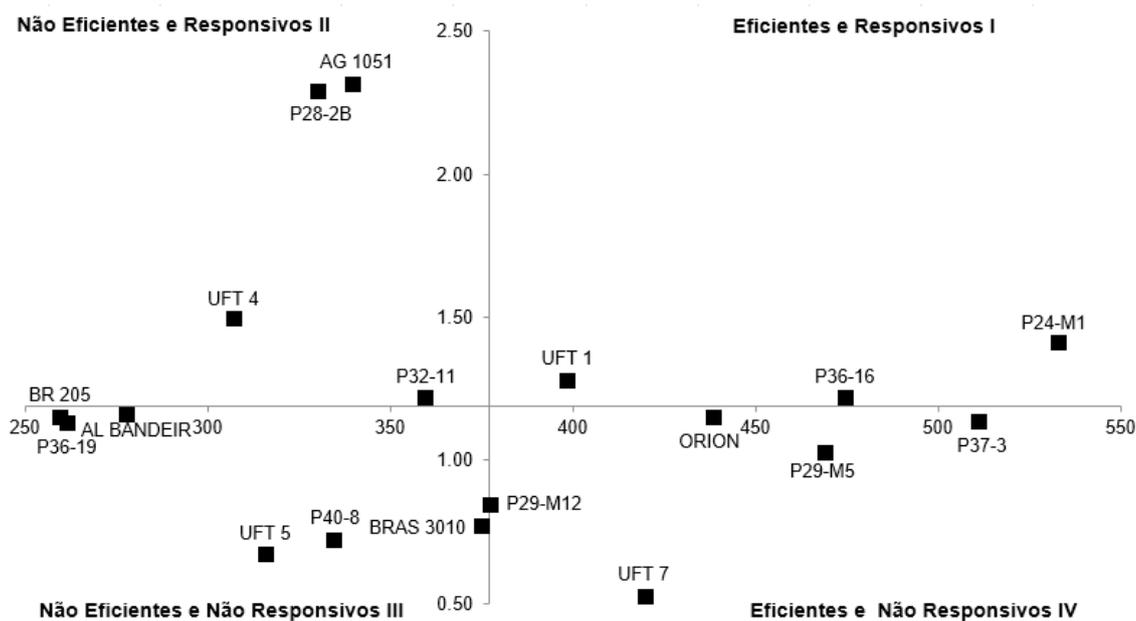


Figura 1. Eficiência no uso e resposta à aplicação de nitrogênio em genótipos de milho, pela metodologia de Fageria & Kluthcouski (1980).

Quanto a resposta à aplicação de N, sete genótipos AG 1051, P28-2B, UFT 4, P24-M1, UFT 1, P32-11 e P36-16, destacaram-se por apresentarem os maiores índices, estando portanto representados no primeiro e segundo quadrantes da Figura 1. Destes, merecerem destaque o híbrido duplo AG 1051 e a variedade de polinização aberta P28-2B que apresentaram, respectivamente, valores de índice de resposta de 2,31 e 2,29, ou seja, acresce dois quilogramas de rendimento de proteína para cada quilograma de N aplicado (Tabela 2). Genótipos que apresentam alto índice de resposta, tornam-se interessantes, pois respondem ao incremento do N quando se promove a melhoria do ambiente (FIDELIS

et al., 2012).

Com base na metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski (1980), foi possível classificar genótipos avaliados como: eficientes quanto ao uso e responsivo a aplicação de N; não eficientes quanto ao uso e responsivo a aplicação de N; não eficientes quanto ao uso e não responsivo a aplicação de N; e eficientes quanto ao uso e não responsivo a aplicação de N. Atualmente não existe trabalhos na literatura com a mesma metodologia envolvendo genótipos de milho para rendimento de proteína, cultivados no Tocantins considerados eficientes e responsivos quanto ao uso de N.

Ressalta-se que UFT 1, P36-16 e P24-M1 além de responsivos, são eficientes quanto ao uso do N em ambientes com baixo nível do mesmo (BN), o que demonstra adaptação deste materiais em ambientes de baixa (BN) e alta disponibilidade de N (AN) (primeiro quadrante da Figura 1).

Por outro lado, os genótipos AG 1051, P28-2B, UFT 4 e P32-11 por terem apresentado baixo rendimento de proteína em BN foram considerados como não eficientes, porém tiveram caracterizado suas condições de materiais responsivos (segundo quadrante da Figura 1). Genótipos do grupo não eficientes e responsivos são indicados para serem utilizados pelos produtores que dispõem de um nível tecnológico elevado (FIDELIS et al., 2012).

Os genótipos BR 205, P36-19, AL BANDEIRANTE, UFT 5, P40-8 e BRAS 3010, e por terem apresentado baixo rendimento de proteína no ambiente BN (inferior à média dos genótipos, ou seja, 377 kg ha<sup>-1</sup>) e também por terem apresentado baixos índices de resposta a aplicação de N (inferior a 1,19) foram considerado como não eficientes e não responsivos (terceiro quadrante da Figura 1). De acordo com a metodologia proposta nesse trabalho, genótipos classificados como não eficientes e não responsivos não são recomendadas para serem semeadas em propriedades agrícolas, nem mesmo para aquelas que utilizam baixo nível tecnológico (FIDELIS et al., 2011).

Os genótipos P29-M12, UFT 7, ORION, P29-M5 e P37-3 por terem apresentado alto rendimento de proteína no ambiente BN (acima da média geral, ou seja, 377 kg ha<sup>-1</sup>) e também por terem apresentado baixos índices de resposta a aplicação de N (inferior à média geral 1,19) foram considerado como eficientes e não responsivos (quarto quadrante da Figura 1). Isto evidencia a falta de resposta à melhoria do ambiente com o incremento do N, genótipos deste grupo são recomendados para o cultivo em propriedades que adotam baixo nível tecnológico (FIDELIS et al., 2011).

## 4 | CONCLUSÕES

Para a característica rendimento de proteína, a metodologia de Fageria & Kluthcouski (1980), mostrou-se eficaz em discriminar genótipos de milho quanto a eficiência e responsividade.

Os genótipos P36-16, UFT 1 e P24-M1, todos classificados como variedades de

polinização aberta, foram eficientes e responsivos quanto ao uso do N para rendimento de proteína.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A.W.; SANTOS, JOSÉ R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L.S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p.721-726, 2013.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Vitamins and other nutrients. Cap. 45, p. 58-61. In AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995.
- CANCELLIER, L.L.; AFFÉRI, F.S.; CARVALHO, E.V.; DOTTO, M.A.; LEÃO, F.F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, p.139-148, 2011.
- CARVALHO, R.P.; PINHO, R.G.V.; DAVIDE, L.M.C. Eficiência de cultivares de milho na absorção e uso de nitrogênio em ambiente de casa de vegetação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.6, p.2125-2136, 2012.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2007. 442p.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; CUTRIM, V. A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 07, p. 1029-1034, 2007.
- FAGERIA, N.D; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1980. 22p.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In: **Proceeding softhe workshop on adaptation of plants to soil stresses**. 1993. INTSORMIL. Publication n.94-2. University of Nebraska, Lincoln, NE.
- FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B.; CUTRIM, V.A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.1029-1034, 2007.
- FIDELIS, R.R.; AFFERRI, F.S.; PELUZIO, J.M.; SANTOS, G.R.; LEMUS, E.A.E. Classificação de populações de milho quanto a eficiência e resposta ao uso de fósforo em solos naturais de cerrado. **Bioscience Journal**, v.24, n.3, p.39-45, 2008.
- FIDELIS, R.R.; ROTILI, E.A.; SANTOS, M.M.; BARROS, H.B.; MELO, A.V.; DOTTO, M. Eficiência no uso de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n. 4, p.622-626, 2011.
- FIDELIS, R.R.; ROTILI, E.A.; SANTOS, M.M.; BARROS, H.B.; RODRIGUES, A.M. Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de nitrogênio de cultivares de arroz em solos de terras altas no Sul do Estado de Tocantins, safra 2007/2008. **Bioscience Journal**, v.28, n.3, p.432-438, 2012.
- FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos.

Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 250p.

HEINZ, R.; MOTA, L.H S.; GONÇALVES, M.C.; NETO, A.L.V.; CARLESSO, A. Seleção de progênies de meio-irmãos de milho para eficiência no uso de nitrogênio. **Revista Ciência Agrônômica**, v.43, n. 4, p.731-739, 2012.

LANG, C. R.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; SULC, R. M.; CARVALHO, P. C. F.; LOPES, É. C. P. Integração lavoura-pecuária: Eficiência de uso do nitrogênio na cultura do milho. **Scientia agraria**, v.12, n.1, p.053-060, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p

SANTOS, W.F.; PELÚZIO, J.M.; SODRÉ, L.F.; AFFÉRRI, F.S. SANTANA, W.R. Épocas de semeadura, doses de nitrogênio e rendimento de proteína em populações de milho. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.8, n.4, p.13-16, 2014.

SANTOS, W.F.; PELUZIO, J.M.; SODRÉ, L.F.; AFFÉRRI, F.S.; OLIVEIRA, K.J.C.; ARAUJO, L.L. Épocas de semeadura, doses de nitrogênio e rendimentos de óleo em populações de milho. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.9, n.1, p.29-32, 2015.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.

SOARES, M.O.; MIRANDA, G.V.; GUIMARÃES, L.J.M.; MARRIEL, I.E.; GUIMARÃES, C.T. Parâmetros genéticos de uma população de milho em níveis contrastantes de nitrogênio. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, n.01, p.168- 174, 2011.

VILLEGAS, E.; ORTEGA, E.; BAUER, R. **Métodos químicos usados em El CIMMYT para determinar La calidad de proteína de lós cereales**. Centro Internacional de Mejoramiento de Mays y Trigo. México, D.F. 1985. 34p.

## FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO

### **Warlles Domingos Xavier**

Instituto Federal Goiano  
Rio verde – GO

### **Leandro Flávio Carneiro**

Universidade Federal de Goiás  
Jataí – GO

### **Claudinei Martins Guimarães**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa – MG

### **João Vitor de Souza Silva**

Ímpar Consultoria no Agronegócio  
Luís Eduardo Magalhães – BA

### **Diego Oliveira Ribeiro**

Centro Universitário de Mineiros  
Mineiros – GO

### **Lásara Isabella Oliveira Lima**

Centro Universitário de Mineiros  
Mineiros – GO

**RESUMO:** Os adubos orgânicos de origem animal promovem melhoria na fertilidade do solo e é fundamental para o desenvolvimento e crescimento de culturas de interesse agrícola, como o milho, principalmente quanto ao fornecimento de fósforo no solo. Objetivou-se com este experimento avaliar o efeito de diferentes doses e épocas de incubação de cama de peru no desenvolvimento inicial de plantas de milho. O experimento foi conduzido em condições de casa

de vegetação, na Universidade Federal de Goiás - UFG, de novembro/2013 a fevereiro/2014. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado e os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 5x4, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de doses de cama de peru (0; 13; 25; 38 e 51 g vaso<sup>-1</sup>) e épocas de incubação (30, 15, 7 e 0 dias antes do plantio). Antes e após 60 dias do plantio do milho retiraram-se amostras de solo para determinação dos teores de P disponíveis (Mehlich 1). Avaliaram-se as seguintes características: massa seca de parte aérea, massa seca de raiz e teor de P residual, 60 dias após o plantio do milho. A produção de massa seca da parte aérea e massa seca de raiz das plantas de milho aumentaram com o incremento das doses de cama de peru incubada a pelo menos 15 dias antes do plantio. A aplicação de 9,84 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de peru, incubada a 30 dias antes do plantio foi a fonte de fósforo de maior eficiência, garantindo melhor nutrição e crescimento inicial das plantas de milho.

**PALAVRAS-CHAVE:** adubação orgânica. fornecimento de fósforo. *zea mays*. crescimento de raiz.

**ABSTRACT:** Organic fertilizers of animal origin promote improvement in soil fertility and is fundamental for the development and growth of crops of agricultural interest, such as maize, mainly regarding the supply of phosphorus in the soil. The

objective of this experiment was to evaluate the effect of different rates and incubation times of turkey bed in the initial development of maize plants. The experiment was conducted under greenhouse conditions at the Federal University of Goiás – UFG, from November / 2013 to February / 2014. The design was completely randomized and the treatments were distributed in a 5x4 factorial scheme with four replications. The treatments consisted of turkey bed rates (0, 13, 25, 38 and 51 g pot<sup>-1</sup>) and incubation times (30, 15, 7 and 0 days before planting). Before and after 60 days of maize planting, soil samples were taken to determine the available P levels (Mehlich 1). The following characteristics were evaluated: dry mass of the aerial part, root dry mass and residual P content, 60 days after maize planting. Dry mass of the aerial part yield and root dry mass of maize plants increased with increasing rates of turkey bed incubated at least 15 days before planting. The application of 9.84 Mg ha<sup>-1</sup> turkey bed, incubated 30 days before planting, was the most efficient source of phosphorus, ensuring better nutrition and initial growth of maize plants.

**KEYWORDS:** organic fertilization. phosphorus supply. *zea mays*. root growth.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a avicultura brasileira tem apresentado um grande crescimento, evidenciando uma importante representação na produção mundial de proteína animal (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2008).

A região do Sudoeste Goiano contribui neste cenário agropecuário nacional como o principal setor produtivo de carnes, em especial de aves. No entanto, estes sistemas de produção agropecuários produzem vários tipos de resíduos orgânicos, os quais, se corretamente manejados e utilizados, apresentam uma alternativa interessante para fornecimento de nutrientes, para a produção de alimentos e melhorias das condições físicas, químicas e biológicas do solo (KONZEN & ALVARENGA, 2006).

Em meio aos diversos tipos de adubos orgânicos existentes, especial destaque vem sendo dado a cama de peru, por apresentar elevados teores de nutrientes essenciais, principalmente o fósforo (P). Ademais, o seu uso adiciona matéria orgânica que melhora os atributos físicos do solo, aumenta a capacidade de retenção de água, reduz a erosão e melhora a aeração do solo. Porém, devem ser utilizados com critérios para evitar desequilíbrios e contaminação do ambiente (MENEZES et al. 2004).

Com relação às propriedades químicas, destaca-se o aumento da disponibilidade de nutrientes para as culturas e da capacidade de troca de cátions (CTC), associados à complexação de elementos tóxicos (BAYER & MIELNICZUK, 1999).

A matéria orgânica também auxilia a atividade dos microrganismos do solo, o que por sua vez resulta em impactos positivos sobre a ciclagem de nutrientes (FILSER, 1995). Segundo Costa et al. (2009), a utilização de doses crescentes de dejetos de aviário, proporcionaram aumentos de agregados maiores que 2,0 mm e redução de agregados menores que 0,25 mm, contribuindo para a melhoria da qualidade física do solo. A análise química da cama de aviário realizada por Feltran et al. (2014) revelou: N, P, K, Ca, Mg e S

(g kg<sup>-1</sup>) = 22,7; 21,9; 28,6; 91; 6,2 e 4,2, respectivamente.

Entretanto, para que o material orgânico adicionado ao solo possa fornecer nutrientes às plantas, é preciso que ele seja decomposto pelos microrganismos do solo, e que os nutrientes retidos em suas estruturas orgânicas sejam liberados (mineralizados). Isso evidencia que a cama de peru, tem expressivo potencial fertilizante em função de suas características químicas, e pode portanto substituir total ou parcialmente a adubação mineral e contribuir para o aumento do rendimento de fitomassa no desenvolvimento do milho.

Por outro lado, a elevação do custo de importação dos fertilizantes fosfatados, e alta demanda pela cultura do milho, gerou um aumento na demanda por pesquisas com intuito de avaliar a viabilidade técnica e econômica para a utilização desses resíduos em solos agrícolas (SANTOS et al., 2011).

Os solos tropicais úmidos se caracterizam pelo elevado grau de intemperismo e pelos baixos teores de P na forma disponível às plantas e o elemento está localizado, preferencialmente, nos horizontes superficiais, decrescendo conforme aumenta a profundidade do solo (ROCHA et al., 2005). Nesses solos o P é o nutriente mais limitante para a produção agrícola (LÓPEZ-BÚCIO et al., 2000). Por apresentar baixa mobilidade no solo (COSTA et al., 2009), é frequentemente, o fator que restringe o crescimento de raízes (HINSINGER, 2001).

Neste contexto, pouco se sabe sobre o tempo de decomposição e liberação de nutrientes da cama de peru ao solo o que dificulta a comparação de resultados uma vez que estes parâmetros são fortemente influenciados pelas condições edafoclimáticas, pela qualidade do substrato e por processos biológicos do solo (PAUL & CLARK, 1996).

O efeito da cama de peru na disponibilidade de P constitui conhecimento básico e pode gerar informação útil para melhor manejo da adubação fosfatada nos solos do Cerrado. Portanto, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de doses e épocas de incubação de cama de peru no desenvolvimento inicial de plantas de milho cultivadas em ambiente protegido, no Sudoeste Goiano.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação, na Universidade Federal de Goiás – UFG/Jataí, GO, no período de novembro/2013 a fevereiro/2014. O solo foi peneirado para separação de torrões, raízes e palha. Posteriormente, extraiu-se uma amostra para análise química do solo.

Trata-se de um Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS et al., 2013), com: pH<sub>CaCl<sub>2</sub></sub> = 6,0; H+Al = 2,8 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al = 0,06 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca = 2,24 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 3,1 cmolc dm<sup>-3</sup>; K = 53 mg dm<sup>-3</sup>; P = 4,1 mg dm<sup>-3</sup>; CTC = 8,3 cmolc dm<sup>-3</sup>; V% = 65,90; MO = 14 g dm<sup>-3</sup>; Areia = 305 g kg<sup>-1</sup>; Silte = 125 g kg<sup>-1</sup>; Argila = 570 g kg<sup>-1</sup>, na profundidade de 0-20 cm. De acordo com os níveis de saturação de bases (Ca e Mg), pH e Al no solo foi dispensando a

prática da calagem.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x4, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de doses de cama de peru (0; 13; 25; 38 e 51 g vaso<sup>-1</sup>, correspondendo a 0; 4; 8; 12 e 16 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), e épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Determinaram-se as doses de cama de peru de acordo com a necessidade do solo para P, conforme as exigências nutricionais da cultura do milho, segundo recomendações de Sousa & Lobato (2002). A dose considerada adequada para as necessidades do solo e da planta de milho foi de 144 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, correspondente à dose de 8,0 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de peru.

Desta cama de peru retirou-se uma amostra para análise química, onde as características se apresentam na tabela 1.

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Umidade</b>
----- kg Mg <sup>-1</sup> -----						--%--
34,0	22,0	35,9	46,4	8,6	10,7	34,6

Tabela 1. Composição química da cama de peru utilizada no experimento.

No plantio do milho (híbrido P3646), foram semeadas 6 sementes e aos sete dias após a germinação realizou-se o raleio, deixando-se três plantas por vaso, utilizando vasos (sem drenos) com capacidade de 8 dm<sup>3</sup>, que continham 6,4 kg<sup>-1</sup> de solo seco.

As doses de cama de peru foram aplicadas no solo 30, 15, 7 e 0 dias antes do plantio, conforme as épocas de incubação do resíduo no solo. O solo foi misturado com as doses de cama de peru, em sacos plásticos, acondicionado em recipiente aberto, nas quatro épocas de incubação determinadas, em temperatura ambiente e o solo mantido na capacidade de campo durante o período de incubação. Precedendo o plantio do milho realizou-se adubação com 0,25 g vaso<sup>-1</sup> de uréia e 0,58 g vaso<sup>-1</sup> de cloreto de potássio em todos os tratamentos.

Realizou-se adubação de cobertura aos dez dias após a germinação (DAG), aplicando-se 0,62 g vaso<sup>-1</sup> de uréia e 0,25 g vaso<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, segundo recomendações de Sousa & Lobato (2002).

Coletaram-se amostras de solo das parcelas, antes do plantio do milho (após as épocas de incubação da cama de peru no solo) e aos 60 dias após a semeadura do milho. Das amostras de solo foi determinado o teor de P disponível (Mehlich 1) (EMBRAPA, 1997).

Aos 60 dias após o plantio foram avaliadas as seguintes características: massa seca de parte aérea e massa seca de raízes, avaliados após serem lavados, secados em estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 65 °C, até atingir massa constante, e pesados em balança de precisão.

As análises estatísticas para as características avaliadas foram realizadas com o software SISVAR (FERREIRA, 2000). Quando houve significância para os fatores avaliados, equações de regressão linear e quadrática foram ajustadas. E os gráficos gerados através

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) foram influenciadas significativamente pelos fatores épocas de incubação e doses de cama de peru (Apêndice A). As regressões para MSPA revelaram efeito positivo e linear de todas as doses de cama de peru nas diferentes épocas de incubação (Figura 1).

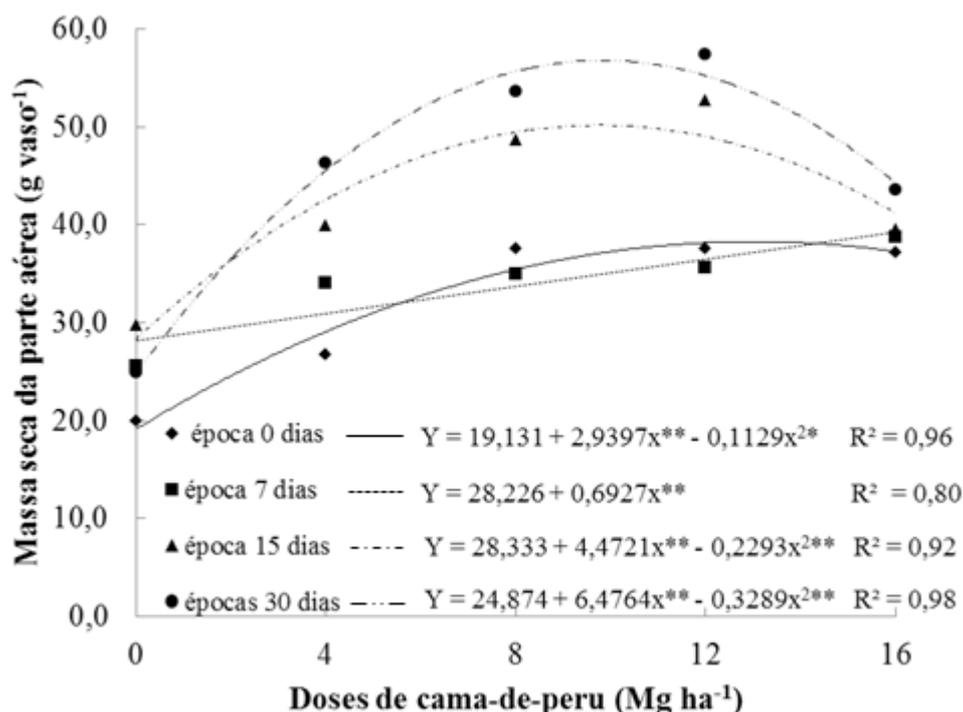


Figura 1. Massa seca da parte aérea em diferentes doses de cama de peru nas diferentes épocas de incubação.

Vários fatores bióticos e abióticos determinam a velocidade do processo de decomposição e definem a disponibilidade do P desses resíduos na superfície do solo e provavelmente, vários deles foram responsáveis pelas diferenças significativas entre os tratamentos utilizados neste trabalho. Os altos valores do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), comprovam que as equações quadráticas e lineares são adequadas para prever a resposta do crescimento do milho em relação aos tratamentos utilizados.

Observa-se que, o tratamento com intervalo de 30 dias entre a incubação e o plantio do milho apresentou produção máxima de MSPA na dose de 9,84 Mg ha<sup>-1</sup>, ou seja, 56,75 g que representa 34,59% a mais ao valor obtido para o tempo 0 de incubação na mesma dose e 11,65% a mais quando comparado ao segundo melhor resultado obtido com o tempo 15 dias de incubação (Figura 1). A resposta aos resultados encontrados pode estar relacionado à maior disponibilidade de P no solo, por consequência do maior tempo de mineralização do resíduo orgânico (DYNIA et al., 2006).

Rodrigues et al. (2009), avaliando doses de composto orgânico (0, 40 e 80 Mg ha<sup>-1</sup>) em diferentes solos observou com a dose de 40 Mg ha<sup>-1</sup> de composto orgânico acréscimo de

100% na biomassa seca da parte aérea do milho, quando comparado com as testemunhas (0 Mg ha<sup>-1</sup>). Amujoyegbe et al. (2007) verificaram que a cama de galinha influenciou sobre o maior peso da planta, área foliar, matéria seca e produtividade de grãos de milho.

De acordo com Branco et al. (2001), os ácidos orgânicos presentes na cama de peru aumentam a disponibilidade de fósforo no solo, principalmente através da redução da adsorção e aumento na solubilização dos compostos de fósforo, tornando-o mais acessível as plantas. Singh et al. (2009), descreve que a liberação de P no solo ocorre principalmente durante os intervalos de 20 a 30 dias de incubação do material orgânico, sendo responsável por 15-19% do total de P. De acordo com David et al. (2008), o aumento na produção de MSPA ocorre, possivelmente, em virtude do papel do fósforo na síntese de proteínas, que por sua vez, reflete no maior crescimento da planta.

Embora certa fração da matéria orgânica dos esterco seja decomposta e liberada em curto período após sua aplicação, outra fração é transformada em húmus, que é mais estável e sob esta forma, os elementos são liberados lentamente (ARAÚJO et al., 2008). Assim, os componentes do esterco, convertidos em húmus, exercerão influência nos solos, de maneira persistente e duradoura, fato que provavelmente contribuiu para melhores resultados em doses crescentes de cama de peru.

Considerando que o solo utilizado apresentava teor baixo de matéria orgânica de 14 g dm<sup>-1</sup>, os resultados positivos obtidos em função da aplicação da cama de peru devem-se, provavelmente, ao papel da matéria orgânica presente nesse material orgânico. Fica evidente que, as propriedades da M.O promoveram a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, e proporcionou melhor aproveitamento dos nutrientes, especialmente o P (MARCHESINI et al. 1988). Portanto, juntamente com os nutrientes inicialmente presentes no solo, as doses de cama de peru foram responsáveis pelas máximas produções suprindo, de forma equilibrada, as necessidades nutricionais do milho. Isso ocorreu, pois a aplicação adequada de matéria orgânica pode suprir as necessidades das plantas em alguns macronutrientes e de micronutrientes, devido à elevação de seus teores (RAIJ, 1991).

É importante ressaltar que, o suprimento de P na fase inicial de desenvolvimento do milho é fundamental para o ótimo rendimento da cultura, Segundo (KONZEN, 2003), a falta de P no início do desenvolvimento do milho restringe o crescimento, condição da qual a planta não mais se recupera, limitando seriamente a produção.

Por outro lado, os tratamentos com doses mais elevadas de cama de peru, 16 Mg ha<sup>-1</sup>, foram afetados, sendo os efeitos representados por modelos quadráticos negativos, com exceção da época 7 dias de incubação de cama de peru para a variável MSPA. Estes comportamentos indicam que outros fatores interferiram na resposta do milho à adubação com cama de peru, como a interação com outros nutrientes, pois se sabe que doses muito altas de adubos orgânicos desbalanceiam as relações entre nutrientes e salinizam o solo (OLIVEIRA et al., 2009), deixando o P indisponível para as plantas.

Os dados obtidos com a aplicação com tempo 7 dias de incubação ajustaram-se linearmente indicando que as doses testadas não foram suficientes para atender a demanda

no crescimento inicial do milho (Figura 1). Provavelmente, o período de incubação tenha sido insuficiente para permitir uma detecção de efeitos mais pronunciados, sugerindo a necessidade de estudos mais aprofundados e com um período maior de utilização dos diferentes tratamentos.

Neste contexto, é importante ressaltar que um rápido desenvolvimento do sistema radicular da cultura proporciona vantagens competitivas com plantas daninhas, reduzindo perdas por competição, resultando em plantas mais bem nutridas e vigorosas, com maior potencial produtivo.

Pela análise de variância a MSR foi influenciada significativamente pela interação entre os fatores épocas de incubação e doses de cama de peru (Apêndice A). Corroborando com os resultados obtidos para MSPA observa-se que, aos 60 dias após a aplicação dos diferentes tratamentos, as épocas 15 e 30 dias de incubação apresentaram melhores resultados com função quadrática ajustada para MSR nas doses de 9,58 e 9,43 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de peru, respectivamente (Figura 2).

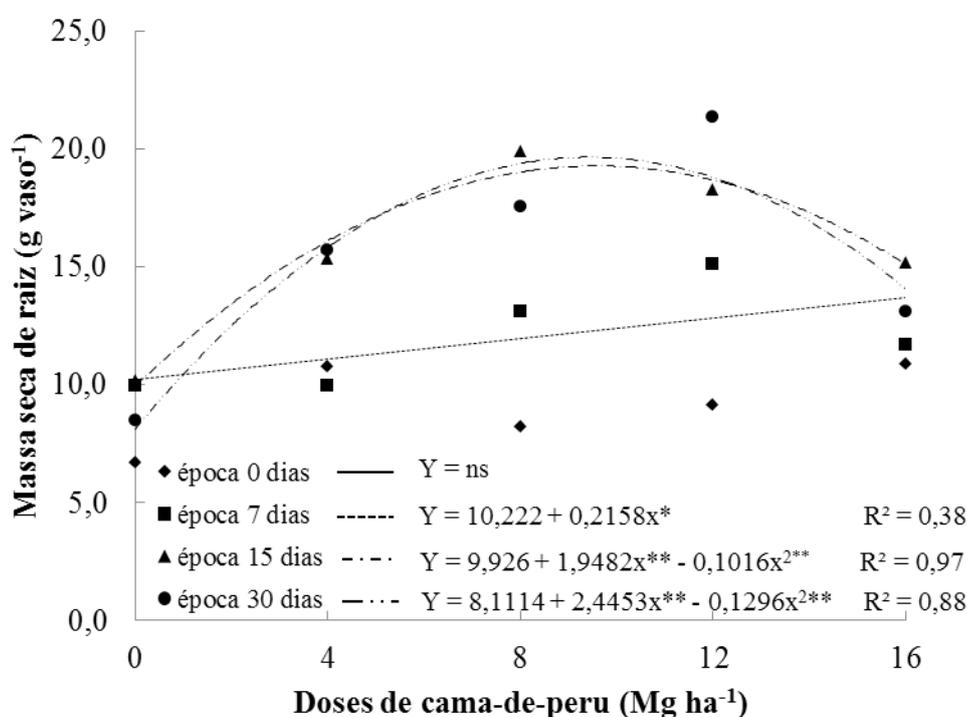


Figura 2. Massa seca de raiz em diferentes doses de cama de peru nas diferentes épocas de incubação.

A maior extensão do sistema radicular e o maior volume de solo explorado trazem como consequência o melhor aproveitamento de água e de todos os nutrientes, mas especialmente daqueles mais imóveis como o P (CANTARELLA, 1993).

Observa-se que, quando não se adicionou P (testemunha) durante as quatro semanas iniciais, a produção de perfilhos foi inferior à obtida nas plantas sem restrição de P, independentemente do tempo de incubação. Provavelmente, o desenvolvimento das raízes secundárias seguiu o mesmo comportamento, demonstrando a necessidade da planta em ter o P disponível no início do crescimento para permitir desenvolvimento máximo das raízes.

As regressões tanto com incubação realizada aos 15 e 30 dias antes do plantio do milho apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F e também apresentam um coeficiente de determinação alto, 0,97 e 0,88 respectivamente, indicando pelos ajustes quadráticos produção máxima de 19,26 e 19,64 g respectivamente, para MSR (Figura 2).

Klepker & Anghinoni (1995) conduziram um experimento em um Podzólico Vermelho-Escuro, com baixo teor original de P no solo, com o objetivo de relacionar a distribuição de raízes, nas frações de solo fertilizadas e não fertilizadas, com o estado nutricional do milho. Na fração do solo com maior disponibilidade de P houve maior crescimento radicular.

Os efeitos positivos da adição de matéria orgânica sobre a MSPA e MSR se devem, além do fornecimento de P, à sua ação na melhoria da capacidade de troca de bases, promovendo maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, durante a fase inicial de desenvolvimento. Esses efeitos são mais acentuados em solos de baixo teor de matéria orgânica, como ocorre no presente trabalho (14 g dm<sup>-3</sup>), além de melhorar as características físicas do solo proporcionando um ambiente mais propício ao desenvolvimento das raízes.

Pode-se constatar com o presente estudo que, a absorção de P pelas plantas foram mais intensas e promoveram melhores resultados quando se aplicou aproximadamente 9,5 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de peru, com incorporação realizada a pelo menos 15 dias antes do plantio do milho.

Assim como na MSPA, a MSR obteve produção negativa quando se aplicou 16 Mg ha<sup>-1</sup> incubada aos 15 e 30 dias antes do plantio. Provavelmente, essa tendência verificada estar atrelada a um possível efeito fitotóxico causado na cultura pelo maior salinização da rizosfera (Figura 1,2). Uma vez que, os dois elementos mais relacionados com efeitos fitotóxicos presentes em altas concentrações nos tecidos vegetais oriundos da cama de aviário são o nitrogênio e o fósforo (KELLEHER et al., 2002).

Resultados semelhantes foram obtidos por Asmus et al. (2002) ao adicionar as quantidades de 0, 15 e 30% (v/v) de cama de frango curtida a uma mistura solo + areia (1:1), sendo verificado que aos 60 dias após o plantio nos tratamentos contendo 30% deste material, o crescimento das plantas de milho foi menor do que quando se utilizou a proporção de 15%, sugerindo um efeito fitotóxico causado pela dose adicionada em altas concentrações.

Corroborando com os resultados do presente estudo, Rodrigues & Casali (1999), indicam que outros fatores interferiram na resposta da planta à adubação com cama de peru, como a interação com outros nutrientes, pois se sabe que doses muito altas de compostos orgânicos desbalanceiam as relações entre nutrientes e salinizam o solo.

Em virtude das fontes de P possuírem baixa eficiência em solos tropicais (SANTOS et al., 2011), a adubação com cama de peru mostra-se viável, e supri adequadamente o desenvolvimento inicial do milho. Comparativamente, analisando-se os teores de P no solo antes do plantio, é possível verificar uma relação direta com os resultados obtidos para MSPA e MSR incubada a 15 e 30 dias no solo. Os incrementos dos teores de P no solo foram disponibilizados às plantas em épocas maiores de incubação e doses superiores a 8 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de peru (Tabela 2).

Doses de cama de peru (Mg ha <sup>-1</sup> )	Épocas de incubação da cama de peru			
	0	7	15	30
	----- mg dm <sup>-3</sup> -----			
0	2,38	1,71	2,12	2,52
4	3,14	3,82	4,12	3,77
8	5,89	4,58	4,63	5,40
12	4,94	5,67	8,85	6,81
16	5,67	5,78	9,39	11,65

Tabela 2. Média dos teores de P no solo 60 dias após o plantio do milho em diferentes épocas de incubação nas diferentes doses de cama de peru.

Com base nesses resultados, a adubação orgânica com cama de peru mostrou-se, com a dose de 16 Mg ha<sup>-1</sup>, promissora para fornecimento de P ao solo, mas limitante para o desenvolvimento inicial do milho com tempos maiores de incubação, conforme observado neste estudo (Figura 1,2).

Vale ressaltar que, o fornecimento de 12 e 16 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de peru, incrementou teores de P no solo na ordem de 8,85; 9,39; 6,81 e 11,65 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente para 15 e 30 dias de incubação. Permanecendo acima do limite crítico para o desenvolvimento inicial das plantas de milho (6,56 mg dm<sup>-3</sup>), segundo a interpretação de análise de solo de Sousa & Lobato (2002).

#### 4 | CONCLUSÃO

A produção de massa seca da parte aérea e massa seca de raiz das plantas de milho aumentaram com o incremento das doses de cama de peru incubada a pelo menos 15 dias antes do plantio. A aplicação de 9,84 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de peru, incubada a 30 dias antes do plantio foi a fonte de fósforo de maior eficiência, garantindo melhor nutrição e crescimento inicial das plantas de milho. Os maiores teores de P no solo foram disponibilizados às plantas em doses mais elevadas e épocas maiores de incubação de cama de peru.

#### REFERÊNCIAS

AMUJOYEBEL, B. J.; OPABODE, J. T.; OLAYINKA, A. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of maize (*Zea mays* L.) and sorghum *Sorghum bicolor* (L.) Moench). **African Journal of Biotechnology**, v.6, n.16, p.1869-1873, 20 August 2007.

ASMUS, G.L.; INOWE, T.S.; ANDRADE, P.J.M.; Efeito da cama de frango de corte sobre a reprodução de *Meloidogyne jananica* e o crescimento de plantas de tomateiro. **Nematologia Brasileira**, v.26, 1, 21-25 p, 2002.

BAYER C; MIELNICZUK J. 1999. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos GA; Camargo FAO. (eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis. p. 9-26.

BRANCO, S. M.; MURGEL, P. H.; CAVINATTO, V. M. Compostagem: Solubilização biológica de rocha fosfática na produção de fertilizante organomineral. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.6, 115-122 p, 2001.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BUL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 147-198 p, 1993.

COSTA, J. P. V.; BASTOS, A. L.; REIS, L. S.; MARTINS, G. O.; SANTOS, A. F. Difusão de fósforo em solos de Alagoas influenciada por fontes do elemento e pela umidade. **Revista Caatinga**, v.22, p.229-235, 2009.

DYNIA, J. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C. Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, 855-862 p, 2006.

FELTRAN, J.C.; VALLE, T.L.; CARVALHO, C.R.L.; GALERA, J.M.S.V.; KANTHACK, R.A.D. **Adubação e densidade populacional em mandioca de indústria**: efeitos na produtividade e no teor de matéria seca de raízes. 2014. Disponível em: <energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/download/1296/545>. Acesso em: 12 nov. 2014.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: **Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, 45, 2000. São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 255-258 p, 2000.

FILSER J. 1995. The effect of green manure on the distribution of collembola in a permanent row crop. **Biology and Fertility of Soils** **19**: 303-308.

HINSINGER, P. Biology availability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: A review. **Plant an Soil**, v.237, p.173-195, 2001.

LÓPEZ-BUCIO, J.; VEGA, O. M. Ia; GUEVARA-GARCÍA, A.; HERRERAESTRELLA L. Enhanced phosphorus uptake in transgenic tobacco plants that overproduce citrate. **Nature Biotechnology**, v.18, p.450-453, 2000.

KLEPKER. D.; ANGHEMONI. I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 19, 395-401 p, 1995.

KELLEHER, B. P.; LEAHY, J. J.; HENIHAN, A. M.; O'DWYER, T. F.; SUTTON, D.; LEAHY, M. J. Advances in poultry disposal technology - a review. **Bioresource Technology**, v.83, 27-36 p, 2002.

KONZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 3 p, 2003. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular técnico, 31).

KONZEN, E.A. & ALVARENGA, R.C. **Adubação orgânica em: Cultivo do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 1 ISSN 1679-012 Versão Eletrônica – 2ª Edição. Dez/2006.

MARCHESINI, A.; ALLIEVI, L.; COMOTTI, E.; FERRARI, A. Long-term effects of quality compost treatment on soil. **Plant and Soil**, v.106, p.253-261, 1988.

MENEZES, J. F. S.; ALVARENGA, R. C.; SILVA, G. P.; KONZEN, E. A.; PIMENTA, F. F. Cama de frango na agricultura: perspectivas e viabilidade técnica e econômica. Boletim técnico, a1. n.3. 28 p, 2004.

OLIVEIRA, F. de A.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; MEDEIROS, J. F. de; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoeira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, v.22, 206-211 p, 2009.

PAUL, E. A. & CLARK, F. E. Soil microbiology and biochemistry. **Academic Press**, California, 340 p, 1996.

RAIJ B. V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba. **Ceres**, 343 p. 1991

ROCHA, A. T.; DUDA, G. P.; NASCIMENTO, C. W. A.; RIBEIRO, M. R. Fracionamento de fósforo e avaliação de extratores de P disponível em solos da ilha de Fernando de Noronha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.178- 184, 2005.

RODRIGUES, E. T.; CASALI, V. W. D. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.17, 125-128 p, 1999.

RODRIGUES, P. N. F.; ROLIM, M. M.; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E. M. R.; OLIVEIRA, V. S. Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, 94-99 p, 2006.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.443-449, 2011.

SANTOS, H.G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 353 p, 2013.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: **Correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 416 p, 2002.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, UBA – **Relatório anual 2007/2008**. Atalaia Gráfica e Editora – Brasília. Disponível em: <<http://www.aveworld.com.br/index.php/documento/3495>> Acesso em 20 de fevereiro. 2014.

## APÊNDICE

**Apêndice A.** Resumo da análise de variância dos parâmetros da cultura do milho em função das épocas de incubação (Ei) e doses de cama de peru (Dc) em Jataí-GO.

Características avaliadas	CV (%)	Quadrado Médio		
		Ei	Dc	Ei x Dc
Massa seca da parte aérea	16,15	822,52**	1060,38**	83,03*
Massa seca de raiz	11,21	191,18**	117,07**	21,16**

\*, \*\* P significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

## INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PARTIÇÃO DE FOTOASSIMILADOS DA CULTURA DO MILHO

**Gentil Cavalheiro Adorian**

Faculdade Católica do Tocantins, Palmas-TO

**Débora Neres Cavalcante**

Faculdade Católica do Tocantins, Palmas-TO

**Kerolayne Cirqueira Pinto**

Faculdade Católica do Tocantins, Palmas-TO

**Rogério Cavalcante Gonçalves**

Faculdade Católica do Tocantins, Palmas-TO

**César Augusto Costa Nascimento**

Faculdade Católica do Tocantins, Palmas-TO

**Evelynne Urzêdo Leão**

Faculdade Guaraí- IESC, Guaraí-TO

**RESUMO:** O fósforo (P) é um nutriente essencial para a produção da cultura do milho e o manejo da adubação fosfatada pode influenciar na distribuição dos produtos da fotossíntese (fotoassimilados). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adubação fosfatada na partição de fotoassimilados da cultura do milho. O experimento foi realizado em vasos, na casa de vegetação, com delineamento experimental inteiramente casualizado, com três doses de  $P_2O_5$  (100, 250 e 350  $kg\cdot ha^{-1}$ ) e quatro repetições. Para a avaliação da partição de fotoassimilados, foi realizada a coleta das plantas na fase vegetativa de desenvolvimento inicial do milho (V3) e obtidas a massa seca das partes folha, colmo e raiz, separadas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste

de Tukey a 5% de probabilidade. Na dose 100  $kg\cdot ha^{-1}$ , a porcentagem de fotoassimilados foi maior nas raízes que nas folhas e no colmo. Nas doses de 250 e 350  $kg\cdot ha^{-1}$ , a porcentagem de fotoassimilados nas folhas foi maior que nas raízes e colmos. Entre as doses de  $P_2O_5$ , a dose 100  $kg\cdot ha^{-1}$  apresentou maior porcentagem de fotoassimilados nas raízes e menor porcentagem de fotoassimilados nas folhas comparada às demais. Conclui-se que a maior disponibilidade de fósforo no solo favorece a translocação de fotoassimilados para a parte aérea da planta, enquanto, a menor disponibilidade proporciona a translocação para o sistema radicular.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays*, fósforo, nutrição.

**ABSTRACT:** Phosphorus (P) is an essential nutrient for maize crop production and the management of phosphate fertilization may influence the distribution of photosynthesis products (photoassimilates). Thus, the aim of this study was to evaluate the influence of phosphorus fertilization in corn photoassimilates partition. The experiment was carried out in pots, in the greenhouse, with a completely randomized experimental design, with three doses of  $P_2O_5$  (100, 250 and 350  $kg\cdot ha^{-1}$ ) and four replicates. In order to evaluate the partition of photoassimilates, the plants were collected in the vegetative phase of the maize initial development (V3) and obtained the dry mass of the separated leaf, stem and root parts. The data were submitted

to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% probability. At the dose 100 kg.ha<sup>-1</sup>, the percentage of photoassimilates was higher in the roots than in the leaves and in the stem. At doses of 250 and 350 kg.ha<sup>-1</sup>, the percentage of photoassimilates in the leaves was higher than in the roots and stems. Among the P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> doses, the dose 100 kg.ha<sup>-1</sup> presented a higher percentage of photoassimilates in the roots and a lower percentage of photoassimilates in the leaves compared to the others. It is concluded that the greater availability of phosphorus in the soil favors the translocation of photoassimilates to the aerial part of the plant, while the lower availability provides the translocation to the root system.

**KEYWORDS:** *Zea mays*, phosphorus, nutrition.

## 1 | INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) possui grande representatividade, sendo cultivado em diversas partes do mundo, contribuindo para a economia nacional e global (BORÉM & GIUDICE, 2004). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), a produção total do milho no Brasil na safra 2014/2015 foi de 84.729,2 mil toneladas, enquanto o Tocantins apresentou o valor de 1.050,2 mil toneladas, representando 53,7 % a mais que a produção da safra anterior.

O desenvolvimento do milho pode ser influenciado por diferentes fatores, dentre eles destaca-se a disponibilidade de nutrientes no solo para a absorção pelas plantas (BASTOS, 2010). O fósforo é um dos nutrientes essenciais para as plantas, pois é responsável por múltiplas funções vitais, participando de diversos processos metabólicos, como a produção de ATP (Adenosina Tri-fosfato), como também, na fotossíntese, e, dessa forma, sua baixa disponibilidade pode comprometer o potencial produtivo da cultura (rendimento) (SHUMACHER; CECONI & SANTANA, 2003; VIEIRA et al, 2011).

O milho é uma das plantas, dentre às existentes na natureza, mais eficientes no armazenamento de energia, devido à grande capacidade de acumular fotoassimilados, fator fundamental para o bom desempenho da cultura (CRUZ et al., 2006). A distribuição diferencial dos compostos oriundos da fotossíntese, dentro da planta, é denominada partição e a compreensão da funcionalidade desse processo é importante para a seleção de variedades que apresentem maiores taxas de exportação de fotoassimilados e outros solutos, através do floema, para diversas porções da planta e em cada estágio que se encontre.

O estágio vegetativo da cultura do milho influencia no estabelecimento da planta, assim como na produção/productividade do milho. Todas as folhas e espigas que as plantas eventualmente irão produzir estão sendo formadas nesse estágio, além do estabelecimento do número máximo de grãos ou a definição da produção potencial (MAGALHÃES & DURÃES, 2006).

Estudos referentes à alocação de fotoassimilados nas plantas, assim como o acúmulo de fitomassa vegetal nas fases iniciais de desenvolvimento são fundamentais

para o entendimento comportamental da relação existente entre estes parâmetros, com a perspectiva de rendimentos futuros satisfatórios. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência das doses de fósforo na partição de fotoassimilados e na produção de fitomassa do milho no estágio vegetativo.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em vasos, em casa de vegetação, na Faculdade Católica do Tocantins, *Campus* de Ciências Agrárias e Ambientais, localizada em Palmas, TO, longitude 48°16'34" W e latitude 10°32'45" S, a 230 m de altitude.

Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é classificado como clima úmido subúmido (C2wA'a') com pequena deficiência hídrica, no período chuvoso, evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm, distribuindo-se no verão em torno de 420 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada, apresentando temperatura e precipitação média anual de 27,5° C e 1.600 mm, respectivamente (INMET, 2014).

As características físicas e químicas analisadas do solo foram: pH (H<sub>2</sub>O) = 5,4, P (Meh) = 0,54 mg.dm<sup>-3</sup>, K, Ca, Mg, Al e H, 0,08, 1,64, 0,65, 0,10 e 5,4 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e areia, argila e silte 46, 44 e 10%, respectivamente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (100, 250 e 350 kg.ha<sup>-1</sup>) e quatro repetições. Cada parcela foi constituída de um vaso, contendo uma planta cada.

A adubação foi realizada no vaso, abaixo das sementes. Como os vasos utilizados possuíam 5,38 dm<sup>3</sup> de solo, as dosagens foram as seguintes: 0,72; 1,77 e 2,52 gramas por vaso de superfosfato simples, que correspondem, respectivamente, às doses de 100, 250 e 350 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A semeadura do milho foi realizada no dia 10 de outubro de 2015, em vasos contendo 5,38 dm<sup>3</sup> de solo, utilizando quatro sementes por vaso. Foi utilizado no experimento o híbrido simples de milho LG 6033, cujas características agrônômicas são: ciclo precoce, colmo altamente tolerante ao acamamento e quebramento, porte médio e arquitetura foliar semi-ereta (LG SEMENTES, 2016).

O início da emergência das plântulas ocorreu cinco dias após a semeadura e, três dias após a emergência (DAE) realizou-se o desbaste, mantendo somente uma planta por vaso.

Com vinte dias após a semeadura, as plantas já possuíam tamanho considerável para realizar a avaliação (estádio V3).

A matéria seca das plantas, em suas diversas frações (raiz, colmo e folhas), foi quantificada pesando cada parte separada. Ressalta-se que a parte aérea foi separada das raízes, que foram previamente lavadas para remoção do solo, objetivando a determinação da matéria seca das partes das plantas. Utilizou-se 12 plantas por amostragem, que foram levadas à estufa, na temperatura de 65 °C, até atingirem a massa seca constante para

posterior pesagem em balança de precisão.

Para a determinação da partição dos fotoassimilados foram quantificadas a massa seca das partes separadas das plantas e as suas porcentagens em relação à massa seca total.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey à ( $p < 0,05$ ), para a comparação das médias, utilizando o Software ASSISTAT versão 7.7.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreram diferenças significativas entre as partes da planta em todas as doses de  $P_2O_5$  avaliadas, em que, na dose  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a porcentagem de fotoassimilados foi maior nas raízes das plantas de milho que nas folhas e no colmo (Figura 1). Nas doses de 250 e  $350 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a porcentagem de fotoassimilados nas folhas foi maior que nas raízes e colmos.

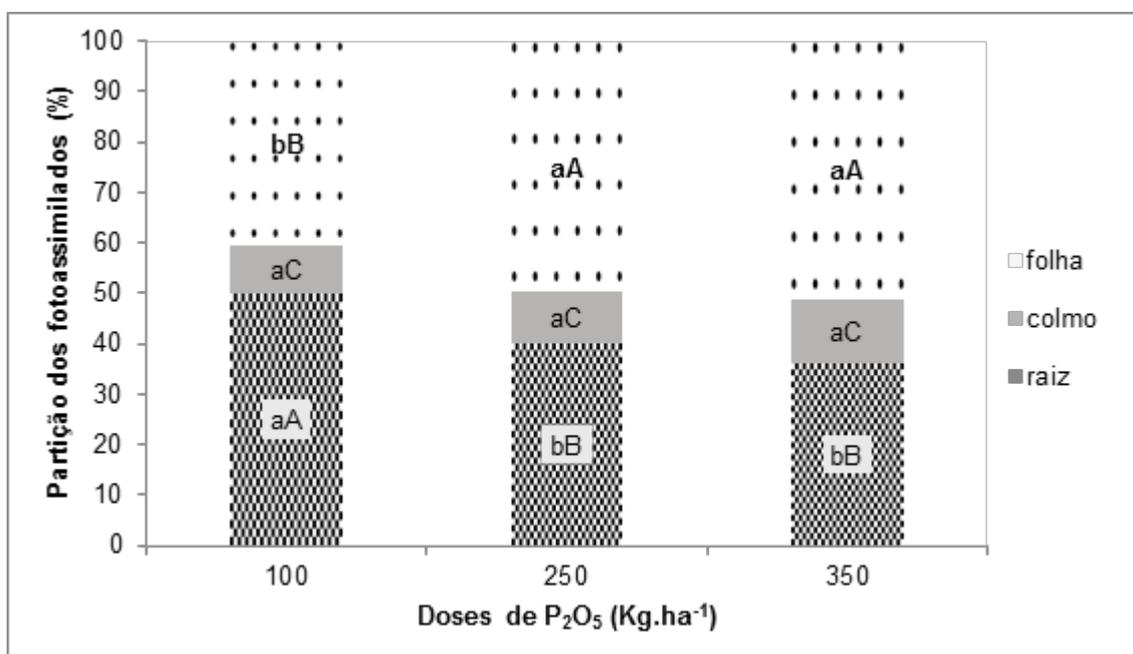


Figura 1. Porcentual médio da partição de fotoassimilados nas folhas, colmos e raízes de plantas de milho LG 6033 em relação às doses de  $P_2O_5$ , avaliados na 3ª semana após o plantio. Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula não diferem entre si entre partes da planta e doses de  $P_2O_5$ , respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Entre as doses de  $P_2O_5$ , a dose  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  apresentou maior porcentagem de fotoassimilados nas raízes e menor porcentagem de fotoassimilados nas folhas comparada às demais. Não foram observadas diferenças significativas entre as doses de 250 e  $350 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  quanto à porcentagem de fotoassimilados nas folhas e raízes, como também, não houve diferenças significativas para nenhuma das doses na porcentagem de fotoassimilados no colmo.

Ao analisar o porcentual médio da partição de fotoassimilados em folhas, colmos e raízes do milho, em função de doses de fósforo, nota-se que a menor dose de  $P_2O_5$

(100 kg.ha<sup>-1</sup>) apresentou resultados significativos quanto ao desenvolvimento radicular, se comparado às outras doses. De acordo com Crusciol et al. (2005), este comportamento pode expressar um mecanismo estratégico da planta, produzindo maior teor de matéria seca radicular em relação à parte aérea, como forma de maximizar a capacidade de obtenção do fósforo.

De modo geral, nota-se que as maiores doses (250 e 350 kg.ha<sup>-1</sup>) apresentaram maior acúmulo de fotoassimilados na parte aérea, fator que pode ser justificado devido à maior disponibilidade do nutriente no solo, o que reduz o deslocamento dos fotoassimilados para as raízes e aumenta para a parte aérea.

As plantas que se encontram com escassez de fósforo restringem sua produção de matéria seca, pois, o nutriente P aumenta a eficiência do N absorvido, o qual se une às cadeias carbônicas incrementando a formação de novos tecidos na planta (TAIZ & ZIEGER, 2004). A sua deficiência pode causar redução dos processos de respiração, fotossíntese, síntese de ácidos nucléicos e proteínas e, ainda assim, desacelera, ou até mesmo, interrompe o crescimento da célula. Como resultado, os sintomas de escassez de fósforo abrangem a diminuição na altura da planta, atraso na emergência das folhas e redução na brotação (MALAVOLTA, 2006).

#### 4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a maior disponibilidade de fósforo no solo favorece a translocação de fotoassimilados para a parte aérea da planta, enquanto, a menor disponibilidade proporciona a translocação para o sistema radicular.

#### REFERÊNCIAS

- BASTOS, A.L.; COSTA, J.P.V.; SILVA, I.F.; RAPOSO, R.W.C.; OLIVEIRA, F.A.; ALBUQUERQUE, A.W. Resposta do milho a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.5, p.485–491, 2010.
- BORÉM, A.; GIÚDICE, M. P. **Cultivares transgênicos**. In: GALVÃO, J. C.C.; MIRANDA, G.V. (Eds), *Tecnologias de Produção do Milho*. Editora: UFV- Universidade Federal de Viçosa, 2004, 85p.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 2 - Safra 2014/15, n. 12 – Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 95, set. 2015.
- CRUSCIOL, C. A. C.; MAUAD, M.; ALVAREZ, R. de C. F.; LIMA, E. do V.; TIRITAN, C. S. Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v.64, p.643-649, 2005.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTANA, D. P. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 2006. 12p (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 87).

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em 25 abr. 2014.

LG SEMENTES, **Produtos**. Disponível em: <<http://www.lgsementes.com.br/produtos/lg-6033>>. Acesso em: 25 de maio. 2016.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F. O. M. **Fisiologia da Produção de Milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 2006. 10p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 87).

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

SHUMACHER, M. V; CECONI, D. E; SANTANA, C. A. Influência de Diferentes Doses de Fósforo no Crescimento de Plantas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 47, p. 99-114, jul/dez. 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3. Ed., Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VIEIRA, M.C.; PEREZ, V.B.; HEREDIA, ZÁRATE N.A.; SANTOS, M.C.; PELLOSO, I.A.O.; PESSOA, S.M. Nitrogênio e fósforo no desenvolvimento inicial da guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] cultivada em vasos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, especial, p.542-549, 2011.

## INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL DE BIOSSÓLIDO NO CALDO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM UM SOLO ARGILOSO

### **Israel Mendes Sousa**

Universidade Federal de Goiás, Escola de  
Agronomia  
Goiânia - Goiás

### **Felipe Garcia de Menezes**

Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos  
Morrinhos – Goiás

### **Mateus Ferreira**

Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos  
Morrinhos – Goiás

### **Emmerson Rodrigues de Moraes**

Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos  
Morrinhos – Goiás

### **Rodrigo Vieira da Silva**

Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos  
Morrinhos – Goiás

**RESUMO:** O Brasil ocupa o primeiro lugar na produção mundial de cana-de-açúcar com 9,07 milhões de hectares. Fertilizantes organominerais são alternativas sustentáveis como incremento de fontes nutricionais. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da adubação organomineral de bio sólido e do bioestimulante na porcentagem do açúcar total recuperável (ATR em kg t<sup>-1</sup>), produtividade de Pol da cana (TPH em t ha<sup>-1</sup>) e no rendimento de etanol (L t<sup>-1</sup>). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5x2+1, sendo cinco tratamentos, 0; 60; 80; 100 e 120% (com e sem bioestimulante)

mais um adicional (adubação 100% mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 7,5 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. Foi utilizado bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) e volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> sobre os toletes no sulco de plantio. Foi avaliado no momento da colheita aos 370 dias após plantio (DAP) as características tecnológicas do caldo da cana-de-açúcar ATR, TPH e Litros de Etanol. Os resultados foram submetidos à análise de variância, realizada pelo teste F a 5% de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett a 0,05 de significância. Não houve diferença significativa para ATR, e Litros de Etanol quanto as fontes avaliadas. Stimulate® incrementou produtividade de açúcar na cultura em 2,5 t ha<sup>-1</sup> ou 12,9 %, sendo indiferente quanto a fonte mineral.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bio sólido; Stimulate®; *Saccharum* spp.

**ABSTRACT:** Brazil ranks first in the world production of sugarcane with 9.07 million hectares. Organomineral fertilizers are sustainable alternatives such as the increase of nutritional sources. The objective of this work was to evaluate the influence of organomineral biosolids and biostimulant fertilization on the percentage of total recoverable sugar (ATR in kg t<sup>-1</sup>), cane Pol

productivity (TPH in  $t\ ha^{-1}$ ) and ethanol yield  $L\ t^{-1}$ ). The experimental design was in randomized blocks with factorial  $5 \times 2 + 1$ , being five treatments, 0; 60; 80; 100 and 120% (with and without Biostimulant) plus one additional (100% mineral fertilization) in four replicates. The experimental units consisted of 7.5 m wide x 10 m long, composed of six lines of sugarcane in spacing of 1.5 m. Stimulate® rooting biostimulant was inoculated via inoculation ( $0.75\ L\ ha^{-1}$ ) and  $100\ L\ ha^{-1}$  syrup volume on the stalks in the planting groove. The technological characteristics of the sugarcane broth ATR, TPH and Liters of Ethanol were evaluated at the time of harvest at 370 days after planting (DAP). The results were submitted to analysis of variance, performed by the F test at 5% of probability, and the means compared by the Tukey and Dunnett test at 0.05 of significance. There was no significant difference for ATR, and Liters of Ethanol as the sources evaluated. Stimulate® increased sugar yield in the crop by  $2.5\ t\ ha^{-1}$  or 12.9%, regardless of the mineral source.

**KEYWORDS:** Biosolid; Stimulate®; *Saccharum* spp.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em atendimento a alimentação animal e ao consumo de açúcar e etanol, o cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) vem se expandindo no Brasil para solos marginais. O país já ocupa o primeiro lugar na produção mundial, com 9,07 milhões de hectares (CONAB, 2016).

Por ser uma das principais culturas cultivadas no Brasil, é importante buscarmos alternativas que melhorem suas características quantitativas e qualitativas. Os fertilizantes organominerais representam alternativas sustentáveis como incremento de fontes nutricionais. Segundo Gurgel *et al.* (2015) o uso de biofertilizante organomineral pode substituir total ou parcialmente a utilização de fertilizantes minerais.

Biossólido é um resíduo sólido resultante do processo de tratamento biológico de lodo de esgoto. Este subproduto pode ser utilizado como fertilizante orgânico em culturas de interesse econômico. Por ser um organomineral estes geram grandes expectativas quanto a eficiência, economia e sustentabilidade das adubações. Sua utilização é uma prática comum em países desenvolvidos, sendo utilizado por agricultores a mais de 50 anos (SANEPAR, 1999).

O uso de lodo de esgoto tratado já foi destinado para aplicação nos cultivos de adubação verde, amora, azevém, café, cana-de-açúcar, cevada, citrus, feijão, milho, soja, implantação de grama e reflorestamentos de eucalipto e pinus. São ótimos os resultados apresentados em todas essas culturas, com melhorias nos índices de aumento de produtividade de 20 a 60%. (UNEP, 2016).

As espécies vegetais para manter o completo funcionamento do seu metabolismo, sintetizam uma série de biorreguladores, conhecidos como fitormônios. Para promover incremento em produtividade, podemos lançar mão da utilização de bioestimulantes, que podem ser substâncias orgânicas ou sintéticas, derivadas de misturas de dois ou mais biorreguladores vegetais ou de vitaminas, aminoácidos e nutrientes (SILVA *et al.*, 2010).

Segundo Laca-Buendia (1989) bioestimulantes podem ser aplicados diretamente nas plantas para alterar seus processos vitais e estruturais e aumentar a produção e qualidade de culturas de interesse econômico.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adubação organomineral de biossólido e do bioestimulante na porcentagem do açúcar total recuperável (ATR em kg t<sup>-1</sup>), produtividade de Pol da cana (TPH em t ha<sup>-1</sup>) e no rendimento de etanol (L t<sup>-1</sup>).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos - GO, localizado nas coordenadas 17° 48' 33,7" S e 49° 12' 19,9" W, estando a uma altitude de 900 metros. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Esse foi o primeiro ano com cultivo de cana-de-açúcar nessa área. Historicamente, por aproximadamente quinze anos cultivou-se milho e soja em anos alternados, e permanecendo em pousio nos demais meses do ano, em todas as safras. Realizou-se análise química nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. O solo é argiloso com 40,9% de argila, 21,2% de silte e 37,9% de areia (Tabela 1).

Prof. (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca	Mg	Al	P	K	H+Al	T	V	m	M.O.
	1:2,5	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			Mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		%		g kg <sup>-1</sup>
0-20	6,0	2,1	0,6	0,0	11,6	136	2,5	5,55	55	0	2,7
20-40	5,9	1,2	0,3	0,0	3,0	55	2,5	4,14	40	0	1,1

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental antes da instalação do ensaio.

pH em H<sub>2</sub>O; Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); P, K = (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>) P disponível (extrator Mehlich<sup>-1</sup>); H + Al = (Solução Tampão - SMP a pH 7,5); CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio, M.O. = Método Colorimétrico. Metodologias baseadas em Embrapa (2013).

Realizou-se uma fosfatagem a lanço com 800 kg ha<sup>-1</sup> de termofosfato Yoorin® (16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Fez-se uma gradagem com grade aradoura intermediária 16 x 28" e nivelamento do solo com grade niveladora 36 x 22". Semeou-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de *Crotalaria juncea*. No intenso florescimento realizou-se a roçagem da *C. juncea*. Após quatro meses da roçagem fez-se a dessecação da área com 3,0 L ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 1,0 L ha<sup>-1</sup> de 2,4-D.

A abertura dos sulcos para plantio foi realizada com sulcador de haste aberta de 52 a 82 cm e altura 50 cm. Plantou-se de 15 a 18 gemas viáveis metro linear<sup>-1</sup> através de mudas na profundidade de 30 a 40 cm. O experimento foi implantado em Junho de 2015, utilizando a cultivar RB 92 579. A recomendação de adubação de plantio foi de 470 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 04-21-07 e cobertura de 400 kg ha<sup>-1</sup> do 10-00-40 + 0,3% de B aos 150 dias após plantio (DAP).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em fatorial  $5 \times 2 + 1$  sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 7,5 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. A área útil para coleta de dados foi considerada nas quatro linhas centrais da parcela, desprezando-se 1,0 m em cada extremidade e totalizando 36 m<sup>2</sup>. A área total de cada parcela foi de 75 m<sup>2</sup>. Carreadores foram espaçados de 3,0 m entre parcelas e blocos.

A recomendação de adubação de plantio e cobertura foi atendida utilizando-se as fontes organomineral oriundo do lodo de esgoto e mineral. Foi utilizado o bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) e volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> sobre o tolete no sulco de plantio.

As combinações dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação, consistindo: 100% com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120% (com e sem bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto.

Para controle das ervas daninhas utilizou-se os herbicidas diuron, hexazinona e MSMA nas doses de 3,2; 5,0 e 3,0 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O controle de formigas e cupins foi realizado com o princípio ativo fipronil aplicados no sulco de plantio na dosagem de 2,5 g ha<sup>-1</sup>.

Foi avaliado no momento da colheita aos 370 DAP as características tecnológicas do caldo da cana ATR, TPH e Litros de Etanol. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5% de probabilidade e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett a 0,05 de significância software “Assistat 7.7 Beta” (SILVA & AZEVEDO, 2009).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não identificou diferença significativa para ATR, e Litros de Etanol, quanto a fonte organomineral de lodo de esgoto associados ou não com bioestimulante e fonte mineral. Não houve diferenças entre as doses. O ATR foi 159,5 e 159,9 kg t<sup>-1</sup> com e sem o uso de bioestimulante, e a adubação mineral foi de 160,5 kg t<sup>-1</sup>. Isto pode ser explicado por pequenas mudanças nas propriedades físicas e químicas do solo na dosagem usada. A maior fertilidade inicial do solo e o seu poder tamponante garantiram menores alterações no perfil. A quantidade de Etanol produzida foi de 95,1 L t<sup>-1</sup> com e 95,4 L t<sup>-1</sup> sem uso do bioestimulante, e a adubação mineral foi de 95,7 L t<sup>-1</sup>. Na safra de 2013/14 a média de ATR entregue pelos fornecedores do estado de São Paulo foi de 138,52 kg t<sup>-1</sup> (CONSECANA, 2015).

Houve diferença entre o TPH com e sem bioestimulante, não havendo entre a fonte mineral. Os resultados médios com a fonte 100% mineral de foi 20,6 t ha<sup>-1</sup>, e 21,8 e 19,3 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente para adubação organomineral com e sem bioestimulante. O Stimulate® incrementou produtividade de açúcar na cultura em 2,5 t ha<sup>-1</sup> ou 12,9%, sendo

indiferente quanto a fonte mineral. Santos *et al.* (2011) trabalhando com torta de filtro enriquecida com fontes de fósforo notou que maiores teores de fósforo aumentam a TPH. Ao dobrar de 50 para 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> esses autores ganharam 2,48 t ha<sup>-1</sup> de açúcar.

## 4 | CONCLUSÕES

A fonte alternativa de organomineral e o bioestimulante Stimulate® não promoveram aumento em ATR e Litros de Etanol na cana-de-açúcar. Não houve diferença significativa quanto a fonte organomineral e mineral para TPH. Porém, houve quanto ao uso do bioestimulante. O Stimulate® incrementou a produtividade de açúcar na cultura em 2,5 t ha<sup>-1</sup> ou 12,9%, sendo indiferente quanto a fonte mineral.

## REFERÊNCIAS

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira:**

Cana-de-açúcar. Primeiro levantamento. Brasília: Conab, v. 3, safra 2016/17, n 1, 2016.

Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_18\\_14\\_27\\_15\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_18_14_27_15_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_16.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2016.

CONSECANA – Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 6ª edição, p 51, Piracicaba-SP, 2015.

GURGEL, M. N. Do. A; CORREA, S. T. R; NETO, D. D; JÚNIOR, D. R. De. P. **Technology for sugarcane agroindustry waste reuse as granulated organomineral fertilizer**. Eng. Agríc. Vol.35. n1. Jaboticabal Jan/Fev 2015.

LACA-BUENDIA, J. P. **Efeito de reguladores de crescimento no algodoeiro (Gossypium hirsutum L.)**. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. Campinas, v.1, n.1, p.109-113, 1989.

SANEPAR - Companhia de saneamento do Paraná. **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura**. Curitiba - PR, 1999, 98p.

SANTOS, H.D et al. **Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, v.15, n.5, p.443-449, 24 fev. 2011.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assisted-Statistical Attendance.In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, M de A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. **Productivity and technological quality of sugarcane ratoon subject to the application of plant growth regulator and liquid fertilizers**. Cienc. Rural v. 40, n. 4, Santa Maria, 2010.

UNEP copyright© (United Nations Environment Programme and Stockholm Environment Institute). ANDERSSON, K.; ROSEMARIN, A.; LAMIZANA, B.; KVARNSTRÖM, E.; MCCONVILLE, J.; SEIDU, R.; DICKIN, S.; TRIMMER, C. **Sanitation, Wastewater Management and Sustainability**. P.128-129. ISBN: 978-92-807-3488-1 (2016).

## INFLUÊNCIA DA TORTA DE FILTRO NA NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE SORGO GRANÍFERO E SEU REFLEXO NA PRODUÇÃO

**Gabriel Henrique de Aguiar Lopes**

Centro Universitário de Rio Preto - UNIRP  
São José do Rio Preto – SP.

**Lucas Ferreira Ramos**

Centro Universitário de Rio Preto - UNIRP  
São José do Rio Preto – SP.

**Luciana Cristina de Souza Merlino**

Centro Universitário de Rio Preto - UNIRP  
São José do Rio Preto – SP.

**RESUMO:** O sorgo é considerado um dos cereais mais importantes do mundo. A torta de filtro é um resíduo da indústria sucroalcooleira rico em nutrientes. Assim, objetivou-se com esse estudo avaliar a capacidade de fornecimento de fósforo pela torta de filtro para plantas de sorgo granífero, com o intuito de substituir, ao menos em parte, o fertilizante mineral fosfatado. O experimento foi desenvolvido em delineamento experimental em blocos casualizados com cinco tratamentos [T1= 100% (todo o P fornecido via torta de filtro), T2= 75% do P via torta de filtro e 25% via fertilizante mineral, T3= 50% do P via torta de filtro e 50% via fertilizante mineral, T4= 25% do P via torta de filtro e 75% via fertilizante mineral e T5= 0% (todo o P fornecido via fertilizante mineral)] em 5 repetições. Foram coletadas amostras de folhas para fins de diagnose nutricional, plantas inteiras para a determinação do acúmulo de matéria seca e de grãos. A torta de filtro tem potencial para

substituir o fertilizante mineral de semeadura do sorgo, sem qualquer prejuízo na nutrição da planta ou na produção de grãos. Assim, a torta de filtro, com as características da utilizada nesse estudo, pode ser usada na semeadura do sorgo granífero substituindo total ou parcialmente a fertilização mineral, sem alterar o acúmulo de massa seca de raiz, de parte aérea, total, de grãos por planta e de 100 grãos, na produção de grãos por planta, produtividade e nos teores de nutrientes nas folhas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo Orgânico. Produção. Sorgo. Torta de filtro.

**ABSTRACT:** Sorghum is considered one of the most important cereals in the world. Filter cake is a residue from sugar-alcohol industry rich in nutrient. The objective of this study was to evaluate the phosphorus supply capacity of the filter cake for sorghum plants, with the aim of replacing, at least in part, the phosphate mineral fertilizer. The experiment was developed in a randomized-complete blocks design with five treatments (T1 = 100% (all P supplied via filter cake), T2 = 75% of P via filter cake and 25% via mineral fertilizer, T3 = 50% of P via filter cake and 50% via mineral fertilizer, T4 = 25% of P via filter cake and 75% via mineral fertilizer and T5 = 0% (all P supplied via mineral fertilizer)] in 5 replicates. Leaf samples were collected for nutritional diagnosis and whole plants were used to determine the accumulation of

dry matter and grains. The filter cake has the potential to replace sorghum sowing mineral fertilizer, without any loss for the nutrition of the plant or grain production. Thus, the filter cake, with the characteristics of the one used in this study, can be used in sowing of sorghum, replacing totally or partially the mineral fertilization, without altering the accumulation of root dry matter, total aerial part, grains per plant and 100 grains, in the production of grains per plant, productivity and nutrient content in the leaves.

**KEYWORDS:** Organic Residue. Production. Sorghum. Filter cake.

## 1 | INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é considerado o quinto cereal mais importante do mundo em área cultivada, sendo superado apenas pelo trigo, arroz, milho e cevada (LUCENA et al., 2013). É uma planta de origem tropical cultivada em várias regiões do mundo. No Brasil, o sorgo é uma das principais culturas na alimentação animal, como alternativa ao milho para fabricação de rações, possibilitando uma produção de baixo custo (DUARTE, 2010).

O sorgo se torna atrativo por apresentar vantagens, por ser uma cultura de baixo custo comparada à do milho; ser mais resistente a condições de estresse hídrico; permitir que suas épocas de semeadura sejam de maior amplitude do que outras culturas de grãos, sem que a produtividade seja afetada drasticamente; apresentar poucos problemas com pragas e doenças que outras culturas; responder muito bem ao investimento feito; apresentar grande potencial produtivo; ser nutritivo; apresentar contaminações menores com micotoxinas que outros grãos e ter aceitação no mercado de compradores de cereais (MURTA, 2012).

Nas últimas décadas, houve um aumento significativo da cultura de sorgo granífero, tanto em termos de número de municípios brasileiros com semeadura da cultura, quanto em termos de área cultivada, tendo passado de 854 km<sup>2</sup> em 1975 para 6.646 km<sup>2</sup> em 2010. Nesse mesmo período, também foi observado um crescimento considerável em termos de produção e de rendimento médio. Enquanto em 1975 a produção nacional foi de cerca 200 mil toneladas, a partir de 2003, a produção anual do país ultrapassou 1,5 milhão de toneladas. Em termos de rendimento médio, a produtividade praticamente chegou a dobrar nas últimas décadas. Enquanto em 1983 foi registrada uma produtividade média de 1.339 kg ha<sup>-1</sup>, a partir de 2003 a produtividade passou a ser maior do que 2.000 kg ha<sup>-1</sup>; sendo que, em 2010, foi registrada uma produtividade média de 2.305 kg ha<sup>-1</sup> (MURTA, 2012).

O sorgo com sua elevada rusticidade alcança sua maior potencialidade produtiva apenas em condições satisfatórias de fertilidade e disponibilidade hídrica. Os nutrientes mais exigidos por esta cultura são o cálcio, nitrogênio, magnésio e potássio (LUCENA, 2014).

O acúmulo de N ocorre quase linearmente até a maturação na cultura do sorgo granífero. Mateus et al. (2011) demonstraram a responsividade do sorgo granífero à

adubação nitrogenada. No entanto, essa resposta é muito variável e está condicionada principalmente ao material genético, à produtividade, ao teor de matéria orgânica do solo e à disponibilidade hídrica para a cultura. Para o crescimento, desenvolvimento e à reprodução das plantas o fósforo é essencial, está associado à fotossíntese, divisão celular e utilização de açúcares e amido (LEÃO; FREIRE; MIRANDA, 2011). No processo de formação de sementes o fósforo desempenha um importante papel, estimula o desenvolvimento radicular, é essencial para a boa formação da planta e incrementa a produção em quantidades adequadas (OLIVEIRA et al., 2004), além de ser o grande responsável pelo perfilhamento das gramíneas.

O fósforo, essencial ao crescimento, desenvolvimento e à reprodução das plantas, encontra-se na forma de DNA (ácido desoxirribonucléico), RNA (ácidos ribonucléicos), polímeros de nucleotídeos, ésteres, fósforo inorgânico (Pi) e ATP. É um elemento pouco móvel no solo e seu suprimento para as raízes é efetuado, principalmente, pelo processo de difusão, o qual depende da umidade do solo e da superfície radicial (LEÃO; FREIRE; MIRANDA, 2011).

A principal limitação nutricional para a produção agrícola nos solos dos trópicos e subtropicais é o baixo teor de fósforo disponível nos solos. Os solos situados no Brasil geralmente apresentam baixa disponibilidade deste nutriente, causando redução no perfilhamento, retardando o desenvolvimento das gramíneas forrageiras (LEÃO; FREIRE; MIRANDA, 2011).

Com relação às usinas sucroalcooleiras, uma das grandes preocupações é a destinação dos resíduos gerados, de maneira que esses resíduos podem ser utilizados como biofertilizantes em plantios comerciais, por possuírem nutrientes minerais de plantas, destacando-se como uns dos principais resíduos a torta de filtro (LUCENA et al., 2013).

Na busca por produzir culturas com menor custo, subprodutos da indústria sucroalcooleira, como a torta de filtro, são utilizados como opção para redução do custo com insumos. A torta de filtro se constitui da mistura de bagaço moído e lodo da decantação e sua produção é da ordem de 2,5 a 3,5% do total de cana-de-açúcar moída. Apresentando, aproximadamente, 70% de umidade, ela é uma opção para cultivos de inverno, pois possui na sua composição química de 1,2 a 1,8% de fósforo, altos teores de matéria orgânica, nitrogênio, cálcio, potássio, magnésio e micronutrientes (TOLFO et al., 2013). Graças a essas características, a torta de filtro pode desempenhar um papel importante na produção agrícola e nos solos, na manutenção da fertilidade e no seu condicionamento (ALMEIDA JUNIOR et al., 2011).

Contudo, a composição da torta de filtro pode variar de acordo com a variedade, solo, maturação da cana, processo de clarificação do caldo e entre outros (TOLFO et al., 2013).

Segundo Lucena (2014), a torta de filtro, incorporada ao solo, em doses elevadas, poderá corrigir acidez do solo, por conta da atividade quelatizante da matéria orgânica sobre o alumínio. Além dessas qualidades, a torta apresenta alto teor de cálcio e praticamente 50% do fósforo da torta pode ser considerado como prontamente disponível, sendo o restante disponibilizado de forma mais lenta.

Almeida Júnior et al. (2011) comprovaram que, com a aplicação da torta de filtro na cultura do sorgo sacarino, houve aumento nos teores de macro e micronutrientes e também redução dos teores de Al do solo. Além disso, concluíram que o seu uso associado à adubação mineral maximiza a produção, a fertilidade do solo e reduz os custos de aquisição de fertilizantes minerais.

A aplicação de torta de filtro promove melhoria na fertilidade do solo, por aumentar os teores de fósforo, cálcio e elevar a CTC. Recomenda-se a utilização desse resíduo como forma de maximizar e melhorar a qualidade do solo e reduzir custos com fertilizantes minerais (LUCENA, 2014).

Ao utilizar doses de torta de filtro como tratamento biofertilizado, Lucena et al. (2013) não observaram efeito significativo sobre o crescimento na cultura do sorgo sacarino.

Em cana-de-açúcar Tolfo et al. (2013) não observaram nenhum efeito significativo na produtividade com a aplicação de doses (0; 5; 10; 20 e 40 t ha<sup>-1</sup>) de torta de filtro no sulco de plantio ou na entrelinha da cultura. Resultados diferentes foram observados por Santos et al. (2010) e Fravet et al. (2010), que estudaram os efeitos da torta de filtro na produtividade de cana-de-açúcar e observaram incremento significativo para as doses utilizadas.

Com o uso da vinhaça e torta de filtro, Lucena (2014) obteve aumento da produtividade de colmos de sorgo sacarino, entretanto, utilizando apenas a torta de filtro como fonte de nutrientes, o pesquisador observou incremento apenas da produção de etanol. O mesmo pesquisador também constatou aumento dos açúcares redutores e açúcares totais recuperáveis e diminuição do peso do bolo úmido do bagaço utilizando a vinhaça e a torta de filtro.

Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar a capacidade de fornecimento de fósforo pela torta de filtro para plantas de sorgo granífero, com o intuito de substituir, ao menos em parte, o fertilizante mineral fosfatado avaliando o seu efeito na produção e produtividade de grãos; na produção de massa seca de parte aérea, de raiz, de 100 grãos e de grãos por planta; no número de panículas e de perfilhos por planta e no estado nutricional das plantas de sorgo.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Local de condução do experimento**

O experimento foi desenvolvido em uma propriedade rural (Figura 1) localizada no município de Frutal - MG (20°06'38.6"S e 48°53'01.9" W), no período de dezembro a maio de 2016.

Área é composta por um LATOSSOLO VERMELHO distrófico de baixa declividade cujas características químicas antes da instalação do experimento estão descritas na Tabela 1.



Figura 1. Vista geral do experimento na propriedade rural onde foi desenvolvido.

A cultura utilizada como teste foi o sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench).

Camada	pH	MO	P(resina)	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC	V	Areia	Argila	Silte
cm	CaCl <sub>2</sub>	$\frac{g}{dm^3}$	$mg\ dm^{-3}$		----- $mmol_c\ dm^{-3}$ -----						%	---- $g\ kg^{-1}$ ----		
0-20	5,8	22	19	1,0	38	9	0	16	57,9	63,9	74,9	757	157	86
20-40	5,9	20	27	0,7	41	9	0	16	50,9	66,9	76,1	729	208	63

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo antes da instalação do experimento.

MO= matéria orgânica; CO= carbono orgânico; H+Al= acidez potencial; SB = soma de bases; CTC= capacidade de troca de cátions; V= saturação por bases.

## 2.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e cinco repetições, perfazendo um total de 25 parcelas com 63 m<sup>2</sup> cada.

Os tratamentos testados foram:

- T1 = 100% do fósforo exigido pela cultura fornecido pela torta de filtro.
- T2 = 75% do fósforo exigido pela cultura fornecido pela torta de filtro e 25% por fertilização mineral.
- T3 = 50% do fósforo exigido pela cultura fornecido pela torta de filtro e 50% por fertilização mineral.
- T4 = 25% do fósforo exigido pela cultura fornecido pela torta de filtro e 75% por fertilização mineral.
- T5 (testemunha) = 100% do fósforo exigido pela cultura fornecido por fertilização mineral.

A torta de filtro utilizada no experimento foi obtida na Usina Frutal, situada no município de Frutal (MG), e apresentou as características químicas descritas na Tabela 2.

Relação	C	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Cu	Mn	Zn
C/N	----- $g\ kg^{-1}$ -----						----- $mg\ kg^{-1}$ -----					

7,3	107,4	14,7	3,8	2,3	73,8	12,1	3,8	16,1	2,1	105	15000	350
-----	-------	------	-----	-----	------	------	-----	------	-----	-----	-------	-----

Tabela 2. Características químicas da torta de filtro usada no experimento.

Todo o K e um terço do N contido na torta de filtro foram descontados da adubação mineral utilizada para o cultivo das plantas.

### 2.3. Desenvolvimento do Experimento

Foi realizado o preparo de solo na área experimental com subsolação e gradagem. Após isso, nas parcelas que receberam torta de filtro (Figura 2), a mesma foi aplicada a lanço, em área total, uniformemente distribuída nas respectivas doses de cada tratamento, sendo incorporada por meio de gradagem leve (0,10 cm de profundidade).



Figura 2. Área experimental logo após a aplicação da torta de filtro.

As parcelas foram então sulcadas e a semeadura foi realizada utilizando espaçamento de 0,50 m entre linhas e com 13 sementes por metro. Nesse mesmo momento foi realizada a aplicação dos fertilizantes minerais de semeadura conforme descrito a seguir, utilizando como fonte de nutrientes o sulfato de amônio (21% N), o superfosfato simples (18%  $P_2O_5$ ) e o cloreto de potássio (60%  $K_2O$ ):

- T1 = 21.925,92 kg ha<sup>-1</sup> de torta de filtro.

- T2 = 16.444,44 kg ha<sup>-1</sup> de torta de filtro; 71,11 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  e 20,29 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$ .

- T3 = 10.962,96 kg ha<sup>-1</sup> de torta de filtro; 140,74 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  e 41,33 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$

- T4 = 5.481,48 kg ha<sup>-1</sup> de TF; 211,85 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ ; 15,70 kg ha<sup>-1</sup> de N e 62,22 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$

- T5 = 281,48 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ ; 148,15 kg ha<sup>-1</sup> de N e 82,96 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$

Foram realizadas duas adubações de cobertura, uma aos 50 e a outra aos 70 dias após a germinação.

Na primeira cobertura foi aplicado, por hectare, 33 e 34 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$  nos tratamentos 1 e 2, respectivamente; 107 kg ha<sup>-1</sup> de N e 34 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$  no tratamento 3 e, 225 kg ha<sup>-1</sup> de N e 33 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$  nos tratamentos 4 e 5.

Na segunda cobertura foi aplicado, por hectare, 63 e 197 kg ha<sup>-1</sup> de N nos tratamentos 1 e 2, respectivamente, e 225 kg ha<sup>-1</sup> de N nos tratamentos 3, 4 e 5.

Todas as adubações foram realizadas conforme recomendações contidas em RAIJ et al. (2007).

Para o controle das plantas invasoras foi realizada aplicação de herbicida químico com Atrazina nortox 500 SC (ATRAZINA) 12 dias após a semeadura.

Foram realizadas duas aplicações de inseticida químico (TRIFLUMUROM) para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frudiperda*): a primeira aos 19 dias após a semeadura e a segunda 42 dias após a semeadura.

Devido à alta susceptibilidade das plantas à patógenos decorrentes da alta umidade na época de cultivo do sorgo, foram realizadas três aplicações com fungicida químico: a primeira aos 42 dias após a semeadura usando AZOXISTROBINA + BENZOVINDIFLUPIR, a segunda e a terceira aos 56 e 80 dias após a semeadura, respectivamente, usando PIRACLOSTROBINA + EPOXICONAZOL (Figura 3).



Figura 3. Vista da área experimental. (A) Infestação de plantas invasoras; (B) Controle com herbicida químico.

A amostragem de folhas para fins de diagnose nutricional aconteceu no estágio fenológico vegetativo (emborrachamento das plantas), quando foram tomadas 5 plantas por parcela e retiradas 5 folhas da parte mediana (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), que foram lavadas com água potável para retirar os resíduos de produtos químicos e, em seguida, com água destilada. As folhas foram secas em estufa com circulação forçada de ar, moídas e analisadas quimicamente com relação aos teores de macro e micronutrientes.

No momento da colheita foram tomadas 10 plantas por parcela, ao acaso, para avaliação da produtividade e produção de grãos por planta. Os grãos foram colhidos e secos em estufa para a determinação da umidade, que foi corrigida para 13% para a representação dos dados de produtividade e produção de grãos. Após a secagem dos grãos, foi determinada a massa seca de grãos por plantas e a massa seca de 100 grãos por meio do uso de balança de precisão.

Também no momento da colheita foram retiradas três plantas inteiras para a avaliação da produção de massa seca de raízes, parte aérea e total. Após a coleta das plantas, as

mesmas foram divididas em raízes e parte aérea. As raízes foram lavadas para retirada da terra, secas em estufa até obtenção de massa constante e pesadas em balança de precisão. O mesmo foi realizado com a parte aérea.

Na mesma época foi realizada a contagem do número de perfilhos e panículas por planta.

A Figura 4 apresenta algumas imagens processo de obtenção das amostras de folhas diagnósticas, colheita de grãos e obtenção dos dados de massa seca de 100 grãos.



Figura 4. Etapas da avaliação do experimento. A - Retirada das folhas medianas. B – Separação dos grãos para a determinação da produção. C - Pesagem de 100 grãos.

## 2.4. Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando o teste F for significativo a 1 ou 5% de probabilidade foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação das médias (BANZATTO e KRONKA, 2006).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas no acúmulo de massa seca de raiz, de parte aérea, total e de 100 grãos, bem como na massa seca de grãos por planta, na produção de grãos por planta e na produtividade de grãos com os tratamentos testados (Tabela 3).

Tratamentos	MS Raiz	MS Parte Aérea	MS Grãos	MS Total	MS 100 Grãos	Produção	Produtividade
	----- g planta <sup>-1</sup> -----				- g -	g planta <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>
100% TF	10,09 a	38,67 a	60,44 a	109,20 a	3,13 a	60,44 a	15,02 a
75% TF	11,52 a	40,31 a	59,66 a	111,51 a	3,26 a	59,66 a	14,83 a
50% TF	8,91 a	32,20 a	55,32 a	96,44 a	3,01 a	55,32 a	13,75 a
25% TF	8,34 a	34,59 a	56,19 a	99,11 a	2,85 a	56,19 a	13,97 a
0% TF	7,852 a	41,02 a	55,44 a	103,51 a	3,09 a	55,44 a	13,78 a
CV (%)	29,73	28,80	7,71	13,97	10,37	7,71	7,71

Tabela 3. Acúmulo de massa seca de raiz, parte aérea, grãos, total e de 100 grãos, produção e produtividade de grãos por plantas de sorgo cultivadas com a combinação de torta de filtro e fertilização mineral.

CV= coeficiente de variação; MS= massa seca. Dados de produção e produtividade corrigidos para 13% de umidade. Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TF= torta de filtro. 100% TF= parcela fertilizada com 100% de torta de filtro. 75% TF= parcela fertilizada com 75% de torta de filtro. 50% TF= parcela fertilizada com 50% de torta de filtro. 25% TF= parcela fertilizada com 25% de torta de filtro. 0% TF= parcela fertilizada com 0% de torta de filtro.

Também não foram observadas diferenças nos teores de macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B) nas folhas diagnósticas de sorgo nos tratamentos testados (Tabelas 4 e 5).

Comparando os dados obtidos com a faixa de nutrientes considerada adequada por Malavolta; Vitti; Oliveira (1997) nas folhas diagnósticas (Tabelas 4 e 5), observa-se que, em todos os tratamentos, as concentrações de N foliar foram superiores ao adequado, enquanto S estava dentro da faixa ótima e K abaixo dos limites estabelecidos. Com relação ao P só o tratamento com 100% de P fornecido na forma mineral esteve ligeiramente abaixo do adequado, acontecendo o mesmo para o Ca nos tratamentos com 50% e 100% de P na forma mineral. Já para o K e o Mg todos os tratamentos se apresentaram com teores abaixo do adequado. Para os micronutrientes os valores ideais são muito pontuais, não apresentando uma concentração mínima, somente a máxima, não permitindo uma comparação segura com os dados obtidos nesse estudo (MERLINO, 2013).

Deve-se considerar que os valores adotados como ideais são indicações muito gerais, podendo aumentar ou diminuir em função do clima, variedade utilizada e condições do solo, entre outros fatores (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
100% TF	32,56 a	4,52 a	17,58 a	4,52 a	3,70 a	1,60 a
75% TF	29,96 a	4,18 a	18,88 a	4,52 a	3,72 a	1,40 a
50% TF	31,34 a	4,32 a	19,46 a	3,82 a	3,52 a	1,06 a
25% TF	30,90 a	4,52 a	17,80 a	4,10 a	3,22 a	1,50 a
0% TF	29,96 a	3,94 a	21,18 a	3,62 a	2,70 a	1,20 a
Faixa adequada <sup>(1)</sup>	13-15	4-8	25-30	4-6	4-6	0,8-1,0
CV (%)	8,10	11,68	16,04	16,40	15,74	36,52

Tabela 4. Teores de macronutrientes em folhas diagnósticas de plantas de sorgo cultivadas com a combinação torta de filtro e fertilizantes minerais.

CV= coeficiente de variação; MS = massa seca. Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>(1)</sup> Malavolta; Vitti e Oliveira (1997). TF= torta de filtro. 100% TF= parcela fertilizada com 100% de torta de filtro. 75% TF= parcela fertilizada com 75% de torta de filtro. 50% TF= parcela fertilizada com 50% de torta de filtro. 25% TF= parcela fertilizada com 25% de torta de filtro. 0% TF= parcela fertilizada com 0% de torta de filtro.

Apesar as variações observadas com relação ao ideal proposto por Malavolta; Vitti; Oliveira (1997) é possível afirmar que todos os tratamentos foram eficientes no fornecimento de nutrientes para as plantas, já que refletiram em elevadas produtividades de grãos (13,8 a 15,0 t ha<sup>-1</sup>), muito superiores à média de produtividade nacional para a mesma safra (2015/2016), que foi de 2,37 t ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2016).

Isso significa que a torta de filtro tem potencial para substituir total ou parcialmente o fertilizante mineral na semeadura do sorgo sem qualquer prejuízo na nutrição das plantas, na produção de massa seca e na produtividade. Esses resultados se devem a alta concentração de nutrientes na torta de filtro utilizada, não só NPK, mas outros nutrientes que proporcionaram adequada nutrição das plantas, refletindo na produção de grãos e massa seca.

Em todos os tratamentos testados, nenhuma planta apresentou perfilhamento e todas elas emitiram apenas uma panícula.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg <sup>-1</sup>				
100% TF	1,69 a	5,80 a	77,40 a	20,40 a	15,40 a
75% TF	1,92 a	6,00 a	86,40 a	20,60 a	17,20 a
50% TF	1,55 a	6,00 a	74,00 a	20,80 a	17,20 a
25% TF	2,05 a	6,00 a	77,00 a	21,40 a	15,20 a
0% TF	1,61 a	6,00 a	82,00 a	22,80 a	16,00 a
Faixa adequada <sup>(1)</sup>	20	10	200	100	20
CV (%)	68,69	13,68	13,82	15,30	13,29

Tabela 5. Teores de micronutrientes em folhas diagnósticas de plantas de sorgo cultivadas com a combinação torta de filtro e fertilizantes minerais.

CV= coeficiente de variação; MS= massa seca. Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>(1)</sup> Malavolta; Vitti e Oliveira (1997). TF= torta de filtro. 100% TF= parcela fertilizada com 100% de torta de filtro. 75% TF= parcela fertilizada com 75% de torta de filtro. 50% TF= parcela fertilizada com 50% de torta de filtro. 25% TF= parcela fertilizada com 25% de torta de filtro. 0% TF= parcela fertilizada com 0% de torta de filtro.

Lucena et al. (2013) também não observaram efeitos significativos sobre o crescimento na cultura do sorgo sacarino quando tratados com doses de torta de filtro.

Fernandes et al. (2007) observaram aumento no acúmulo de Zn, em função da adubação fosfatada, e atribuíram este resultado ao maior crescimento das plantas. Em condições de campo, Coutinho et al. (1987) verificaram que a aplicação de doses elevadas de P reduziu as concentrações de Zn nas folhas de sorgo, sendo este resultado atribuído ao “efeito de diluição” (LEÃO; FREIRE; MIRANDA, 2011).

Novoletti (2015) relatou que geralmente, ocorre um aumento de 10% na produção da cana-de-açúcar pela aplicação de torta de filtro e vinhaça no cultivo, podendo variar conforme o tipo de solo, variedade, sistema de cultivo e a disponibilidade de água. Áreas com solos mais pobres em fertilidade e com menores teores de matéria orgânica tendem a obter maior incremento da produção.

O benefício da torta de filtro também foi relatado por Fravet et al. (2010), em estudo de campo com cana-soca, ao verificarem que o uso de 70 t ha<sup>-1</sup> de torta de filtro fresca proporcionou maior produção de colmos de cana-de-açúcar. Segundo Rossetto et al.

(2008), o uso da torta de filtro em canaviais, eleva a produtividade da cultura por fornecer matéria orgânica, fósforo e cálcio, entre outros nutrientes.

Na ausência da adubação mineral a torta de filtro promoveu incrementos significativos nos teores de P da parte aérea, mostrando seu potencial como fertilizante fosfatado e comportamento similar para adubação mineral respondendo, de forma linear, à aplicação das doses de torta de filtro (ALMEIDA JUNIOR et al., 2011).

Almeida Júnior et al. (2011) relatou que as plantas de cana-de-açúcar responderam favoravelmente à adubação com torta de filtro, a qual aumentou o acúmulo de fósforo, potássio e cobre na parte aérea das plantas. Os mesmos autores recomendam o uso de torta de filtro associada à adubação mineral, como maneira de maximizar o efeito sobre a produtividade e reduzir custos com fertilizantes minerais.

## 4 | CONCLUSÕES

A torta de filtro tem potencial para substituir o fertilizante mineral de semeadura do sorgo, sem qualquer prejuízo na nutrição da planta ou na produção de grãos. Assim, a torta de filtro, com as características da utilizada nesse estudo, pode ser usada na semeadura do sorgo granífero substituindo total ou parcialmente a fertilização mineral, sem alterar o acúmulo de massa seca de raiz, de parte aérea, total, de grãos por planta e de 100 grãos, na produção de grãos por planta, produtividade e nos teores de nutrientes nas folhas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; NASCIMENTO, C. W. A.; SOBRAL, M. F.; SILVA, F. B. V.; GOMES, W. A. **Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro**. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662011001000003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662011001000003)>. Acesso em: 15 jul. 2016.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 237.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – 9º levantamento**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_06\\_09\\_09\\_00\\_00\\_boletim\\_graos\\_junho\\_\\_2016\\_-\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_09_00_00_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2016.

DUARTE, O. J. **Embrapa Milho e Sorgo**. 2010. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_5\\_ed/mercado.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_5_ed/mercado.htm)>. Acesso em: 17 jul. 2016.

FRAVET, P. R. F.; SOARES, R. A. B.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H. **Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar**. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 34, n. 3, p. 618-624, 2010.

LUCENA, E. H. L. **Efeito da aplicação de vinhaça e torta de filtro na cultura do sorgo sacarino visando produção de biomassa e rendimento de caldo**. 2014. Disponível em: <<http://hostsecure.com.br/downloads/dissertacoes/EduardoLucena.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

LUCENA, E. H. L.; ROLIM, M. M.; SILVA, N. M. L.; CAVALCANTI, N. S. **Efeito da aplicação de vinhaça e torta de filtro sobre o crescimento inicial da cultura do sorgo sacarino.** 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0823-3.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

LEÃO, D. A. S.; FREIRE, A. L. O.; MIRANDA, J. R. P. **Estado nutricional de sorgo cultivado sob estresse hídrico e adubação fosfatada.** 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pat/v41n1/a13v41n1.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, É.; PRIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. **F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto.** 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2011001000007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000007)>. Acesso em: 16 jul. 2016.

MERLINO, L. C. **Disponibilidade de bário para plantas de sorgo cultivadas em solo contaminado com o elemento.** 2013. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

MURTA, G.; RIBEIRO, J. L.; LANDAU, E. C.; CARVALHO, K. S.; NETTO, D. A. M. **Expansão Potencial da Cultura do Sorgo Granífero no Brasil Considerando o Zoneamento de Risco Climático.** 2012. Disponível em: <[http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/01400.pdf](http://www.abms.org.br/29cn_milho/01400.pdf)>. Acesso em: 18 jul. 2016.

NOVAIS, R. F.; ALVARES, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa, 2007. 1017 p.

NOVOLETTI, G. Utilização de torta de filtro e vinhaça em cana-de-açúcar. 2015. Disponível em: <<http://www.clubeamigosdocampo.com.br/artigo/utilizacao-de-torta-de-filtro-e-vinhaca-em-cana-de-acucar-1374>>. Acesso em : 31 jul. 2016.

OLIVEIRA, A. P.; ARAÚJO, L. R.; MENDES, J. E. M. F.; JÚNIOR, O. R. D.; SILVA, M. S. **Resposta do coentro à adubação fosfatada em solo com baixo nível de fósforo.** 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362004000100017](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362004000100017)>. Acesso em: 18 jul. 2016.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLAN, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: IAC, p. 1997. 285.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. **Problemas nutricionais dos solos nas novas fronteiras canavieiras.** Revista Idea News, v.8, p.78-90, 2008.

SANTOS, D.H.; TIRITAN, C.S.; FOLONI, J.S.S; FABRIS, L.B. **Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 40, n. 4, p. 454-461, 2010.

TOLFO, A. T.; MUNHOZ, G. F. L. G.; SILVA, L. J. L.; BEGA, R. M.; VIGNA, G. P.; CORÁ, J. E. **Atributos químicos do solo em decorrência da aplicação de torta de filtro, gerada no processo de fabricação de açúcar e etanol** 2013. Revista Eletrônica de Pesquisa da UNIRP – Universitas , v. 4, p. 124-136, 2014.

TOLFO, A. T.; RIBEIRO, O.; GATTI, J. H.; BEGA, R. M.; VIGNA, G. P.; CORÁ, J. E. **Parâmetros tecnológicos e produtividade de cana-de-açúcar em decorrência da aplicação de torta de filtro, gerada na fabricação de açúcar e etanol.** 2013. Revista Eletrônica de Pesquisa da UNIRP – Universitas , v. 4, p. 124-136, 2014.

## NÍVEIS DE SOMBREAMENTOS E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CEDRO-ROSA

### **Tayssa Menezes Franco**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Campus de Capitão Poço - PA

### **José Darlon Nascimento Alves**

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG

### **Wendel Kaian Oliveira Moreira**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,  
Campus de Cascavel -PR

### **Emerson Carneiro Galvão**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Campus de Capitão Poço - PA

### **Rian Antonio dos Reis Ribeiro**

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG

### **Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Campus de Capitão Poço - PA

**RESUMO:** O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Capitão Poço – PA. O delineamento do experimento foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas 4 x 5, sendo quatro níveis de sombreamento (0, 30, 50, 70 %) e cinco doses de  $P_2O_5$  (0, 5, 10, 15 e 20 g/planta) com três repetições, totalizando 60 plantas. Foram analisadas as variáveis altura da planta (AP) e número de folíolos (NFOL), aos 30 e 60 dias após o transplântio (DAT). As médias foram submetidas à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ), sendo a interação sombreamento x doses de  $P_2O_5$  submetidas à análise de regressão

( $p < 0,05$ ). Para a altura da planta (AP) aos 30 dias após o transplântio (DAT), o melhor resultado obtido foi pelo tratamento a pleno sol com comportamento quadrático, chegando a 16 cm de altura na dose 0 g/planta de ARAD, já para os sombreamentos de 30% e 50% o desempenho foi linear decrescente. Aos 60 (DAT), o tratamento 0% manteve o mesmo comportamento quadrático em relação às doses e melhor resposta na dose de 0 g/planta  $P_2O_5$ . Por outro lado, o sombrite 50% apresentou resposta constante com altura de 23, 27 cm, assim como o sombrite 70%, porém este com menor altura de 18, 23 cm, e para o sombrite 30% o comportamento foi linear decrescente. Para o número de folíolos (NFOL) aos 30 DAT o nível de sombreamento 30% apresentou resposta linear decrescente em detrimento às doses, já os níveis 50% e 70% tiveram comportamento constante obtendo 25,60 e 30,42 folíolos, respectivamente. Aos 60 DAT o nível 30% expressou resultado linear positivo, e 50% e 70% continuaram com comportamento constante, porém o nível 50 % supera o último nível com 108,73 e 90,20 números de folíolos, respectivamente. O tratamento com nível de sombreamento 0% apresentou resposta quadrática com maior valor na dose 0 g/planta de  $P_2O_5$  para o NFOL com 30 e 60 DAT. Diante disso, podemos afirmar que o sombreamento tem influência direta sob o crescimento das mudas de cedro-rosa, e a resposta das mesmas às doses de  $P_2O_5$  é negativa, uma vez que as doses são

aumentadas. Além disso, é de extrema relevância que se façam mais estudos sobre o fator adubação da espécie para os demais nutrientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cedrela fissilis*, fósforo, produção de mudas.

**ABSTRACT:** The cedar-rose (*Cedrela fissilis* Vell.) Is a forest species native to Brazil, with wide use, mainly in reforestation. The objective of this work was to analyze the effects of different levels of shading and phosphorus doses on the production of cedro-rosa seedlings. Plant height (AP) and leaflet number (NFOL) were analyzed at 30 and 60 days after transplantation (DAT). The averages were submitted to analysis of variance by the F test ( $p < 0.05$ ), with the shade interaction x doses of P2O5 submitted to regression analysis ( $p < 0.05$ ). For plant height (AP) at 30 days after transplantation (DAT), the best result was complete solar treatment with quadratic behavior, reaching 16 cm in height at 0 g / ARAD dose, already for shading of 30% and 50% performance was linearly decreasing. At 60 (DAT), the 0% treatment maintained the same quadratic behavior in relation to the doses and better dose response of the plant of 0 g / P2O5. On the other hand, sombrite 50% presented a constant response with a height of 23.27 cm, as well as sombrite 70%, but with a height less than 18.23 cm, and for sombrite 30%, the behavior decreased linearly. For the number of leaflets (NFOL) at 30 DAT, the 30% shade level showed a decreasing linear response in detriment of the doses, while the levels of 50% and 70% had constant behavior obtaining 25.60 and 30.42 leaflets, respectively. A level of 60 DAT 30% expressed a positive linear result, and 50% and 70% continued to behave steadily, but the 50% level exceeded the last level with 108.73 and 90.20 leaflet numbers, respectively. The treatment with 0% shading level presented a quadratic response with a higher value in 0 g / plant P2O5 for NFOL with 30 and 60 DAT. Therefore, we can say that the shading has a direct influence on the growth of the cedar-rose seedlings and its response to the doses of P2O5 is negative, since the doses are increased. In addition, it is of extreme relevance that more studies are done on the fertilization factor of the specie for the other nutrients.

**KEYWORDS:** *Cedrela fissilis*, phosphorus, seedling production.

## 1 | INTRODUÇÃO

O cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), pertencente à família Meliaceae, é uma árvore de 20 a 35 m de altura e tronco de 60 a 90 cm de diâmetro (LAZAROTTO et al., 2013). O cedro-rosa é bastante utilizado na indústria madeireira devido ao seu elevado valor comercial e sua versatilidade para fabricações de móveis, além de, também, ser eficaz para o reflorestamento. Segundo Pereira et al. (2016), o cedro é uma espécie promissora para reflorestamentos comerciais.

A produção de mudas florestais, em quantidade e qualidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais com espécies nativas (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2014).

Santos et al. (2008), afirmam que, embora os trabalhos envolvendo respostas ao fornecimento de P pelas espécies florestais para fins de produção de mudas para

reflorestamento sejam escassos, têm sido observadas respostas à adubação fosfatada em solos deficientes do nutriente.

Além do fator adubação fosfatada, a intensidade luminosa tem papel chave no desenvolvimento das plantas, Lima *et al.*, (2010) afirmam que a luz é um dos fatores ambientais de grande importância para a atividade fisiológica das plantas. Diante disso, estudos relacionados a disponibilidade ou intensidade luminosa na produção de mudas florestais é fundamental para que as plantas apresentem pleno desenvolvimento.

A busca por mudas de qualidade com alta taxa de sobrevivência é uma exigência cada vez mais frequente, e no ramo florestal não é diferente. Várias pesquisas estão sendo realizadas a fim de caracterizar o sistema de cultivo de culturas com potencial econômico, como as espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*. Porém várias outras espécies principalmente nativas existem poucas informações técnicas limitando a sua produção em grande escala.

Seguindo esse raciocínio, um dos entraves é a escassez de pesquisas com espécies nativas, principalmente, quanto às informações técnicas das necessidades nutricionais, irrigação, substrato e sombreamento, o que limita a produção de mudas de qualidade em larga escala (ALVES *et al.*, 2015). O que é alarmante, haja vista que, as problemáticas ambientais têm se intensificado, e um dos recursos para amenizar essas problemáticas é o reflorestamento. Com isso o objetivo deste trabalho foi analisar o efeito de diferentes doses de fósforo e sombreamento na produção de mudas de cedro – rosa.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) – Campus Capitão Poço – PA. Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Am (tropical de altitude) com precipitação anual em torno de 2.500 mm, com uma curta estação seca entre setembro e novembro (precipitação mensal em torno de 60 mm), e umidade relativa do ar entre 75% e 89% nos meses com menor e maior precipitação, respectivamente (SCHWART, 2007). O solo utilizado como substrato foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013) e apresentou as seguintes características químicas: pH (Água) = 4,5, Condutividade elétrica = 0,25 dS/m,  $Ca^{2+}$  = 0,70 cmol/kg,  $Mg^{2+}$  = 0,60 cmol/kg,  $Na^{+}$  = 0,05 cmol/kg,  $K^{+}$  = 0,09 cmol/kg,  $H^{+}$  +  $Al^{3+}$  = 4,46 cmol/kg,  $Al^{3+}$  = 0,80 cmol/kg, S = 1,4 cmol/kg, T = 5,9 cmol/kg, C = 8,52 g/kg, N = 0,86 g/kg, C/N = 10, M. O. = 14,69 g/kg, V = 24 %, m = 36 %, P Assimilável = 8 mg.kg<sup>-1</sup>. Para a correção do solo, foi realizada a calagem com uso de calcário dolomítico na quantidade de 3g/saco, em seguida o substrato foi deixado em um período de incubação de 30 dias

Foram utilizadas sementes de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). As mesmas passaram pelo processo de quebra de dormência por embebição em água destilada por um período de 24h. As sementes foram semeadas em sacos de polietileno (1 kg) e após possuírem quatro pares de folhas foram transplantadas para o local definitivo em sacos de polietileno

de 4 kg. A irrigação foi realizada sempre que necessária, para manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo.

A adubação nitrogenada foi realizada com uso da ureia (46% N), e todos os tratamentos receberam 100 mg dm<sup>-3</sup> de N, enquanto a adubação potássica foi de 80 mg dm<sup>-3</sup> de K, utilizando o cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) (FREIBERGER, 2013). O controle de plantas espontâneas, pragas e doenças foram realizados de acordo com a necessidade.

O delineamento do experimento foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas 4 x 5, sendo quatro níveis de sombreamento (0, 30, 50, 70 %) por meio de uso de telas sombrite e cinco doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 5, 10, 15 e 20 g/planta) com a fonte fosfato natural reativo de ARAD (33% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 37% Ca), com 3 repetições totalizando 60 plantas. O espaçamento utilizado foi de 0,6 m x 0,6 m.

As variáveis analisadas foram altura da planta (AP, em cm), medida do coleto ao ápice foliar com auxílio de régua milimetrada, e número de folíolos (NFOL) determinado através de contagem simples, no período de 30 e 60 dias após o transplântio (DAT).

As médias foram submetidas à análise de variância pelo teste F (p < 0,05) mediante emprego do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011), sendo a interação sombreamento x doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> submetidas à análise de regressão (p<0,05).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância houve efeito significativo (p<0,05), na interação níveis de sombreamento e doses de fosforo para as variáveis altura da planta (AP) e número de folíolos (NFOL) aos 30 e 60 dias após o transplântio (Tabela 1).

Fatores	GL	Quadrado médio			
		AP 60 DAT	AP 30 DAT	NFOL 30 DAT	NFOL 60 DAT
Sombreamento (NS)	3	305,66**	4,77 <sup>ns</sup>	53,97 <sup>ns</sup>	10500,58**
Dose	4	33,41	15,79	345,44	844,5
NS*Dose	12	51,15**	10,36*	122,87*	1078,72*
Resíduo	40	16,63	3,93	62,45	534,9
CV%		22,2	24,0	28,1	28,64

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os efeitos dos níveis de sombreamento e doses de fósforo em mudas de cedro-rosa.

ns: não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade; \*\*significativo a 1% de probabilidade.

Para a altura da planta (AP) com 30 dias após o transplântio (DAT), o melhor resultado obtido foi o tratamento a pleno sol com comportamento quadrático, chegando a 16 cm de altura na dose 0 g/planta de ARAD. Com o aumento das doses houve uma queda na altura, onde a menor está entre 6 a 8 cm nas doses 10 e 15 g/planta de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 1). Além de o Arad possuir como característica a liberação lenta de fósforo, Ramos et al., (2010) afirmam que nas pesquisas recentes acerca de adubação, têm sido avaliadas fontes reativas, Como o fosfato natural de Arad, pois o mesmo apresenta liberação lenta, favorecendo a sua forma

absorvível (label), e o fato de as plantas serem jovens e não estarem com seus sistemas radiculares desenvolvidos e estarem a pleno sol vem dificultar ainda mais a absorção do fósforo disponível no solo.

A AP nos sombreamentos de 30% e 50% apresentou desempenho linear decrescente, mostrando um decréscimo na altura das plantas com o aumento das doses de  $P_2O_5$  (Figura 1). Segundo Manschner (1995), há redução do processo fotossintético se houver doses elevadas de fósforo, ocasionando a exportação excessiva da triose-P da mitocôndria para o citosol, o que por sua vez, vem a prejudicar a regeneração da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase oxygenase (rubisco) e com influência diretamente proporcional a fixação de  $CO_2$  no processo fotossintético. Já para o nível de sombreamento 70%, apresentou resultado constante em relação às doses.

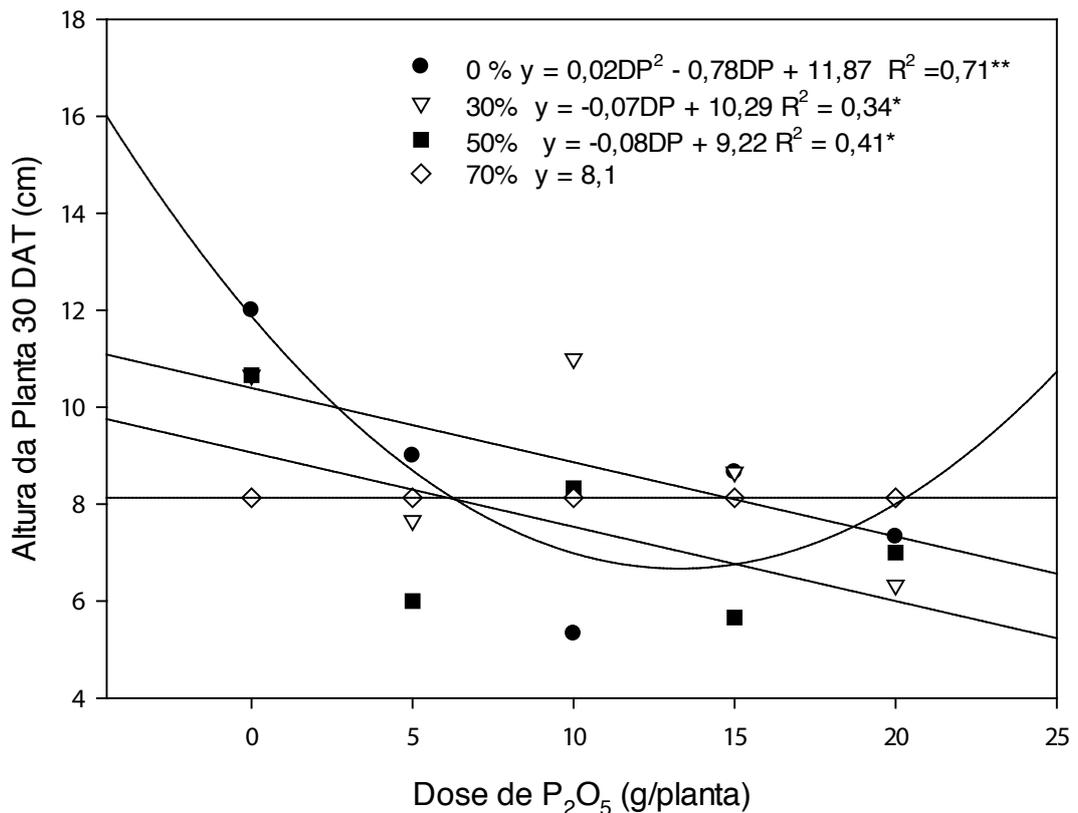


Figura 1: Altura da planta (AP) de mudas de cedro-rosa submetidas às doses de  $P_2O_5$  e níveis de sombreamento com 30 dias após o transplante (DAT).

Observa-se que a altura da planta com 60 DAT para o tratamento 0% manteve o comportamento quadrático em relação às doses e melhor resposta na dose de 0 g/planta  $P_2O_5$ . Já o sombrite 50% apresentou resposta constante com altura de 23,27 cm, assim como o sombrite 70%, porém este com menor altura de 18,23 cm, e para o sombrite 30% o comportamento foi linear decrescente com o aumento das doses (Figura 2). Esses resultados mostram que os níveis de sombreamento influenciam no crescimento vegetal.

Entre os diversos componentes do ambiente, a luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também, por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização (ALBUQUERQUE et al., 2015).

Por meio disto, a luz tem efeito direto no crescimento eficaz de mudas, uma vez que, é essencial para o processo de fotossíntese.

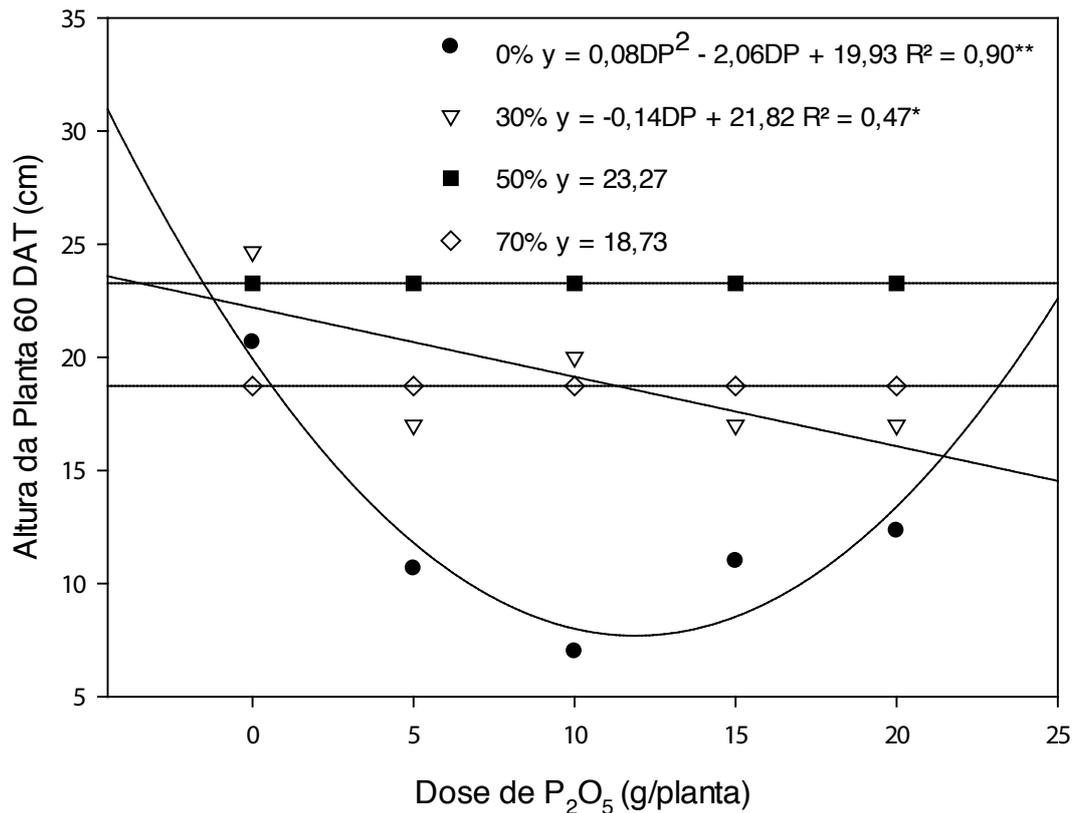


Figura 2: Altura da planta (AP) de mudas de cedro-rosa submetidas às doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e níveis de sombreamento 60 dias após o transplante (DAT).

Resultados semelhantes foram encontrados por Reis et al., (2016) em pesquisa realizada sobre desenvolvimento inicial de mudas de *Copaifera lansdorffii* sob diferentes níveis de sombreamento, onde os níveis de sombreamento tiveram influência sobre a altura das plantas analisadas aos 60, 90, 120 e 191 dias após a emergência.

O nível de sombreamento 70%, por mais que tenha apresentado resultado constante assim como o 50%, obteve menor altura, o que evidencia que a intensidade luminosa disponível à planta influencia no crescimento da mesma. Por outro lado, comparando os dois níveis citados, observamos que o 50% induziu as plantas a terem maior altura, esse fenômeno pode ter ocorrido pelo fato de haver maior intensidade luminosa disponível, o que fez com que as plantas realizassem seus processos fotossintéticos com maior facilidade se comparado com o nível 70%, e por mais que haja 50% de luz disponível, a ausência de 50% do mesmo fator ambiente, pode ter induzido as plantas a alocarem grande parte de seus recursos metabólicos para crescerem em altura. Já o nível 70% pode ter afetado mais severamente a habilidade fotossintética das plantas, o que por sua vez afetou no seu crescimento (Figura 2).

Corroboram com esses resultados Roweder et al., (2015) em sua pesquisa sobre produção de mudas de mogno sob diferentes substratos e níveis de luminosidade, onde para a altura da planta o melhor sombreamento foi 50% não sendo influenciado pelo substrato utilizado.

Para o número de folíolos (NFOL) aos 30 DAT, o tratamento com nível de sombreamento 0% apresentou resposta quadrática com maior valor na dose 0 g/planta de  $P_2O_5$ . O nível de sombreamento 30% apresentou resposta linear decrescente em detrimento às doses, já os níveis 50% e 70% tiveram comportamento constante obtendo 25,60 e 30,42 folíolos, respectivamente (Figura 3). O fator luz teve influência relevante para o lançamento de folíolos, uma vez que, é perceptível que as mudas de cedro a pleno sol tiveram redução significativa da emissão de folíolos, pois a radiação solar tem influência no aparato fotossintético das plantas. Zanela et al., (2006) afirmam que entre os diversos componentes do ambiente, a luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas, também, por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização.

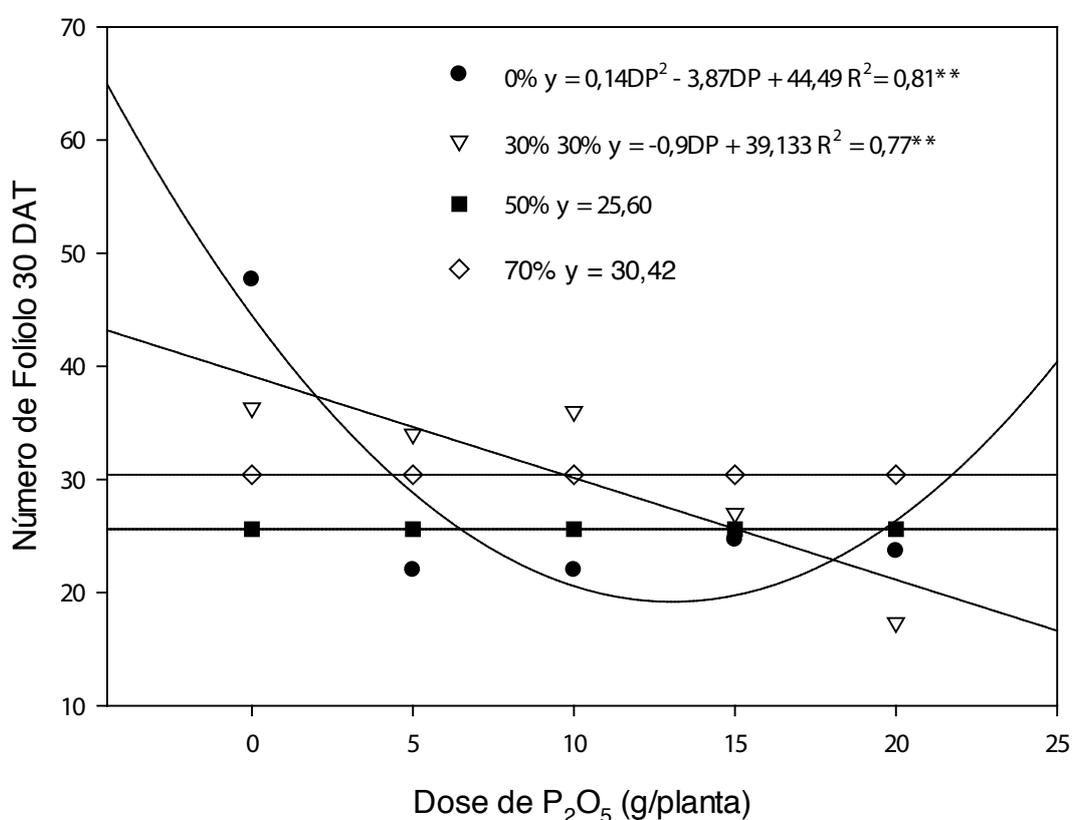


Figura 3: Número de folíolos de mudas de cedro-rosa submetidas às doses de  $P_2O_5$  e níveis de sombreamento com 30 dias após o transplante (DAT).

Em se tratando do número de folíolos (NFOL) por planta em relação à interação sombreamento e doses de  $P_2O_5$  com 60 DAT, o nível de sombreamento 0% manteve comportamento quadrático, com abrupta queda no número de folíolos com o aumento das doses. O nível 30% expressou resultado linear positivo, e 50% e 70% continuaram com comportamento constante, porém o nível 50% supera o último nível com 108,73 e 90,20 números de folíolos, respectivamente (Figura 4).

É importante salientar que o número de folíolos no nível 50% de sombreamento aumentou 4,25 vezes o valor encontrado aos 30 DAT, evidenciando um elevado número de lançamento de folíolos. Resultados semelhantes foram encontrados por Reis et al., (2016)

no trabalho sobre desenvolvimento inicial de qualidade de mudas de *Copaifera lansdorffii* sob diferentes níveis de sombreamento, onde o maior número de folhas da espécie foi obtido por meio 50% conferindo maior qualidade das mudas e possivelmente melhor sobrevivência no campo.

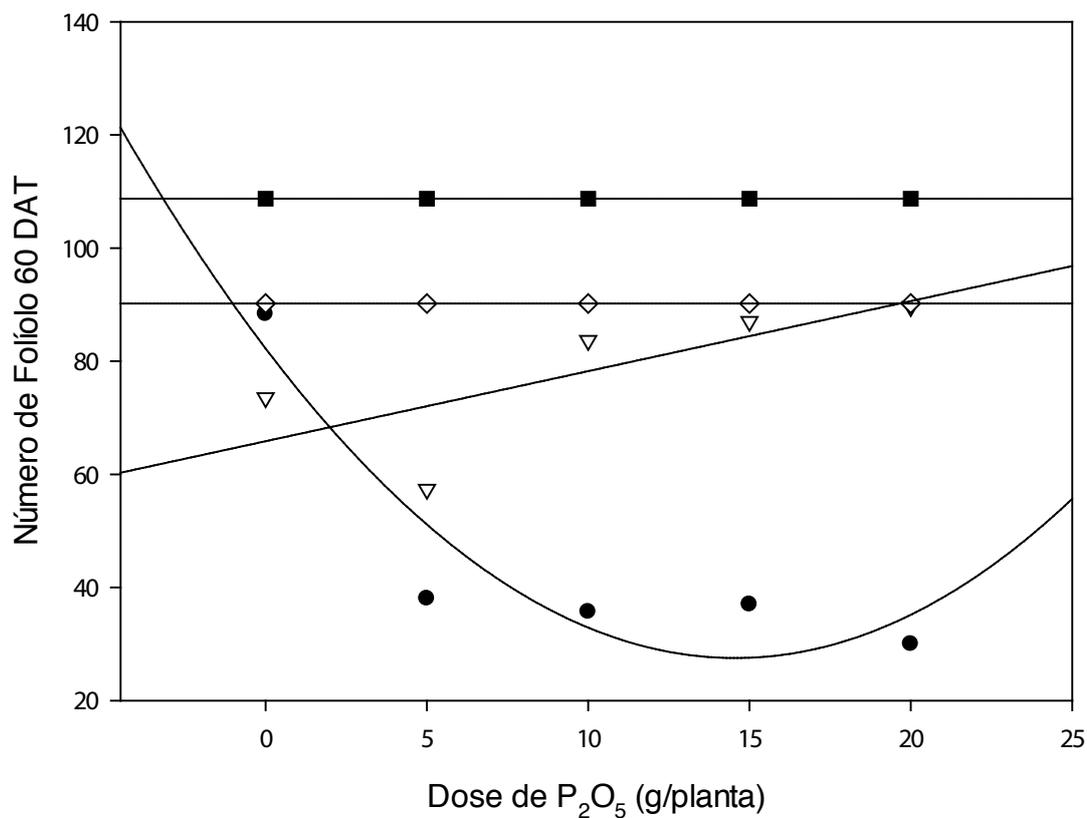


Figura 4: Número de folíolo submetido a doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e níveis de sombreamento com 30 dias após o transplântio (DAT).

Para os vegetais, o fósforo é crucial em seu metabolismo, desempenhando papel importante em um grande número de processos metabólicos, como a transferência de energia, síntese de ácidos nucléicos, glicose, respiração, entre outros processos (TAIZ; ZEIGER, 2013; LOPES; LIMA, 2015).

#### 4 | CONCLUSÕES

Diante disso, podemos afirmar que o sombreamento tem influência direta sob o crescimento das mudas de cedro-rosa, e a resposta das mesmas às doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> é negativa, uma vez que as doses são aumentadas. Além disso, é de extrema relevância que se façam mais estudos sobre o fator adubação da espécie para os demais nutrientes.

#### REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T. C. S. EVANGELISTA, T. C. ALBUQUERQUE NETO, A. A. R. Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil. **Revista Agro@ambiente Online**, Boa Vista, v. 9, n. 4, p. 440-445, 2015.

ALVES, J. D. N. SOUZA, F. C. A. OLIVEIRA, M. L. OLIVEIRA, M. C. M. A. OKUMURA, R. S. Fontes de fósforo no crescimento inicial de mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Nucleus**, Ituterava, v.12, n.2, p. 299-307, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

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

FREIBERGER, M. B., GUERRINI, I A., GALETTI, G., FERNANDES, D. M. e CORRÊA, J. C. Crescimento inicial e nutrição de cedro (*Cedrela fissilis* VELL.) em função de doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.3, p.385-392, 2013.

LAZAROTTO, M. MUNIZ, M. F. B. BELTRAME, R. SANTOS, A. F. MEZZOMO, R. PIVETA, G. BLUME, E. Qualidade fisiológica e tratamentos de sementes de *cedrela fissilis* **procedentes do sul do Brasil**. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.2, p. 201-210. 2013.

LIMA, A.L.S. ZANELLA, F. CASTRO, L. D. M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v.40, p.43-48, 2010.

LOPES, N. F. LIMA, M. G. S. **Fisiologia da Produção**. Viçosa: Editora UFV, 2015. 492p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higherplants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

PEREIRA, L. D. FLEIG, F. D. MEYER, E. A. LANZARIN, K. WOLF, K. Suscetibilidade do cedro ao ataque de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.5, p.607-6014, 2016

RAMOS, S. J., FAQUIN, V., RODRIGUES, C. R., SILVA, C. A., ÁVILA, F. W. de. & SAMPAIO, R. A. Utilização de fósforo e produção do feijoeiro: influência de gramíneas forrageiras e fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 89-96, 2010.

REIS, S. M.; JÚNIOR, B. H. M.; MORANDI, P. S.; SANTOS, C. O.; OLIVEIRA. B.; MARIMON, B. S. Desenvolvimento inicial e qualidade de mudas de *copaifera langsdorffii* desf. Sob diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 11-20, 2016.

ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. Produção de mudas de mogno sob diferentes substratos e níveis de luminosidade. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 2, n. 3, p. 91-97, 2015.

SANTOS, R. A.; TUCCI, C. A. F.; HARA, F. A. S.; SILVA, W. G. Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**. Manaus, v.38 n.3, p. 453-458, 2008.

SCHWART, G. Manejo sustentável de florestas secundárias: espécies potenciais no

Nordeste do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência; Desenvolvimento**, Belém, v.3, n.5, p.125-147, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre, Artmed, 2013. 918p.

TRIGUEIRO, R. M. GUERRINI, I. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de Aroeira-pimenteira **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.4, p.657-665, 2014.

ZANELLA, F.; SONCELA, R., LIMA, A. L.S. Formação de mudas de maracujazeiro “amarelo”, sob níveis de sombreamento em Jli - Paraná/Ro. **Revista Técnico-Científica Agrícola**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 880-884, 2006.

## PERFILHAMENTO DA CANA-DE-ACÚÇAR FERTILIZADA COM ORGANOMINERAL DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE EM SOLO DE BAIXA FERTILIDADE

### Ana Karinne Costa e Silva

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias  
Uberlândia - Minas Gerais

### Fernando Ferreira Batista

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias  
Uberlândia - Minas Gerais

### Matheus Henrique Medeiros

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias  
Uberlândia - Minas Gerais

### Emmerson Rodrigues de Moraes

Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos  
Morrinhos - Goiás

### Regina Maria Quintão Lana

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias  
Uberlândia - Minas Gerais

**RESUMO:** A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) continua em expansão no Brasil. Os bio sólidos oriundos de lodo de esgoto ainda não possuem uma destinação específica. O uso desse material orgânico no monocultivo cana-de-açúcar tem grande potencial do ponto de vista econômico e ambiental. Sendo assim, o objetivo da pesquisa foi avaliar o perfilhamento da cana-de-açúcar, adubada com fertilizante mineral e organomineral de bio sólido associados a bioestimulante. O

experimento foi implantado na Usina Vale do Tijuco, situado no Rio do Peixe distrito de Prata - MG. Foi aplicado 2,4 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. O mesmo foi implantado em Junho de 2015, utilizando a cultivar RB 92 579. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. Para a adubação de plantio utilizou fontes mineral e organomineral oriundo do lodo de esgoto. Foi utilizado o bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 l ha<sup>-1</sup>) no momento do plantio. Foi avaliado o perfilhamento da planta aos 30, 60, 90, 120, e 150 dias após plantio (DAP). O bioestimulante aumenta o perfilhamento da cana-de-açúcar aos 60 e 120 DAP. O organomineral de lodo de esgoto com bioestimulante nas doses de 100 e 120 % da recomendação superam a fonte mineral. Os diferentes percentuais de adubação de plantio aumentam o perfilhamento das plantas de cana-de-açúcar aos 60, 120 e 150 DAP.

**PALAVRAS-CHAVE:** bio sólido, Stimulate®, *Saccharum* spp.

**ABSTRACT:** Sugarcane (*Saccharum officinarum*) continues to grow in Brazil. Biosolids from sewage sludge do not yet have a specific destination. The use of this organic material in sugar cane monoculture has great potential from the economic and environmental point of view. Therefore, the

objective of the research was to evaluate the tillering of sugarcane, fertilized with mineral fertilizer and organomineral biosolids associated to biostimulant. The experiment was implemented at the Vale do Tijuco Plant, located in Rio do Peixe district of Prata - MG. It was applied 2.4 t ha<sup>-1</sup> of dolomitic limestone. It was implanted in June 2015, using cultivar RB 92 579. The experimental design was in randomized blocks with factorial 5 x 2 +1, with five treatments, with and without biostimulant plus one additional (mineral fertilization) in four replicates. For the fertilization of planting it used mineral and organomineral sources originating from the sewage sludge. The Stimulate® rooting biostimulant was inoculated via inoculation (0.75 l ha<sup>-1</sup>) at planting. Plant tillering was evaluated at 30, 60, 90, 120, and 150 days after planting (DAP). The biostimulant increases the tillering of sugarcane at 60 and 120 DAP. The organomineral sewage sludge with biostimulant in the doses of 100 and 120% of the recommendation exceeds the mineral source. The different percentages of planting fertilization increase the tillering of the sugarcane plants at 60, 120 and 150 DAP.

**KEYWORDS:** biosolid; Stimulate®, *Saccharum* spp.

## 1 | INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) tem uma crescente cada vez maior no Brasil (CONAB, 2016). Os biossólidos oriundos de lodo de esgoto ainda não possuem uma destinação específica. O uso desse material orgânico no monocultivo cana-de-açúcar tem grande potencial do ponto de vista econômico e ambiental. O uso de material orgânico associado ao mineral além de nutrir a planta melhora as características físico-químicas do solo. O estudo de outras fontes, como o fertilizante organomineral, tem criado uma perspectiva quanto a sua eficiência, valor econômico e sustentável (RADY, 2012; KULIKOWSKA e GUSIATIN, 2015; LIANG et al., 2016). Objetivou-se avaliar o perfilhamento da cana-de-açúcar, adubada com fertilizante mineral e organomineral de biossólido associados a bioestimulante em solo de baixa fertilidade.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em área de expansão de canavial, na Usina Vale do Tijuco, situado no Rio do Peixe, distrito de Prata - MG, localizado nas coordenadas 19° 30' 01,7" S e 48° 28' 31,8" W. O solo é Latossolo Amarelo distrófico arenoso. Utilizando a cultivar RB 92 579.

Foi feita análise química nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. O solo é arenoso com 18,5 % de argila, 9,5 % de silte e 72,0 % de areia. Foi feita uma calagem com 2,4 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. Semeou-se de 15 a 18 gemas viáveis metro<sup>-1</sup> através de mudas na profundidade de 30 a 40 cm. Foi utilizado o bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 l ha<sup>-1</sup>) no momento do plantio. As combinações dos tratamentos em função da recomendação de adubação de plantio (570 kg ha<sup>-1</sup> formulação 04-21-07) durante o ciclo da cultura foram: 100 % da fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120

% (Sem e Com Bioestimulante).

As combinações dos tratamentos em função da recomendação de adubação de plantio (570 kg ha<sup>-1</sup> formulação 04-21-07) durante o ciclo da cultura foram: 100 % da fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Sem e Com Bioestimulante).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 9 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m.

A avaliação do perfilhamento da planta, foi realizado aos 30, 60, 90, 120, e 150 dias após plantio (DAP). A contagem dos perfilhos foi feita em oito metros centrais das quatro linhas úteis.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O bioestimulante aumentou o perfilhamento aos 60 e 120 DAP. No perfilhamento da cana-de-açúcar não houve interação significativa entre as doses com e sem o bioestimulante e o fertilizante mineral. Teve-se diferença de perfilhamento na presença e ausência de bioestimulante em ambas as áreas. O Fertilizante Organomineral, para o município do Prata, no percentual de 100 e 120% da adubação com bioestimulante aos 30, 60 e 150 DAP promoveu maior perfilhamento que a adubação mineral (100% da adubação). O bioestimulante aumentou o perfilhamento aos 60 e 120 DAP, no mesmo município. Em Latossolo Amarelo distrófico arenoso o perfilhamento reduziu dos 90 para 120 e 150 DAP. Em função da operação de “quebra-lombro”, que é o nivelamento do solo no centro das linhas onde ocorre uma amontoa nas plantas de cana-de-açúcar.

### 4 | CONCLUSÕES

O bioestimulante aumenta o perfilhamento da cana-de-açúcar. O organomineral de lodo de esgoto com bioestimulante nas doses de 100 e 120 % da recomendação superam a fonte mineral. Os diferentes percentuais de adubação de plantio aumentam o perfilhamento das plantas de cana-de-açúcar até os 150 DAP.

### REFERÊNCIAS

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – (2016). **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. V.2 – safra 2016/2017 n.2 – Segundo Levantamento. Brasília, p. 14-16. ARNON, D.I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, Rochville, v.24, p.1-15, 1949.

KULIKOWSKA, D.; GUSIATIN, Z. M. Sewage sludge composting in a two-stage system: Carbon and nitrogen transformations and potential ecological risk assessment. **Waste Management**, New York, v. 38, p. 312-320, 2015. DOI: [10.1016/j.wasman.2014.12.019](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.12.019)

LIANG, Q.; CHEN, H.; GONG, Y.; YANG, H.; FAN, M.; Y. KUZYAKOV. Effects of 15 years of manure and mineral fertilizers on enzyme activities in particle-size fractions in a North China Plain Soil. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v. 60, p. 112-119, 2014. DOI.: 10.1016/j.ejsobi.2013.11.009

RADY, M. M. A novel *organo-mineral fertilizer* can mitigate salinity stress effects for tomato production on reclaimed saline soil. **South African Journal of Botany**, Grahamstown, v. 81, p. 8 - 14, 2012. DOI: 10.1016/j.sajb.2012.03.013.

## PRODUÇÃO DE MUDAS CAJUEIRO COMUM E CAJUZINHO DO CERRADO SUBMETIDO À ADUBAÇÃO NITROGENADA

**Valéria Lima da Silva**

Universidade Estadual de Goiás – UEG-São Luís de Montes Belo – Goiás

**Alessandra Conceição de Oliveira**

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

**Carlos Cesar Silva Jardim**

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

**Weslian Vilanova da Silva**

Universidade Estadual de Goiás – UEG-

**Rosilene Oliveira dos Santos**

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

**Vinicius Marca Marcelino de Lima**

Faculdades Unidas do Vale do Araguaia- UNIVAR

**Luciana Saraiva de Oliveira**

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes dosagens de nitrogênio na produção de mudas de duas variedades. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos (0,150; 300; 450 e 600 mg.dm<sup>-3</sup>) e cinco repetições. Foram avaliados os seguintes parâmetros: altura da parte aérea e comprimento da raiz, número de folhas, diâmetro do caule, peso da massa fresca das folhas, caule e raiz e massa seca das folhas, caule e raiz. Não se recomenda o uso de adubação nitrogenada para a produção de

mudas de cajueiro, pois a utilização de substratos orgânicos é suficiente, sendo que a muda não consegue responder até a adubações, sendo que quando se tem doses maiores as plantas começam a ter um decréscimo no seu desenvolvimento, sendo assim mostrando que não há necessidades de doses maiores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Anacardium occidentale L., Anacardium othonianum Rizzini, fertirrigação, ureia.

**ABSTRACT:** The present work had as objective to evaluate different nitrogen dosages in the production of seedlings of two varieties. The experiment was conducted in a randomized block design with four treatments (0.150, 300, 450 and 600 mg.dm<sup>-3</sup>) and five replicates. The following parameters were evaluated: shoot height and root length, number of leaves, stem diameter, weight of fresh leaf mass, stem and root and dry mass of leaves, stem and root. It is not recommended the use of nitrogen fertilization for the production of cashew tree seedlings, since the use of organic substrates is sufficient, and the seedlings can not respond until fertilization, and when larger doses are given, the plants begin to decrease in their development, thus showing that there is no need for larger doses.

**KEYWORDS:** Nitrogen Fertilization, Fertirrigation, Seedling Production

## INTRODUÇÃO

A fruticultura é um dos setores de maior destaque do agronegócio brasileiro, estando presente em todo o país. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, ficando atrás apenas da China e Índia, o que indica a relevância do setor para a economia brasileira (SEBRAE, 2015). O cajueiro comum (*Anacardium occidentale* L.), pertencente à família Anacardiaceae, ocupa lugar de destaque entre as plantas frutíferas tropicais. É uma cultura de grande importância econômica, estimulada pela produção do produto industrializado e pelo consumo interno. Possui um valor socioeconômico significativo dentro das frutas produzidas no Brasil. A produção de polpa e amêndoas da castanha de caju destina-se, tradicionalmente, ao mercado externo (DUARTE et al., 2014).

O cajuzinho cerrado (*Anacardium othonianum* Rizzini) está entre as espécies que apresentam grande potencial econômico para utilização em sistemas de produção agrícola destaca-se o caju arbóreo do Cerrado, conhecido popularmente por cajuzinho do cerrado sendo bastante útil as populações da região. É muito difundido na medicina popular e o seu pseudofruto pode ser consumido in natura ou na forma de sucos, doces, geleias, sorvetes, compotas, sua amêndoa torrada é comestível (ALMEIDA et al., 1998).

A produção de mudas é uma etapa importante no sistema produtivo, pois a qualidade da muda influencia diretamente no desempenho final das plantas nos campos de produção. Para a produção de mudas em viveiros comerciais, é de suma importância que o viveirista adquira sementes de instituições que comercializam sementes certificadas, podendo também obter sementes do próprio pomar, se o mesmo apresentar boas condições fitossanitárias (CARVALHO et al 2015). A escolha de uma cultivar adaptada à região de cultivo e que apresente boas características produtivas é fundamental para o sucesso da atividade.

Além da escolha adequada da cultivar, a utilização de substratos de qualidade é fundamental para garantir o crescimento satisfatório das mudas. Os substratos exercem a função de sustentação das plantas, proporcionam o crescimento das raízes e fornecem as quantidades adequadas de ar, água e nutrientes às plantas (SILVA et al., 2001). A qualidade do substrato depende da sua formulação, podendo, inclusive, reduzir adubações complementares, diminuindo o custo de produção da muda (RODRIGUES, 2012).

O nitrogênio é o nutriente essencial mais exigido pelas plantas e responsável por diversas reações biológicas, sendo o seu manejo um dos mais complexos dentre os macronutrientes (MARSCHNER, 1995). O estado nutricional é componente primário para o controle de doenças e, desta forma, o equilíbrio nutricional do vegetal é considerado um dos principais fatores responsáveis por mecanismos de defesa frente aos fatores bióticos (GOMES et al., 2007). O desequilíbrio nutricional relacionado com o nitrogênio pode resultar em aumento da severidade de determinadas doenças (TOMAZELA, 2005; HUBER & THOMPSON, 2007; LIMA et al., 2010).

Portanto, devido à multiplicidade de reações química e biológica, à dependência das condições ambientais e ao seu efeito no rendimento das culturas, o nitrogênio apresenta

maiores dificuldades de manejo na produção agrícola mesmo em propriedades tecnicamente orientadas. Apesar das diversas utilidades das frutíferas do Cerrado a situação dessas espécies se agravam ao passo da grande pressão que o homem vem causando sobre esse Bioma na busca da expansão agrícola mecanizada sem levar em consideração o estudo e o conhecimento que priorizem o manejo sustentável da biodiversidade presente neste ecossistema (BELO, 2014).

As práticas culturais para as espécies de cajueiros nativos na região Centro-Oeste ainda não foram determinadas e a exploração dessa espécie ainda é limitada tanto em estudos sobre a cultura como a adubação nitrogenada. Diante do exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desenvolvimento de mudas de duas variedades de caju com diferentes doses de nitrogênio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da UNEMAT – Universidade do Estado do Mato Grosso, no período de novembro de 2015 a janeiro de 2016. O clima da região é do tipo Aw, de acordo com a classificação Köppen (CAMARGO, 1963), isto é, tropical com duas estações climáticas bem definidas, sendo uma seca, de maio a setembro, e uma chuvosa, de outubro a abril (NIMER, 1989). A temperatura média anual é de 24 °C e a precipitação em torno de 1.500 mm (SILVA et al., 2008). Durante o experimento a precipitação, umidade relativa do ar, temperatura mínima e máxima foi de 2,48 mm, 84,42%, 22 °C, 37 °C respectivamente (INMET, 2016).

O experimento foi instalado e conduzido em telado com 50% de sombreamento. Para a instalação do experimento retirou-se as sementes, destacando-as de pseudofrutos maduros de cajuzinho-do-cerrado, em meados de outubro e novembro em uma propriedade particular, em Nova Xavantina/MT. Foi realizada uma seleção das sementes, visando a uniformidade, separando aquelas fora do padrão (atacadas por pragas, deformadas, etc.). Em seguida realizou-se um teste de densidade com as sementes, colocando-as em recipiente com água, por 24 horas antes do plantio para se obter uma germinação uniforme das sementes. Posteriormente, foram secas sobre papel toalha naturalmente.

A produção de mudas foi realizada em recipientes de polietileno com as dimensões 14x20 cm, com capacidade para 1,0 dm<sup>3</sup> de substrato nas proporções de 2:1 (Solo/ Esterco), sendo que o esterco bovino totalmente decomposto para então ser peneirado e homogeneizados. O plantio foi realizado com duas sementes por recipiente, e aos 25 dias após a emergência, as plantas foram desbastadas deixando apenas as mais vigorosas por recipiente.

Adotou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial cinco doses de nitrogênio (0,150; 300; 450 e 600 mg.dm<sup>-3</sup>) x duas espécies de caju (caju comum, *Anacardium occidentale* L. e cajuzinho do cerrado, *Anacardium othonianum* Rizzini), totalizando 10 tratamentos, com quatro blocos. Em cada repetição continha 10 plantas e

foram analisados apenas as oito plantas centrais em cada tratamento.

As aplicações das diferentes doses de Nitrogênio foram parceladas, sendo as mesmas diluídas em água e aplicadas via fertirrigação, sendo que os intervalos entre as adubações foram de 15 dias, e utilizado 20 ml da solução por recipiente.

As variáveis analisadas foram: altura da parte aérea, comprimento da raiz, número de folhas, diâmetro do caule, peso da massa verde das folhas, caule e raiz e massa seca das folhas, caule e raiz. Os tratos culturais utilizados foram: o desbaste realizado 25 dias após a germinação (DAG), onde selecionou-se as mudas vigorosas. Não houve a necessidade de realizar o controle de pragas e doenças, e a eliminação das plantas adventícias foi feita manualmente. A irrigação foi realizada diariamente em dois turnos (manhã e tarde) com auxílio de regador.

Para as análises de desenvolvimento da planta seguiu-se os seguintes parâmetros: a altura linear das plantas e comprimento do sistema radicular mediu-se do colo até o ápice da parte aérea e, do colo ao extremo da raiz, respectivamente, obtendo a média por planta em centímetro com o auxílio de régua graduada. O diâmetro do colo foi obtido com auxílio de um paquímetro digital obtendo-se a média por planta em milímetros. O número de folhas foi determinado a partir da contagem de folhas acima 1,0 cm de expansão (nº folhas/planta).

A determinação da matéria seca foi realizada através da separação da raiz da parte aérea, e posterior desidratação com a utilização de uma estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65° C por 72 horas, até atingirem massas constantes. Procedeu-se à pesagem em balança analítica (0,01g) e o resultado foi expresso em gramas por planta. Obteve-se a massa seca total com a soma das médias da raiz e parte aérea.

A avaliação estatística do experimento foi realizada pelo programa computacional SISVAR 5.1 - Sistema para Análise de Variância, e foram comparadas ao teste de regressão 1% e 5% de probabilidade (FERREIRA,2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se a análise química de amostras do substrato utilizado no experimento (Tabela 1), para a verificação da necessidade de realizar alguma correção nos níveis de fertilidade.

pH CaCl <sub>2</sub>	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	K	P	CTC	V	M.O.	Argila	Silte	Areia
	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					-mg dm <sup>-3</sup> -		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%		-----g/kg-----		
7,8	3,21	2,0	0,12	2,20	12,6	7,35	13,9	12,6	85,1	33,70	192,0	50	758,0

Tabela1. Resultados da análise química e física do substrato utilizado no experimento de mudas de Cajueiro. Nova Xavantina, MT.

Observa-se que os níveis de fertilidade do substrato utilizado estão satisfatórios para

a fase de viveiro, onde o requerimento de nutrientes pela planta é de menor quantidade devido a menor quantidade de biomassa formada.

F.V.	G.L.	Quadrado Médio					
		APA	DIA	NF	CR	MFC	MFR
Variedade (V)	1	134,07**	18,24**	53,08*	88,51**	19,99**	12,49**
Doses (D)	4	6,68 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	3,08 <sup>ns</sup>	20,14*	0,66 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>
D * V	4	11,05 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	7,49 <sup>ns</sup>	11,93 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>
Bloco	3	45,10*	5,33**	4,03 <sup>ns</sup>	26,45*	2,50*	0,84 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	12,15	0,58	7,33 <sup>ns</sup>	6,03	0,65	0,47
C.V.		17,63	13,51	23,03	13,63	38,52	35,13

F.V.	G.L.	Quadrado Médio					
		MFF	MFT	MSC	MSR	MSF	MST
Variedade (V)	1	36,24**	196,82**	2,99**	0,82**	5,11**	24,01 <sup>ns</sup>
Doses (D)	4	2,68 <sup>ns</sup>	9,56 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>
D * V	4	3,12 <sup>ns</sup>	13,05 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>
Bloco	3	5,83 <sup>ns</sup>	22,21*	0,29 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	2,49*
Resíduo	27	2,10	7,96	0,07	0,04	0,28	0,78
C.V.		33,50	33,75	39,89	34,62	37,25	33,50

Tabela 2. Resumo da análise de variância e teste de medias para: altura da parte aérea (APA); diâmetro do caule (DIA); número de folhas (NF); comprimento das raízes (CR); massa fresca do caule (MFC); massa fresca da raiz (MSR); massa fresca das folhas (MFF); massa fresca total (MFT); massa seca do caule (MSC); massa seca das raízes (MSR); massa seca das folhas (MSF); massa seca total (MST).

\*significância a 5% no teste Tukey; \*\*significância a 1% no teste Tukey; <sup>ns</sup>não significativo no teste Tukey

Ao analisar a Tabela 2, observa-se que quando se compara variedades a altura da parte aérea, diâmetro, número de folhas, comprimento da raiz, massa fresca e seca do caule e raiz obtiveram resultados significativos somente a massa seca total sendo indiferente. A avaliação da interação entre variedades e doses não foram significativas. O incremento de N só se diferiu significativamente no comprimento das raízes, porém em outros trabalhos semelhantes a aplicação de N, utilizando uréia promoveu efeitos significativos em todas as características de crescimento avaliadas. Quando houve acréscimos nas doses de N aplicadas ocorreu um aumento da altura dos porta-enxertos. Os porta-enxertos de cajueiro obtiveram altura máxima estimada de 25,74 cm (MENDONÇA et al., 2010).

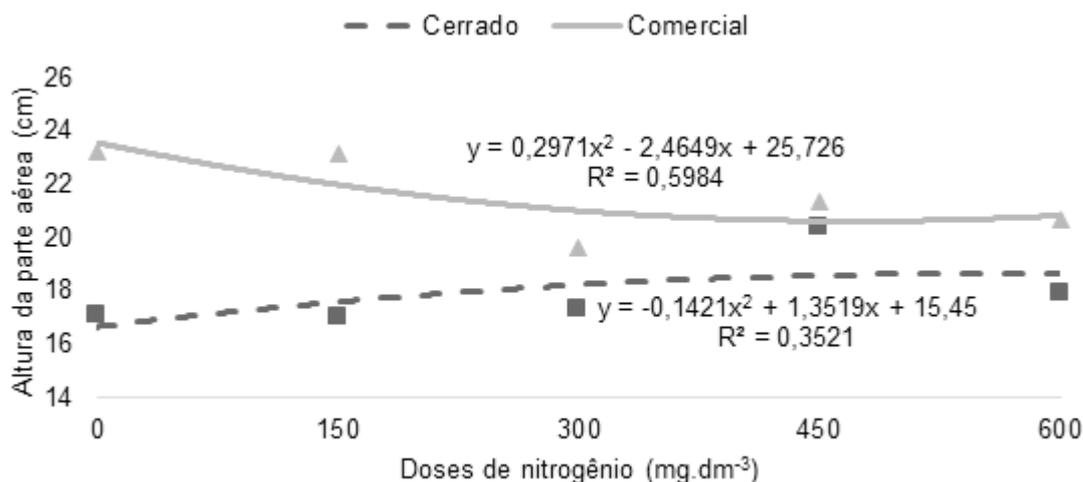
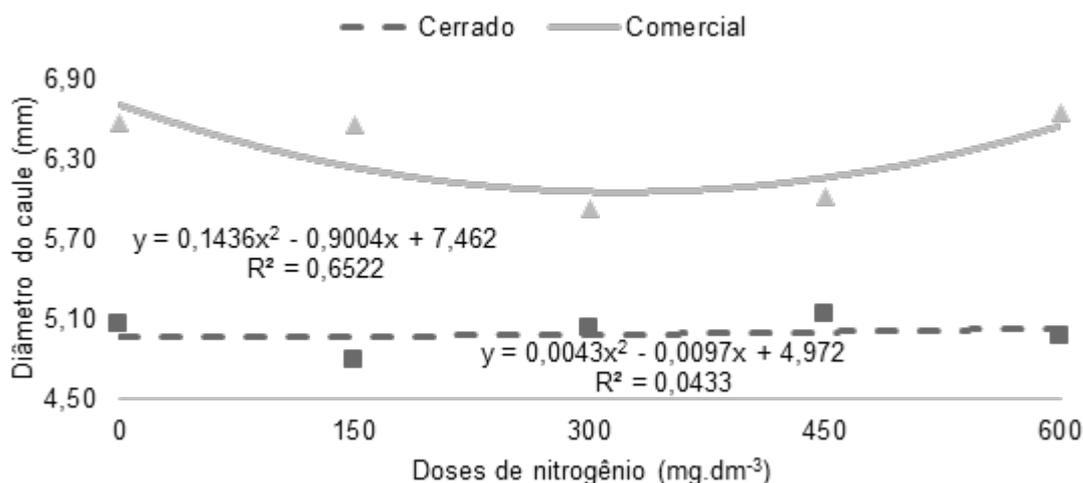


Figura 1. Altura da parte aérea de cajuzinho do cerrado e caju comum em função das doses de nitrogênio. Nova Xavantina - MT, 2016.

Na figura 1, a dispersão dos dados e o R<sup>2</sup> baixo demonstra a não significância da adubação com as doses utilizadas para o parâmetro altura da parte aérea. Teixeira et al. (2004), verificaram que a utilização de sulfato de amônio em cobertura proporcionou, em média, um incremento de 112,5% na altura das mudas de mamoeiro quando comparadas com mudas que não foram adubadas com N em cobertura independente do substrato utilizado.

As doses utilizadas de N propiciaram uma redução da altura da parte aérea. No entanto, foi observado comportamento quadrático para esta variável, em função do aumento de doses de nitrogênio, em mudas de mamoeiro Formosa (MENDONÇA et al., 2009). A avaliação do caju comercial também não obteve diferença significativa para doses de N, mostrando que não há necessidade de adubação nitrogenada para produção de mudas cajueiro do Cerrado e Comercial visando o aumento do parâmetro avaliado. O cajueiro do Comercial apresenta altura da parte aérea superior ao do cajueiro do Cerrado.



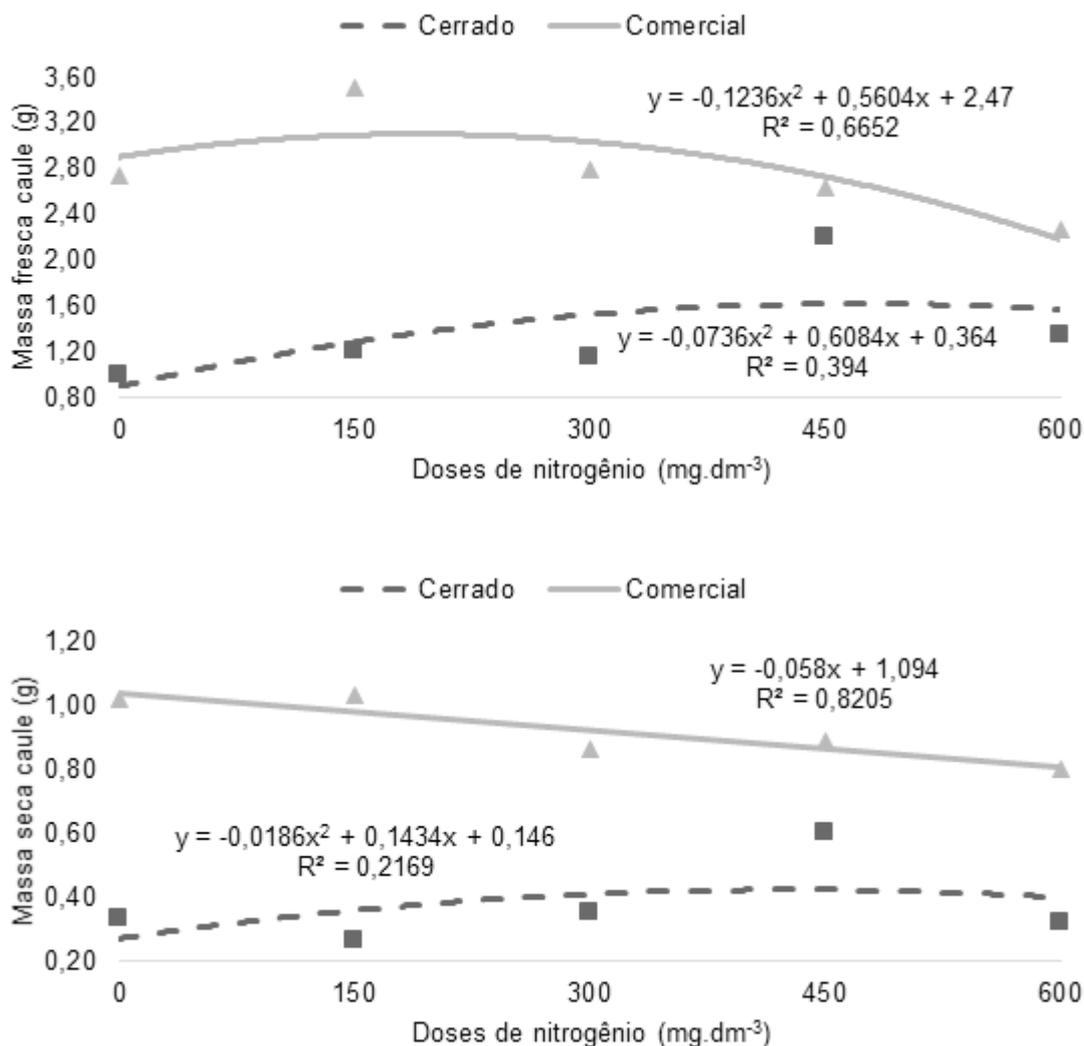


Figura 2. Diâmetro do caule e massa verde e seca do caule cajuzinho do cerrado e caju comum em função das doses de nitrogênio. Nova Xavantina - MT, 2016.

Ao avaliar o diâmetro, massa verde e seca do caule, não se observa diferença estatística entre as doses de N utilizadas, conforme demonstrado na Tabela 1, sendo que as regressões se comportam de formas diferentes entre as espécies, porém com uma dispersão alta entre os dados causando a não significância. Tal comportamento pode ser atribuído a fato das mudas serem oriundas de sementes, sendo passível de variabilidade genética devido o cajueiro ser uma planta altamente heterozigótica (Cavalcante & Chaves, 2001).

Com o aumento das dosagens de nitrogênio em cobertura no substrato ocorreu uma redução dos atributos avaliados. Esse decréscimo pode estar associado a algum desequilíbrio nutricional causado pelo excesso do N nas plantas. Este efeito, segundo DECARLOS NETO et al. (2002), pode ser decorrente da redução do pH do substrato, por meio da liberação de H<sup>+</sup> produzidos durante o processo de nitrificação da uréia aplicada.

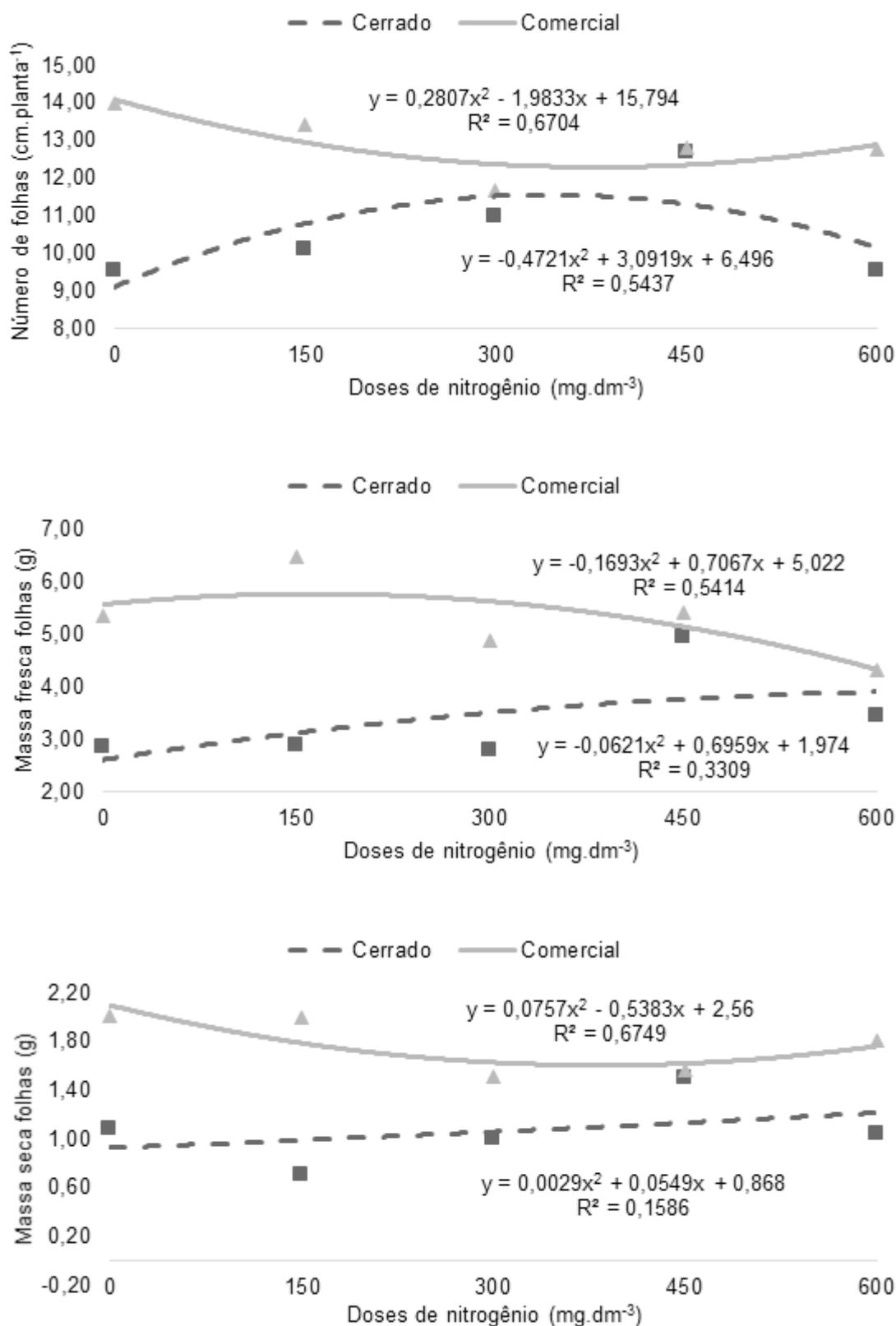
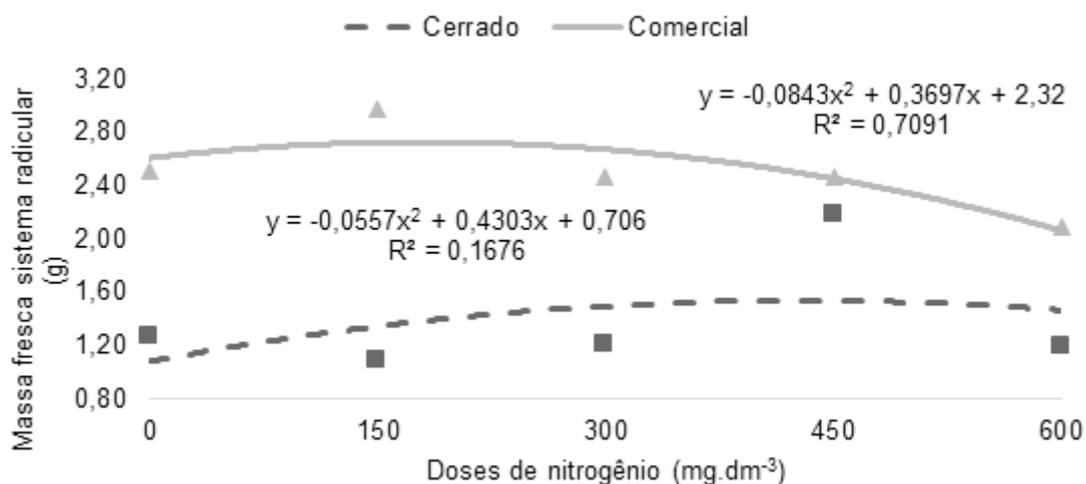
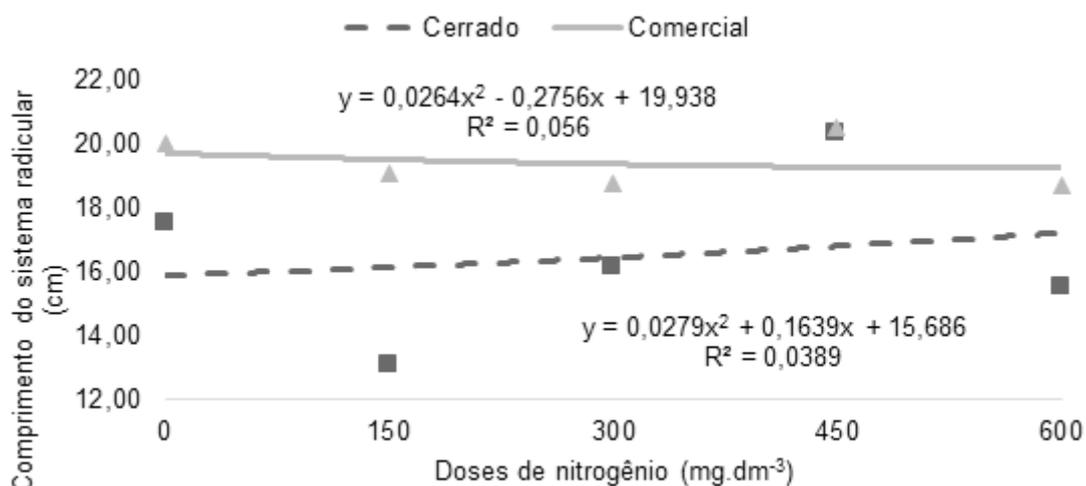


Figura 3. Número de folhas e massa verde e seca das folhas do cajuzinho do cerrado e caju comum em função das doses de nitrogênio. Nova Xavantina - MT, 2016.

Observando os resultados da figura 3, demonstra que não há uma interação entre doses e variedade, tão pouco a significância do acréscimo de nitrogênio para as variáveis analisadas. Denota-se a superioridade do Cajueiro comercial em relação ao cajueiro do Cerrado, essa característica é devido a seleção genética utilizada para reprodução da

espécie na qual apresenta-se características superiores às demais, sendo mais viável a comercialização.

Apesar da importância real e potencial que o cajueiro apresenta, principalmente na região Nordeste, verifica-se a existência de poucas informações científicas a respeito desta frutífera, principalmente, sobre adubação na formação da muda. Já em outras espécies a adubação na formação da muda já é bem estudada. Mendonça et al. (2004), concluíram que a utilização de adubações nitrogenada em cobertura em dose de até 2.000 mg dm<sup>-3</sup> de N no substrato garante melhor qualidade na formação de mudas de maracujazeiro amarelo e doses elevadas promoveram efeitos depressivos nas mudas.



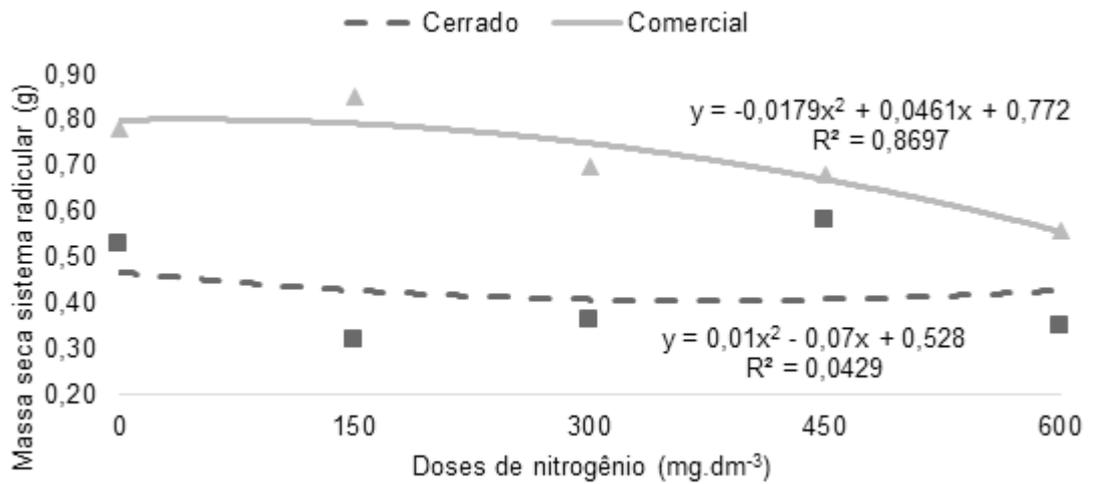
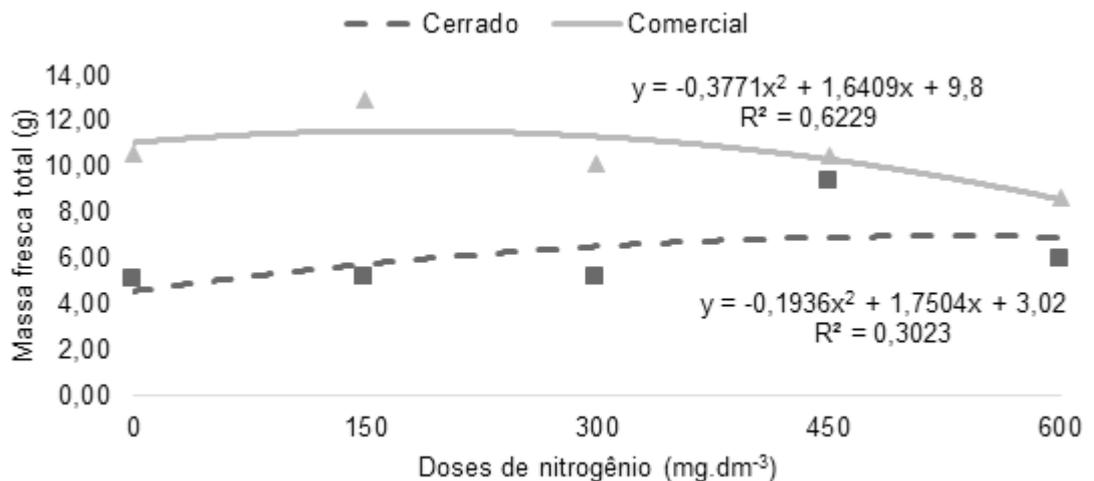


Figura 4. Comprimento do sistema radicular e massa verde e seca sistema radicular do cajuzinho do cerrado e caju comum em função das doses de nitrogênio. Nova Xavantina - MT, 2016.

Ao avaliar a figura 4, encontra-se a única variável no qual as doses foram significativas para o comprimento do sistema radicular, sendo que a regressão demonstra o comportamento deste atributo com baixo  $R^2$ , não sendo considerado esta regressão apresentada como um preditor do comprimento máximo e dose ideal a utilizar.

Assim como nos demais atributos o Cajueiro comum se demonstrou superior ao cajueiro do Cerrado sendo que somente para o comprimento de raiz o acréscimo de nitrogênio teve resultado significativo.



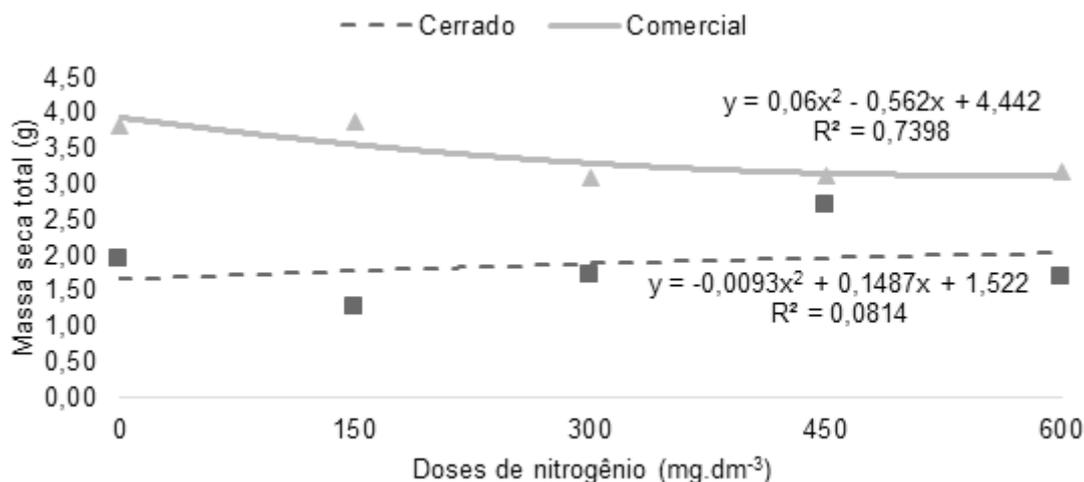


Figura 5. Massa verde total Massa seca total cajuzinho do cerrado e caju comum em função das doses de nitrogênio. Nova Xavantina - MT, 2016.

Conforme mostra a Figura 5, a adubação nitrogenada não influenciou o caju comum e do Cerrado, sendo que assim como nas demais figuras, o cajueiro comum obteve médias acima do cajueiro do cerrado. A fase de produção de mudas é extremamente importante para o sucesso na implantação da cultura ao campo, e esse objetivo foi alcançado com a utilização do substrato com alto teor de matéria orgânica.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que em *Anacardium othonianum* Rizzini e para *Anacardium occidentale* L. não se faz necessário a adubação nitrogenada, levando em consideração que as doses entre a testemunha e as demais não se diferiram, mostrando que não há necessidade de adubação, levando em consideração que isto é de grande importância para produtores de mudas de cajueiro tendo um valor econômico para produção de mudas visto que o nutriente que onera o preço dos fertilizantes compostos é o Nitrogênio.

Vale ressaltar que a quantidade de matéria orgânica no substrato é um dos principais fatores que podem influenciar na dinâmica dos nutrientes, visto que o Cajueiro é uma planta nativa do Cerrado onde está aclimatada a solos que geralmente são pobres em nutrientes e ácidos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. P. et al. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina, EMBRAPA -CPAC, 1998. 464p.

BELO, A.M. **Precocidade de produção, caracterização fenológica, biométrica e ocorrência de antracnose no caju arbóreo do Cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.)**. Goiânia: UFG, 2014.

CAMARGO, A.P. Clima do cerrado. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo, EDUSP. p.75-95, 1963.

- CARVALHO, S. L. C.; STENZEL, N. M. C.; AULER, P. A. M. **Maracujá-Amarelo: Recomendações técnicas para cultivo no Paraná.** Londrina: IAPAR, 2015. 54 p. (Boletim Técnico, 83).
- DUARTE, T.F; ANNUNCIACÃO, L; MATTOS, V. A.T; CAMPELO JÚNIOR.J.H; LOBO, F.DE A; ORTIZ.C.E.R. **Interceptação da luz pelo cajueiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.v.18, pag.963-970, Campina Grande, PB,2014.
- 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, 2000. p.255-258.
- GOMES, R. F. et al. **Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciências do Solo, 31:931-938,2007.
- HUBER, D. M & THOMPSON, L. A (2007) **Nitrogen and plant disease.** In: **Datnoff LE, Elmer WH & Huber DM (Eds). Mineral nutrition and plant disease.** St Paul, The American Phytopathological Society Press. P.31-44.
- Lima, L. M. et al. **Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva.** Tropical Plant Pathology, 35:223-228, 2010.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2° ed. London. Academic Press. 889p, 1995.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 1989. 421p.
- RODRIGUES, A. L. **Utilização de substratos orgânicos e comerciais na produção de mudas de maracujazeiro azedo cv. Redondo.** 2012. 20 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, UFVJM, Diamantina. 2012.
- SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; MARTINS, T. da S.; TANIGUCHI, C. A. K.; HAWERROTH, F. J. **Produção de mudas de cajueiro 'CCP 76' em diferentes substratos e doses de adubo de liberação lenta (NPK 16-08-12).** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2015. 28 p. Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 105.
- SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A. **Caracterização climática do bioma Cerrado.** In: **Cerrado: ecologia e flora.** Brasília: Embrapa, 2008. p.71-88.
- SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N.T. V. **Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg).** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 1-5, 2001.
- TOMAZELA, A. L, et al. **Doses de Nitrogênio e Fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da Ferrugem e Atributos morfológicos do milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 5:192-201,2005.

## PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE EM FLOATING DE BIOFERTILIZANTE SUÍNO

**Antonny Francisco Sampaio de Sena**

Instituto Federal do Piauí, Uruçuí - Piauí

**Ewerton Gasparetto da Silva**

Instituto Federal do Piauí, Uruçuí - Piauí

**Jean Kelson da Silva Paz**

Universidade Estadual do Piauí, Teresina - Piauí

**Paulo Henrique Dalto**

Instituto Federal do Piauí, Uruçuí - Piauí

**RESUMO:** Este trabalho avaliou diferentes dosagens de biofertilizante suíno na composição de solução nutritiva para o sistema *floating* visando à produção de mudas de alface (*Lactuca sativa*) em cultivo hidropônico. A cultivar escolhida foi a cv. Isabela, semeada em bandejas de poliestireno expandido (isopor) postas para flutuar em solução nutritiva contendo biofertilizante de esterco suíno diluído em água. Obtendo-se assim, os seguintes tratamentos: T0 – A bandeja com as mudas permaneceu fora do *floating* durante todo o experimento, porém recebendo irrigação três vezes ao dia; T1 – Bandeja em 2 litros de *floating* de solução nutritiva composta por 12,5% de biofertilizante; T2 - Bandeja em 2 litros de *floating* de solução nutritiva composta por 25% de biofertilizante; T3 - Bandeja em 2 litros de *floating* de solução nutritiva composta por 50% de biofertilizante. Após 21 dias de experimento foram avaliados diferentes parâmetros: Mortalidade, Número de folhas definitivas (NFD), Altura da

planta (AP), Comprimento de raiz (CR) e Peso da matéria fresca (PMF), após a análise de todos os resultados, e levando em conta as condições deste experimento, concluiu-se que o sistema *floating* realizado com solução nutritiva à base de biofertilizante de esterco suíno é viável para a produção de mudas de alface com alto vigor. Os tratamentos T2 e T3 apresentaram índices de mortalidade consideráveis. Enquanto que o T1 apresentou mudas com maior número de folhas definitivas, maior comprimento de planta, melhor aspecto visual e maiores médias de peso, além de diminuir o tempo de produção da muda.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidroponia, *floating*, biofertilizante, alface.

**ABSTRACT:** This study evaluated different doses of pig biofertilizer composition of nutrient solution to the system *floating* aiming at the production of lettuce (*Lactuca sativa*) in hydroponic culture. We used a randomized experimental design, with four treatments and five replicates. Was chosen to cv. Isabela, sown in trays of expanded polystyrene (Styrofoam) put to float in a nutrient solution containing biofertilizer swine manure diluted in water. Thus obtaining the following treatments: T0 - The tray remained out of floating during the experiment, yet receiving irrigation in three times a day; T1 - The tray remained in the *floating* during the entire experiment in two liters nutrient solution composed of 12.5% of biofertilizer, T2 - The tray

remained in the *floating* during the entire experiment in two liters of nutrient solution composed of 25% of biofertilizer, T3 - The tray remained in the *floating* throughout the experiment 2 liters of nutrient solution composed of 50% of biofertilizer. After 21 days of the experiment, different parameters: mortality, number of true leaves (NFD), plant height (AP) and length of root (CR) and fresh weight (PMF), after review of all results and taking into account the conditions of this experiment, it was concluded that the system *floating* performed with a nutrient solution-based biofertilizer swine manure is feasible for the production of lettuce with high force. T2 and T3 showed significant mortality rates. While the T1 seedlings showed greater number of leaves, increased length of plant, better look and greater average weight, in addition to decreasing the production time of the plant.

**KEYWORDS:** Hydroponics, floating, fertilizer, lettuce.

## 1 | INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças folhosas de maior importância no território nacional. Isto se dá pelo fato da espécie apresentar fácil cultivo, adaptar-se bem a diversas condições climáticas e possibilitar cultivos sucessivos durante todo o ano com baixo custo de produção e com comercialização garantida no mercado (OHSE et al., 2001).

No Brasil este produto é servido em refeições quase todos os dias, principalmente nos pratos do tipo *fast food*. Tornando a demanda por essa folhosa uma das mais altas da produção brasileira. Segundo registros do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística a produção nacional chegou a números da ordem de 525.602 toneladas em 2006 (IBGE, 2006).

Esta planta tem sobre tudo grande importância econômica e social, pois é a preferida dos pequenos agricultores, sendo para eles uma significativa fonte de alimento e renda para a subsistência dessa classe (MAISTRO, 2001).

Por isso a importância de se conseguir uma produção de baixo custo e boa qualidade, de preferência no modelo orgânico, que além de limpa e segura, agrega maior valor comercial ao produto. No entanto, o cultivo da alface tem como etapa decisiva a produção das mudas, considerada por muitos horticultores a fase mais importante da produção, podendo fazer toda a diferença para se conseguir uma colheita farta e de qualidade.

Segundo Minami (1995), a produção de plantas de alface de aspecto sadio e alto valor nutritivo, depende diretamente da aquisição de mudas igualmente vigorosas. Ainda de acordo com o mesmo autor, a irrigação das mudas e sua correta nutrição são fatores primordiais para uma produção equilibrada.

A hidroponia tem se apresentado como uma alternativa muito competente no que diz respeito às necessidades citadas. As mudas hidropônicas apresentam precocidade, vigor e sanidade muito superiores às do sistema convencional.

Todavia, no sistema hidropônico convencional ainda é muito comum o uso de soluções nutritivas à base de adubos químicos e soluções industrializadas, o que acaba por encarecer ainda mais a implantação e manutenção do sistema (NASCIMENTO, 2002;

ANDRIOLO, 2004; LUZ et al., 2010).

Diversas técnicas de cultivo hidropônico são empregadas no país, porém, duas técnicas se sobressaem quanto à viabilidade comercial, a mais utilizada é a do Fluxo Laminar de Nutrientes (*Nutrient Film Technique* – NFT) que consiste em fazer com que uma lâmina contínua de solução nutritiva se mantenha em contato com o sistema radicular da planta, nutrindo-a com níveis cientificamente ideais de quantidade e qualidade.

A segunda é conhecida como Técnica do Fluxo Profundo - DFT (*Deep Flow Technique*), que por sua vez, consiste em manter as plantas sobre uma placa, normalmente de isopor (poliestireno expandido) flutuando sobre bancadas com recipientes contendo solução nutritiva, desta vez estática, formando uma espécie de piscina. Por isso, este sistema também é conhecido por *floating* (ou flutuante) (LUZ et al., 2010; ANDRIOLO et al., 2004).

Segundo Rodrigues et al. (2010), a produção de mudas em sistemas flutuantes (*floating*) tem resolvido vários problemas comuns à cadeia hortícola.

Dentre eles a irrigação e a nutrição, pois a planta recebe água de maneira uniforme e de acordo com suas necessidades, além disso, os nutrientes são disponibilizados tal como a água, podendo ainda ser de fonte industrializada (adubos minerais solúveis) ou orgânica (biofertilizantes).

O biofertilizante é o resultado de um processo de biodigestão de materiais orgânicos e pode ser preparado de forma aeróbica ou anaeróbica (MEDEIROS, 2007). O uso desta técnica na agricultura tem sido cada vez mais frequente, tanto como alternativa aos adubos químicos quanto como meio de prevenção de ataques de pragas.

Além de serem uma alternativa de custo relativamente baixo, os biofertilizantes podem ser facilmente produzidos nas propriedades, apresentam boas características nutritivas e condicionadoras do solo, baixo risco a saúde humana e melhor aceitação pelas plantas que o composto orgânico comum (MEDEIROS et al., 2003; COSTA et al., 2006; DIAS et al., 2009; VILLELA JUNIOR et al., 2003).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico *floating* utilizando biofertilizante de esterco suíno em 03 (três) porcentagens de diluição.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Local do Experimento**

O experimento foi instalado em ambiente protegido, em área experimental localizada no Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Biológicas e Agrárias (CCBA/UESPI), no município de União - PI, no período de outubro a novembro de 2010.

### **2.2 Cultivar utilizada**

Foram utilizadas sementes de alface (*Lactuca sativa*), cv. Isabela, pertencente ao grupo crespa, apresentando pureza de 99,9% e poder germinativo de 98%.

## 2.3 Implantação e condução

As sementes foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido (isopor) de 128 células, utilizando-se 40 células para cada tratamento sendo uma semente por célula.

Foi utilizado, para o enchimento das bandejas, um substrato composto de palha de arroz carbonizada e areia fina lavada na proporção de 3:1.

A semeadura foi realizada no dia 30 de outubro e a germinação aconteceu quatro dias após o semeio, com 100% de germinação.

Foi empregado o sistema hidropônico flutuante (ou *floating*), no qual as bandejas de isopor flutuam sobre 2 litros de solução nutritiva de biofertilizante de esterco suíno diluído em água em três concentrações diferentes.

O biofertilizante derivado de esterco suíno foi utilizado como solução nutritiva alternativa. Tendo sido preparado 60 dias antes da implantação do experimento.

Para a fabricação do biofertilizante, o esterco suíno foi diluído em água na proporção de 1:1 e colocado em recipiente de polietileno (plástico) lacrado com selo hidráulico, para impedir a entrada de oxigênio, promovendo assim a fermentação anaeróbica. Durante todo o tempo de preparo (curtimento), o biofertilizante foi armazenado em local bem arejado e protegido da luminosidade e do calor excessivo. A composição físico-química das três soluções foi feita no Laboratório de Análises de Solo (LASO) da Universidade Federal do Piauí – UFPI. Os resultados obtidos para as amostras dos tratamentos T1, T2 e T3 encontram-se na Tabela 1.

Tratamentos / Dose (%) *	CE $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C	pH	Ca <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K	Mg	SÓLIDOS DISSOLVIDOS
							meq/l
T1 - 12,5%	2450	7,4	0,80	0,18	0,33	1,1	763
T2 - 25%	1054	7,7	0,88	0,38	9,27	3,6	3176
T3 - 50%	7460	7,2	1,18	0,25	12,00	4,3	3787

Tabela 1 – Composição físico-química das soluções nutritivas de biofertilizante suíno.

\* Porcentagem da dose de biofertilizante suíno adicionada na solução nutritiva.

## 2.4 Estatística experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo oito plantas por parcela.

Na elaboração dos tratamentos foi utilizada uma proveta graduada de 500 mL para realização das medidas de biofertilizante de cada tratamento, sendo 250, 500, e 1000 mL de biofertilizante para os tratamentos denominados T1, T2 e T3 respectivamente. E em seguida, adicionou-se água para que o volume completo do *floating* fosse de 2000 mL de solução nutritiva. Estas soluções foram colocadas em recipientes plásticos com

de dimensões de 36,5 x 23,5 x 7,0 cm, no que se estabeleceu uma lâmina de 3,00 cm de profundidade, onde flutuavam as bandejas dos tratamentos, exceto a testemunha, como se pode verificar na relação a seguir: Testemunha (T0) – A bandeja foi irrigada com água três vezes ao dia, e permaneceu fora do biofertilizante durante todo o experimento, Tratamento 1 (T1) – A bandeja flutuou durante todo o experimento em 2 litros de solução nutritiva, com 250 mL de biofertilizante suíno, Tratamento 2 (T2) - A bandeja flutuou durante todo o experimento em 2 litros de solução nutritiva, com 500 mL de biofertilizante suíno, Tratamento 3 (T3) - A bandeja flutuou durante todo o experimento em 2 litros de solução nutritiva, com 1000 mL de biofertilizante suíno.

As soluções eram trocadas a cada sete dias, promovendo assim, a reposição de nutrientes e a aeração da solução. Com esse mesmo objetivo era também realizada ventilação mecânica, promovida via agitação manual da solução dentro da própria bandeja três vezes ao dia.

Os parâmetros avaliados após 21 dias da instalação do experimento foram os seguintes: Mortalidade das plântulas, Número de folhas definitivas (NFD), Altura da planta (AP), Comprimento de raiz (CR) e Peso da matéria fresca (PMF).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa ASSISTAT, sendo empregado o Teste de Tukey para comparação das médias.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros avaliados no experimento estão dispostos na Tabela 2, onde são descritas as variáveis Mortalidade das plântulas, Número de folhas definitivas (NFD), Altura da planta (AP), Comprimento de raiz (CR).

Quanto à mortalidade, os tratamentos T2 e T3 diferiram estatisticamente da testemunha, já o tratamento T1 não apresentou diferença estatística. De acordo com Alberoni (1998), isso pode ter acontecido em decorrência de níveis não favoráveis das características da solução, tais como pH, condutividade elétrica e potencial osmótico. Souza et al. (2005) encontraram ligações entre a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de berinjela e a CE (condutividade elétrica) da solução nutritiva.

Os resultados obtidos para o número de folhas definitivas e altura da planta no tratamento T1 foram semelhantes aos encontrados por Costa (2006), quando este testou a substituição parcial de solução hidropônica convencional por doses de biofertilizante.

Tratamentos	Mortalidade (%)	NFD	AP (cm)	CR(cm)	PMF(g)
T0 (Testemunha)	0,00a	3,95a	11,75ab	6,64a	0,02b
T1 - (12,5% de Biofertilizante)	0,02a	4,18a	14,46a	4,15b	0,05a

T2 - (25% de Biofertilizante)	35b	3,79a	9,92b	3,43b	0,03ab
T3 - (50% de Biofertilizante)	70c	3,19b	8,76b	3,20b	0,02b

Tabela 2 – Mortalidade das plântulas, Número de folhas definitivas (NFD), Altura da planta (AP), Comprimento de Raiz (CR), Peso da matéria fresca (PMF) de mudas de alface produzidas em sistema *floating* de biofertilizante suíno em União-PI

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

O tratamento T1 se mostrou superior aos outros tratamentos, exceto no parâmetro comprimento de raiz, onde a testemunha obteve os maiores resultados, o que pode lhe conferir melhor desempenho em um possível transplante para o solo.

A queda no peso da matéria fresca (PMF) à medida em que a concentração de biofertilizante aumenta, pode ser atribuída a uma possível perda na capacidade da planta de retirar nutrientes da solução e transportá-los para suas estruturas, deixando de produzir folhas, perdendo matéria fresca e conseqüentemente o peso (Figura 1).

Este tipo de comportamento em sistemas hidropônicos tem ocorrido quando o potencial osmótico da solução alcança níveis prejudiciais à planta. Pois, uma vez que o equilíbrio osmótico é invertido, a planta passa a ter menor quantidade de sais concentrados em seus tecidos, enquanto que a maior quantidade se encontra na solução. Como o transporte osmótico ocorre do meio menos concentrado para o mais concentrado, a planta passa a perder seus sais para o meio, desnutrindo-se e perdendo ou deixando de produzir massa (ALBERONI, 1998).

O peso da matéria fresca passa a diminuir a partir da concentração de 26%. Podendo ser esta a concentração ideal para a obtenção do maior peso de muda, apesar de representar um alto índice de mortalidade podendo chegar a 35%. Desta forma recomenda-se o uso das concentrações de biofertilizante suíno na composição do *floating* entre 12,5 a 25%.

Esta observação foi constatada após a aplicação de uma equação de regressão sobre a variável peso da matéria fresca (PMF), o que pode ser verificado na Figura 1.

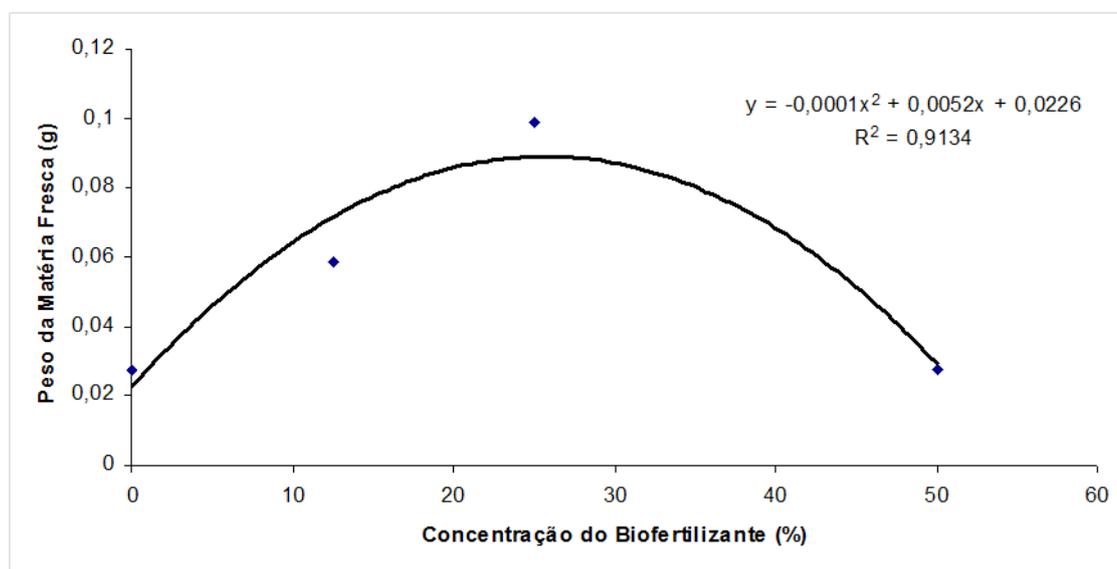


Figura 1 – Peso da matéria fresca de mudas de alface submetidas a diferentes concentrações em *floating* de Biofertilizante suíno em União (PI)

As características dos tratamentos podem ser mais bem observadas nas fotos a seguir, que retratam visualmente cada um dos parâmetros avaliados.

Pode-se observar na testemunha (Figura 2), que a apesar de obter índice zero de mortalidade e uma boa uniformidade de estande, apresentou desenvolvimento lento.



Figura 2 – Testemunha (T0) vista superior (a) e vista lateral (b). Fonte: o autor.

Na Figura 3 observa-se o desenvolvimento do tratamento T1 que obteve excelentes resultados em altura, número de folhas definitivas, baixo índice de mortalidade, e maior peso de matéria fresca. Além de ter se mostrado o de melhor aparência visual.

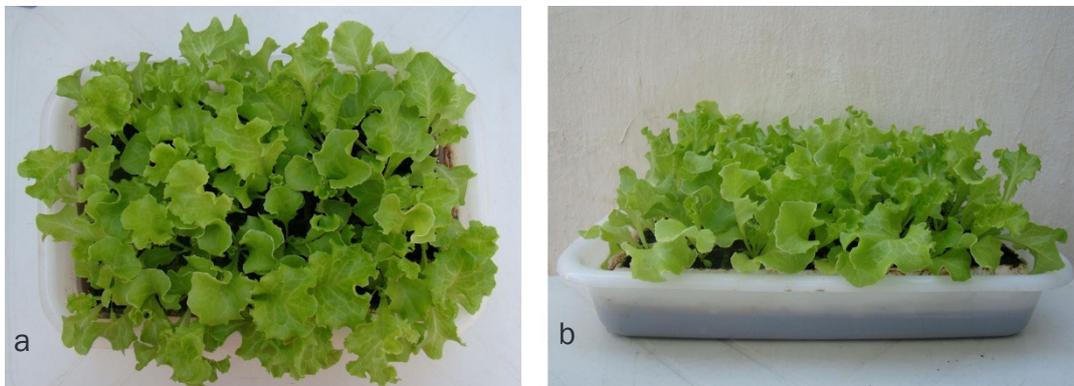


Figura 3 – Tratamento T1 vista superior (a) e vista lateral (b). Fonte: o autor.

No tratamento T2 (Figura 4), destacam-se o aumento na taxa de mortalidade, a não uniformidade de estande e a presença de sintomas de deficiência nutricional.



Figura 4 – Tratamento T2 vista superior (a) e vista lateral (b). Fonte: o autor.

O tratamento T3 apresentou os piores resultados, obtendo alto índice de mortalidade, péssimo aspecto visual, e fortes sintomas de desequilíbrio nutricional, melhor observados na Figura 5.



Figura 5 – tratamento t3 vista superior (a) e vista lateral (b). Fonte: o autor.

Observa-se facilmente a diferença entre os tratamentos quando se leva em conta o comprimento da raiz, tamanho da muda e número de folhas definitivas (Figura 6).



Figura 6 – desenvolvimento das mudas de alface submetidas aos tratamentos em floating de biofertilizante suíno. Fonte: o autor.

#### 4 | CONCLUSÕES

A utilização do sistema *floating* com solução nutritiva com 12,5% de biofertilizante

suíno mostrou-se viável e de fácil utilização para produção e condicionamento do desenvolvimento de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Isabela.

O uso de biofertilizante suíno como solução nutritiva para produção de mudas de alface proporcionou o desenvolvimento de plantas de alto padrão de qualidade e vigor.

O sistema *floating* com solução nutritiva de biofertilizante suíno ao nível de diluição de 12,5% proporcionou uma diminuição significativa do tempo de formação das mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Isabela.

## REFERÊNCIAS

ALBERONI, R. B. **Hidroponia. Como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo – Alface, Rabanete, Rúcula, Almeirão, Chicória, Agrião.** São Paulo: Nobel, 1998. 102p.

ANDRIOLO, J. L.; LUZ, G. L.; GIRALDI, C.; GODOI, R. S.; BARROS, G. T. Cultivo hidropônico da alface empregando substratos: uma alternativa a NFT?. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.794-798, out./dez. 2004.

COSTA, N. E.; RIBEIRO, M. C. C.; LIMA, J. S. S.; CARDOSO, A. A.; GLAUTER, G. L. Utilização de biofertilizante na alface para o sistema hidropônico floating. **Revista Verde**, Mossoró, v.1, n.2, p. 41-47 jul/dez de 2006.

DIAS, N. S., BRITO, A. A. F.; NETO, O. N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F. Produção de alface hidropônica utilizando biofertilizante como solução nutritiva. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.158-162, out./dez. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário: Brasil.** Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=818&z=t&o=19&i=P>, Acesso em 08 de Dezembro de 2010.

LUZ, J. M. Q.; FAGUNDES N. S.; SILVA M. A. da S. Produção hidropônica de alface (*Lactuca sativa*), do tipo mimosa, em diferentes concentrações de soluções nutritivas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 195-201, mar./abr. 2010.

MAISTRO, L. C. Alface minimamente processada: uma revisão. **Revista Nutrição**. Campinas, v.14, p.219-224, set./dez. 2001

MEDEIROS, D. C.; LIMA, B. A. B.; BARBOSA, M. R.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; MARQUES, L. F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, jul./set. 2007.

MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A.; ARAÚJO WANDERLEY, M. J. Biofertilizantes Líquidos: Processo trofobiótico para proteção de plantas em cultivos orgânicos. **Revista Biotecnologia Ciências & Desenvolvimento** – Edição n° 31 – jul/dez 2003.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. 128p.

NASCIMENTO, W.M. **Germinação de sementes de alface.** In: EMBRAPA HORTALIÇAS (Brasília, DF).

ISSN 1415-3033, (circular técnica nº 29). 2002. 10p.

OHSE, S.; DOURADO-NETO, D.; MAFRO, P. A.; SANTOS, O. S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.181-185, jan./mar. 2001.

RODRIGUES, D. S.; LEONARDO, A. F. G.; NOMURA, E. S.; TACHIBANA, L.; GARCIA, V. A.; CORREA, C. F. Produção de mudas de tomateiro em sistemas flutuantes com adubos químicos e água residuária de viveiros de piscicultura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 32-35, jan/mar, 2010.

SOUZA, V. S.; SOARES I.; CRISÓSTOMO, L. A. SILVA, L. A.; HERNANDEZ, F. F. F. Influência da condutividade elétrica da solução nutritiva na acumulação de matéria seca e teores de nutrientes em berinjela cultivada em pó de coco **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 123-128 mai/ago, 2005.

VILLELA JUNIOR, V. E. L.; JAIRO A. C. DE ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR T. L. Estudo da utilização do efluente de biodigestor no cultivo hidropônico do meloeiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p.72-79, 2003.

## PRODUTIVIDADE DA CANA ADUBADA COM ORGANOMINERAIS DE BIOSSÓLIDO E BIOESTIMULANTE EM SOLO ARENOSO

### **Joicy Vitória Miranda Peixoto**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias  
Uberlândia - Minas Gerais

### **Matheus Henrique Medeiros**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias  
Uberlândia - Minas Gerais

### **Fernando Ferreira Batista**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias  
Uberlândia - Minas Gerais

### **Emmerson Rodrigues de Moraes**

Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos  
Morrinhos - Goiás

### **Regina Maria Quintão Lana**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias  
Uberlândia - Minas Gerais

**RESUMO:** O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar. O fertilizante organomineral cuja fonte orgânica é proveniente de lodo de esgoto vem se tornando uma alternativa de adubação para a cultura. Assim, diante da importância da cultura da cana-de-açúcar, objetivou-se com este trabalho avaliar o perfilhamento, diâmetro e a altura de plantas da cana-de-açúcar, fertilizada com fertilizante mineral e organomineral de lodo de esgoto associados à bioestimulante em solo

de baixa fertilidade. O experimento foi implantado em área de expansão de canavial em Junho de 2015, na Usina Vale do Tijuco, localizado nas coordenadas 19° 30' 01,7'' S e 48° 28' 31,8'' W. A cultivar utilizada foi a RB 92 579. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos em função da recomendação de adubação de plantio e cobertura, consistindo: 100 % com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto. O Stimulate® não promove aumento da produtividade da cana-de-açúcar em solo arenoso de baixa fertilidade. Considerando o mesmo percentual de recomendação de adubação, o organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral possibilitam semelhante desenvolvimento da planta. Os diferentes percentuais de adubação de plantio e cobertura promovem incrementos na produtividade da cana-de-açúcar em área de primeiro ano e solo arenoso de baixa fertilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** bioossólido, Stimulate®, *Saccharum* spp.

**ABSTRACT:** Brazil is the largest producer of sugarcane. The organic fertilizer whose organic source comes from sewage sludge has become an alternative fertilizer for the crop. Thus, in view of the importance of the sugarcane crop, this study

aimed to evaluate the tillering, diameter and height of sugarcane plants, fertilized with mineral fertilizer and organomineral sewage sludge associated with the biostimulant in low fertility soil. The experiment was carried out in an area of sugarcane expansion in June 2015 at Vale do Tijuco, located at coordinates 19° 30 '01,7' 'S and 48° 28' 31,8 " W. The cultivar used was RB 92 579. The experimental design was in randomized blocks with factorial 5 x 2 +1 being five treatments, with and without biostimulant plus one additional (mineral fertilization) in four replications. The treatments were constituted according to the recommendation of fertilization of planting and cover, consisting of: 100% with mineral source; 0; 60; 80; 100 e120% (with and without biostimulant) of the organomineral source of sewage sludge. Stimulate® does not promote sugarcane productivity increase in sandy soil of low fertility. Considering the same percentage of fertilization recommendation, the organomineral sewage sludge and the mineral source make possible the similar development of the plant. The different percentages of planting and cover fertilization promote increases in sugarcane productivity in the first year and sandy soil with low fertility.

**KEYWORDS:** biosolid; Stimulate®, *Saccharum* spp.

## 1 | INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) continua em expansão no Brasil. Isto se deve a incentivos governamentais e por se tratar de matéria prima de uma gama de produtos. Dentre eles estão o açúcar e etanol como principais, e para a alimentação de animais em épocas de escassez de alimentos. Assim, mundialmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar com 9,07 milhões de hectares (CONAB, 2016).

É necessário o aprimoramento dos estudos sobre o uso de fertilizante organominerais. Estes originam-se da mistura do fertilizante orgânico e mineral. Dessa forma, pode-se gerar economia, sustentabilidade e demonstrar maior eficiência em relação a fertilizantes convencionais em adubações (FERNANDES et al., 2015). Rigo et al. (2014) discutem a utilização de lodo de esgoto ou bio sólido como fonte de fertilizante orgânico na agricultura, atividades florestais e na recuperação de solos degradados. O lodo de esgoto é um resíduo sólido resultante do processo de tratamento físico e químico de estação de tratamento de esgoto urbano.

Para auxiliar o incremento de produtividade, utiliza-se bioestimulantes que podem ser substâncias orgânicas ou sintéticas, derivadas de misturas de dois ou mais biorreguladores vegetais ou de vitaminas, aminoácidos e nutrientes (SILVA et al., 2010).

Assim, objetivou-se com essa pesquisa avaliar o perfilhamento, diâmetro e a altura de plantas da cana-de-açúcar, fertilizada com fertilizante mineral e organomineral de lodo de esgoto associados à bioestimulante em solo de baixa fertilidade.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em área de expansão de canavial, na Usina Vale do

Tijucu, situado no Rio do Peixe, distrito de Prata - MG, localizado nas coordenadas 19° 30' 01,7" S e 48° 28' 31,8" W, estando a uma altitude de 780 metros. O solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico arenoso. O mesmo foi implantado em Junho de 2015, utilizando a cultivar RB 92 579. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 9 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. A área total de cada parcela foi de 90 m<sup>2</sup>. A área útil foi considerado quatro linhas centrais da cultura e desprezando 1,0 m em cada extremidade. A recomendação de adubação de plantio e cobertura foram atendidas utilizando-se as fontes mineral e organomineral oriundo do lodo de esgoto. Foi utilizado o bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) e volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> sobre o tolete no sulco de plantio. A recomendação de adubação de plantio foi de 570 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 04-21-07 e cobertura com 400 kg ha<sup>-1</sup> do 10-00-40 + 0,3% de B aos 150 dias após plantio (DAP). As combinações dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação de plantio e cobertura, consistindo: 100 % com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto.

Foi avaliado a produtividade (t ha<sup>-1</sup>) no momento da colheita aos 370 DAP. A colheita foi realizada manualmente cortando-se 8,0 m da parcela sendo 2,0 m em cada linha útil. O feixe de cana foi pesado com dinamômetro de pesagem marca Técnica mod. D-5000 e capacidade de pesagem 2000 kg x 200 g.

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5% de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação mineral com 100 % da recomendação de adubação promoveu uma produtividade de 113,2 t ha<sup>-1</sup>. A fonte organomineral variou a produtividade de 53,91 t ha<sup>-1</sup> na ausência de fertilizante sem bioestimulante a 124,8 t ha<sup>-1</sup> com 120 % da recomendação sem bioestimulante. Miranda et al. (2014) estudando diferentes fontes de adubação obtiveram maiores produtividades de toneladas de cana por hectare (TCH) quando utilizado fertilizantes minerais convencionais. Para cada dez pontos percentuais adicionados na recomendação com uso de bioestimulante, houve um acréscimo de 4,76 t ha<sup>-1</sup>. Para cada dez pontos percentuais adicionados na recomendação sem uso de bioestimulante, houve um acréscimo de 5,84 t ha<sup>-1</sup>. Teixeira et al. estudando a eficiência de fertilizantes organominerais não encontraram diferenças para doses de 160 kg ha<sup>-1</sup> da fonte mineral e 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup> para a fonte organomineral.

O uso de bioestimulante não incrementou produtividade. Sem bioestimulante a produtividade foi de 99,8 t ha<sup>-1</sup>. Utilizando o composto hormonal foi de 98,6 t ha<sup>-1</sup> em

área de primeiro ano e solo arenoso de baixa fertilidade. Silva et al. (2010) verificaram o aumento de produtividade com o uso do *Stimulate*<sup>®</sup>. A menor disponibilidade de nutrientes reduz a possibilidade de um maior desenvolvimento celular e crescimento do sistema radicular reduzindo a exploração do solo.

## 4 | CONCLUSÕES

O *Stimulate*<sup>®</sup> não promove aumento da produtividade da cana-de-açúcar em solo arenoso de baixa fertilidade. O organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral são iguais para um mesmo percentual de recomendação. Os diferentes percentuais de adubação de plantio e cobertura promovem incrementos na produtividade da cana-de-açúcar em área de primeiro ano e solo arenoso de baixa fertilidade.

## REFERÊNCIAS

- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira:** Cana-de-açúcar. Primeiro levantamento. Brasília: Conab, v. 3, safra 2016/17, n 1, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_18\\_14\\_27\\_15\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_18_14_27_15_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_16.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2016.
- FERNADES, D. M.; GROHSKOPF, M. A.; GOMES, E. R.; FERREIRA, N. R.; BÜLL, L. T. Phosphorus in soil solution in response to the application of mineral and organomineral fluid fertilizers. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p. 14-27, 2015.
- MIRANDA, J. M.; RIGONI, M. V.; SILVEIRA, F. T. Association of crotalaria as green manures and mineral in productivity of sugar cane. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 948-953, 2011.
- RIGO, M. M.; RAMOS, R. R.; CERQUEIRA, A. A.; SOUZA, P. S. A.; MARQUES, M. R. C. Destination and reuse in agriculture of sewage sludge derived from the treatment of domestic wastewater in Brazil. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, p. 174-186, 2014.
- SILVA, M. de A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Productivity and technological quality of sugarcane ratoon subject to the application of plant growth regulator and liquid fertilizers. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, 2010.
- TEIXEIRA, W. G.; SOUZA, R. T. X. de; KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1729-1736, 2014.

## RESPOSTA AGRONÔMICA DE VÁRIAS FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO ASSOCIADO COM ENXOFRE, CÁLCIO, MAGNÉSIO E BORO NA ADUBAÇÃO DE COBERTURA DO MILHO EM PLANTIO DIRETO

### Wadson de Menezes Santos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Departamento de Solos  
Seropédica - Rio de Janeiro

### Inácio de Barros

Embrapa Tabuleiros Costeiros  
Aracaju - Sergipe

### Edson Patto Pacheco

Embrapa Tabuleiros Costeiros  
Aracaju - Sergipe

### Marcelo Ferreira Fernandes

Embrapa Tabuleiros Costeiros  
Aracaju - Sergipe

### Heraldo Namorato de Souza

Petrobras  
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro

**RESUMO:** A adubação nitrogenada é uma das principais responsáveis pelo acréscimo de produtividade, mas também é o nutriente com maiores índices de perdas. O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes fontes e doses de N, quanto ao desempenho agrônômico da cultura do milho em plantio direto. O trabalho foi desenvolvido no campo experimental Jorge do Prado Sobral da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Nossa Senhora das Dores (SE). O delineamento experimental foi blocos ao acaso com 6 repetições, em esquema de parcelas subdivididas com tratamento adicional. Sendo que nas parcelas foram testadas doses de N (75, 150 e 300 kg de N ha<sup>-1</sup>) e nas subparcelas

quatro produtos: Ureia perolada; Sulfato de amônio cristal; FH Nitro Gold®; Sulfammo MeTA 29®, mais o tratamento adicional (testemunha), onde o N não foi aplicado. O experimento foi implantado sob uma cobertura-morta de capim braquiária (*Urochloa ruziziensis*). A semeadura ocorreu de forma mecanizada, com densidade de semeadura de 74.000 sementes por hectare com espaçamento entre linhas de 0,5 m. A adubação de plantio foi de 43,67 kg ha<sup>-1</sup> de P e 66,5 kg ha<sup>-1</sup> de K. Os tratamentos foram aplicados quando o milho estava no estágio V5. Houve o aumento da produtividade de grãos e do teor de N foliar com o incremento das doses de N, sendo que os tratamentos fertilizados apresentaram produtividades e teores de N superiores à testemunha. O sulfato de amônio apresentou o maior teor de N foliar. Para a produtividade de grãos, não houve diferença significativa entre os fertilizantes testados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ureia, produtividade de grãos, *Zea mays* L.

**ABSTRACT:** Nitrogen fertilization is one of the main factors responsible for the increase in productivity, but it is also the nutrient with the highest loss rates. The objective of this work was to evaluate different sources and N rates, regarding the agronomic performance of maize crop in no-tillage. The work was developed in the Jorge do Prado Sobral experimental field of

Embrapa Tabuleiros Costeiros, in Nossa Senhora das Dores (SE). The experimental design was RCB with 6 replications in split-plot arrangement with an additional Control treatment. In plots 3 rates of N applications were tested: 75, 150 and 300 kg ha<sup>-1</sup>, while in the subplots the following products were evaluated: Prilled urea, Ammonium sulfate, FH Nitro Gold®, Sulfammo MeTA 29®, and the additional Control treatment. The experiment was implanted under a cover of Brachiaria grass (*Urochloa ruziziensis*). The sowing occurred mechanically, with seeding density of 74,000 seeds per hectare with spacing between rows of 0.5 m. The planting fertilization was 43.67 kg ha<sup>-1</sup> of P and 66.5 kg ha<sup>-1</sup> of K. There was an increase in grain yield and foliar N content with the increase of N doses, and fertilized treatments presented N productivity and N levels higher than the control. Ammonium sulphate showed the highest leaf N content. For grain yield, there was no significant difference between the tested fertilizers.

**KEYWORDS:** Urea, grain yield, *Zea mays* L.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil na última safra (2016/2017) alcançou uma produção recorde de 237,78 milhões de toneladas de grãos, o que representa um aumento de 28%, em relação à safra precedente. Foram 52 milhões de toneladas a mais sendo colhidas em cerca de 60,9 milhões de hectares no país. De acordo com os números divulgados, a cultura do milho é responsável por cerca de 97,1 milhões de toneladas de grãos, distribuídas entre primeira safra (30,46 milhões de toneladas) e segunda safra (67,25 milhões de toneladas) (CONAB, 2017).

Na região Nordeste, o Estado de Sergipe tem posição de destaque na produção de milho, por ser o quarto maior produtor com 681,2 mil ton, e deter a segunda maior produtividade da região com média de 3.951 kg ha<sup>-1</sup> de grãos (CONAB, 2017). Em Sergipe, assim como em boa parte dos estados do Nordeste há predominância do sistema de plantio convencional, isso devido ao regime de chuvas limitado e irregular, e a prática comum do pastejo dos restos culturais da lavoura de milho, fatores que limitam a produção de biomassa vegetal em grande quantidade para formação da cobertura morta necessária para o plantio direto (PACHECO et al., 2013). O sistema de preparo do solo tem efeito direto na quantidade de matéria orgânica, sendo que esta é considerada a principal fonte de nitrogênio no solo.

O aumento da produtividade do milho requer o suprimento adequado de nutrientes, sendo um fator importante, no qual interfere diretamente na produção, na melhoria da atividade de microrganismos e na qualidade do solo (OKUMURA et al., 2013). Entre os nutrientes, o nitrogênio (N) é o requerido em maiores quantidades pelas plantas (GOMES et al., 2007).

O N é bastante dinâmico no solo, sofrendo diversas transformações químicas e biológicas. Além disso, apresenta baixo efeito residual, desse modo, a adubação nitrogenada é efetuada em maior quantidade e com maior frequência que os demais nutrientes, já

que a maioria dos solos não tem a capacidade de suprir essa demanda (CIVARDI et al., 2011). Isso faz com que o consumo de fertilizantes nitrogenados supere as quantidades dos fosfatados e potássicos (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010).

No Brasil, a principal fonte de N no cultivo do milho é a ureia, aplicada principalmente em cobertura, por apresentar um menor custo por unidade de N devido a sua alta concentração - 45% (CANTARELLA, 2007).

No entanto, o nitrogênio proveniente da ureia pode ser facilmente perdido por volatilização da amônia, lixiviação do nitrato e desnitrificação (CANTARELLA, 2007), o que contribui para a baixa eficiência da adubação nitrogenada e, conseqüentemente, na redução da produtividade das culturas. Estima-se que mais de 50% do N aplicado no solo não é absorvido pelas culturas (LADHA et al., 2005).

Considerando o crescente aumento no consumo de fertilizantes nitrogenados, é de fundamental importância o estudo e divulgação de tecnologias de uso desses fertilizantes, que minimizem suas perdas, considerando os diferentes sistemas de preparo do solo (BREDA et al., 2010). Proporcionando maior disponibilidade deste nutriente para as plantas e, assim, o aumento da produtividade do milho.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta agrônômica de diferentes fontes e doses de nitrogênio associado com outros elementos na adubação de cobertura da cultura do milho em plantio direto na região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental Jorge Sobral da Embrapa Tabuleiros Costeiros localizada no município de Nossa Senhora das Dores (SE), cujas coordenadas geográficas são 10°27'S e 37°11'O e a altitude média é de 200 m. O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa e de relevo ondulado (SANTOS et al., 2013). A temperatura média é de 26°C e precipitação anual é de 1.082 mm (Figura 1).

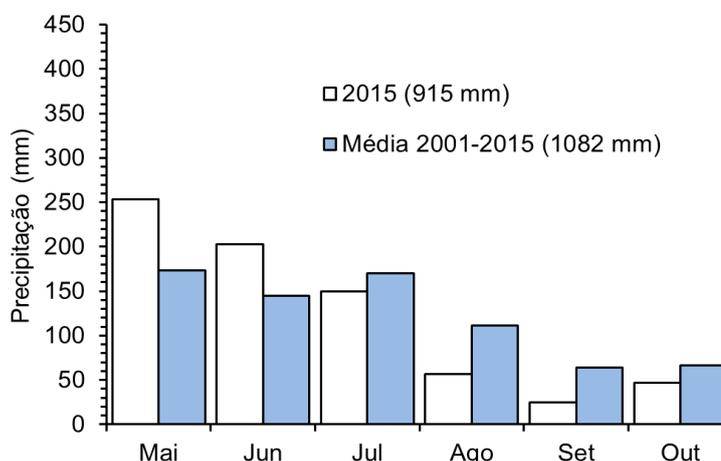


Figura 1. Precipitação mensal durante o ciclo vegetativo em 2015 e na média do período 2001-2015, em Nossa Senhora das Dores (SE).

Foi feita a aplicação de  $1.200 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico, no ano anterior ao plantio (2014). O solo apresentou as seguintes características químicas na profundidade de 0 a 20 cm:  $\text{MO} = 16,3 \text{ g kg}^{-1}$ ;  $\text{pH} (\text{H}_2\text{O}) = 5,9$ ;  $\text{Ca}^{+2} = 24,2 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{+2} = 18,8 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $\text{Al}^{+3} = 0,3 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $\text{P} = 6,2 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $\text{K}^+ = 35,9 \text{ mg dm}^{-3}$ . E as seguintes características físicas:  $552 \text{ g kg}^{-1}$  de areia,  $183 \text{ g kg}^{-1}$  de silte, e  $265 \text{ g kg}^{-1}$ , sendo sua textura classificada como franco argilo arenosa.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 6 repetições, em esquema de parcelas subdivididas com um tratamento adicional. Nas parcelas foram testadas doses de N (75, 150 e  $300 \text{ kg de N ha}^{-1}$ ) e nas subparcelas quatro fertilizantes: Ureia perolada (45% de N); Sulfato de amônio cristal (20% de N e 22% de S); FH Nitro Gold® (37% de N e 16% de S elementar); Sulfammo MeTA 29® (29% de N, 9% de S, 5% de Ca, 2% de Mg e 0,3% de B), mais o tratamento adicional que foi a Testemunha que não recebeu aplicação de N.

O experimento foi implantado sob uma cobertura morta de capim braquiária (*Urochloa ruziziensis*), dessecado 30 dias antes do plantio utilizando-se o herbicida glifosato na dose de  $1.440 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a.

Na semeadura foi realizada utilizando uma semeadora-adubadora pneumática da marca Jumil, modelo 2670 Pop Exacta Air, com quatro linhas, tracionada por um trator New Holland modelo TM 165 - 4x4. Foi utilizado o híbrido simples AG 7088 VT PRO MAX - Agrocere, com densidade de semeadura de 74.000 sementes por hectare distribuídas num espaçamento entre linhas de 0,5 m, utilizando uma velocidade de plantio de  $5 \text{ km h}^{-1}$  e profundidade de semeadura de 5 cm. Na adubação de plantio, foram aplicados  $43,67 \text{ kg ha}^{-1}$  de P na forma de superfosfato triplo e  $66,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de K na forma de cloreto de potássio.

Cada subparcela, com dimensões de  $10 \text{ m}^2$  (2 x 5 m), foi composta por quatro linhas de plantio, e separadas por duas linhas de bordadura. Sendo consideradas como área útil as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m das extremidades de cada linha.

Após 30 dias da semeadura, foi aplicado o herbicida glifosato na dose de ( $1.440 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a.) para controle de plantas daninhas. Não foi necessário nenhum tipo de controle fitossanitário.

Os tratamentos foram aplicados a lanço, aos 36 dias após a semeadura (DAS), no estádio V5.

Para avaliação do teor de nitrogênio foliar foram coletadas amostras de folhas quando o milho estava no estádio de embonecamento e polinização. Sendo coletadas cinco folhas-índices (folha oposta e abaixo a espiga) por subparcela nas duas linhas centrais.

As amostras foram lavadas com água destilada e em seguida postas para secar em estufa com circulação forçada de ar a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  até peso constante. Depois foram trituradas em moinho de facas de aço inoxidável tipo Willye. Os teores de N total foram determinados pelo método de Kjeldahl.

Para a determinação da produtividade todas as unidades experimentais foram colhidas manualmente entre 159 e 160 DAS. Depois de colhidas, as espigas foram

trilhadas mecanicamente, obtendo-se a massa de grãos que, em seguida, foram corrigidos para 13% de umidade padrão.

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade, e depois foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tukey a  $p \leq 0,05$  para as fontes, e para as doses de N, foi utilizado modelo de regressão de Mitscherlich Eq. 1 para a variável produtividade, e regressão polinomial para o teor foliar de N.

$$(Eq. 1) \quad y = A (1 - e^{-c(x + b)})$$

Onde: y - representa a produtividade obtida ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); A - é a produtividade máxima ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); c - é o coeficiente de eficácia do nutriente; x - é a quantidade de N aplicado ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e b - é a quantidade do nutriente fornecido pelo solo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em forma assimilável pelas plantas (PIMENTEL GOMES, 1990).

As análises de variância, os testes de médias e as regressões polinomiais foram realizados por meio do suplemento Real Statistics para Excel®, enquanto que as regressões de Mitscherlich foram estimadas pelo método dos quadrados mínimos utilizando o suplemento Solver® para Excel® na opção método de solução por Gradação Reduzida Generalizada (GRG) não linear.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores foliares de N obtidos com as diferentes fontes de N são apresentados na Figura 2. Não houve interação significativa entre os fatores, indicando que as fontes e as doses de N atuam de formas independentes.

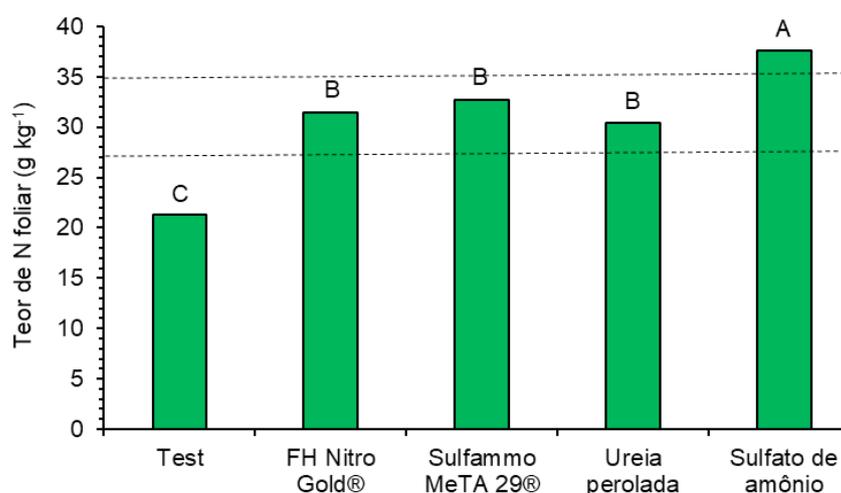


Figura 2. Médias do teor de N foliar em diferentes fontes de N, na cultura do milho em plantio direto, no município de Nossa Senhora das Dores (SE), 2015. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV (a) = 6%; CV (b) = 10,3%. Média = 30,7 g kg<sup>-1</sup>. As linhas tracejadas horizontais representam a faixa de suficiência em N segundo Rajj; Cantarella (1996).

A adubação nitrogenada aumentou o teor de N foliar, nestes tratamentos os teores variaram de 30,4 a 37,6 g kg<sup>-1</sup>. Todos os fertilizantes apresentaram uma boa capacidade de fornecer N às plantas, pois os valores obtidos encontram-se entre 27 e 35 g kg<sup>-1</sup> de N, faixa considerada adequada para a cultura do milho, segundo Raij; Cantarella (1996). Porém, o tratamento testemunha apresentou teor de N abaixo do considerado adequado, esse resultado demonstra a importância da adubação nitrogenada para uma boa nutrição em N.

O sulfato de amônio mostrou uma melhor eficiência nutricional em N, por apresentar a maior média (37,6 g kg<sup>-1</sup>) em relação aos demais tratamentos.

O teor de N na folha índice do milho em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura são apresentados na Figura 3. Os dados se ajustaram significativamente ao modelo de regressão linear.

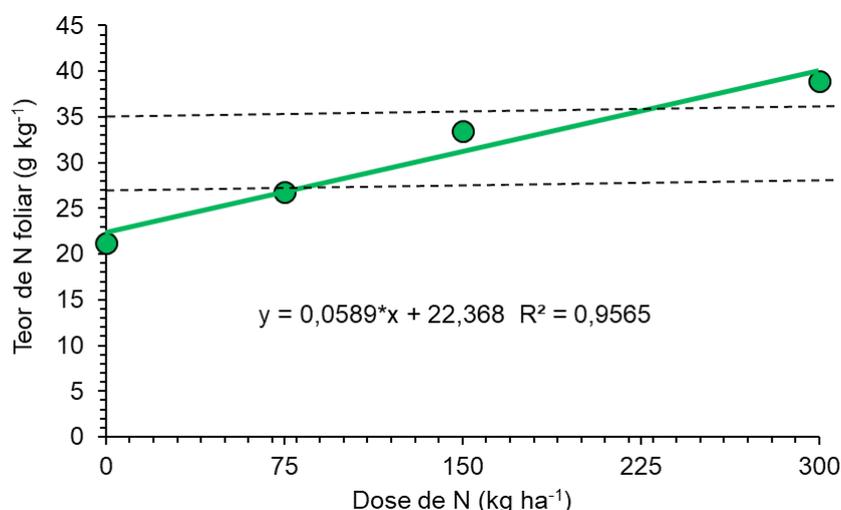


Figura 3. Teor de N na folha índice do milho em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, no município de Nossa Senhora das Dores (SE), 2015 \* indicam que o ajuste da equação é significativo pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). As linhas tracejadas horizontais representam a faixa de suficiência em N segundo Raij; Cantarella (1996).

De acordo com a equação de regressão para cada kg de N aplicado ocorre o incremento de 0,06 g kg<sup>-1</sup> de N na folha índice do milho. Com isso, para que o teor de N atinja a faixa de suficiência é necessário a aplicação de no mínimo 78 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Doses mais altas de N mantêm as folhas fisiologicamente ativas por mais tempo, prolongando a duração do período de enchimento de grãos e favorecendo o rendimento da cultura (SILVA et al., 2005).

Para a produtividade de grãos, não houve interação significativa entre os fatores estudados, apenas efeitos isolados dos mesmos. Os tratamentos adubados com N em cobertura apresentaram médias superiores ao tratamento sem adubação, desta forma, ocorreram ganhos significativos em produtividade em virtude da adubação nitrogenada (Figura 4). Resultados experimentais obtidos por vários autores, sob diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram respostas generalizadas do milho à adubação nitrogenada, sendo que cerca de 80% dos ensaios de adubação realizados com milho no Brasil respondem à aplicação de nitrogênio (CRUZ et al., 2005).

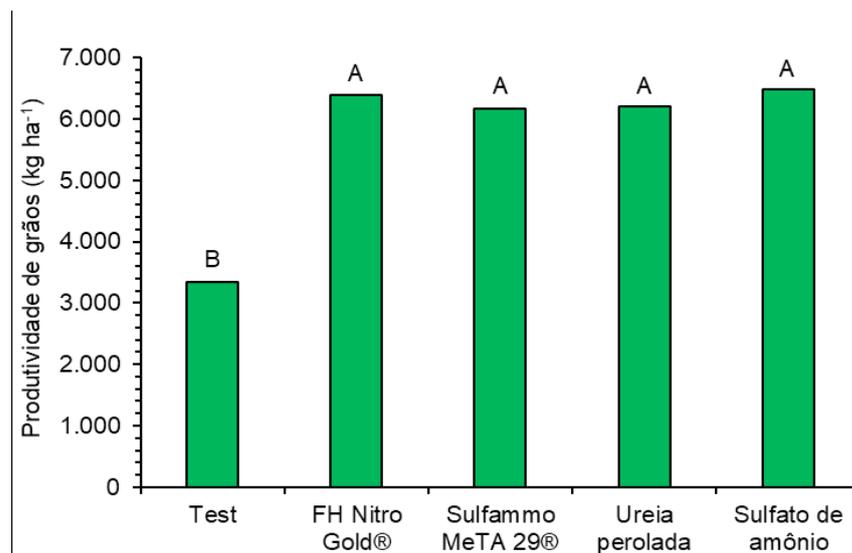


Figura 4. Médias da produtividade de grãos de milho em plantio para as diferentes fontes de N, no município de Nossa Senhora das Dores (SE), 2015. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV (a) = 18,6%; CV (b) = 21,5%. Média = 5.717 kg ha<sup>-1</sup>.

Não houve efeito ( $p \leq 0,05$ ) de fontes entre os tratamentos fertilizados, sendo assim, os diferentes fertilizantes se equivalem na sua capacidade produtiva de grãos. Todos os tratamentos fertilizados apresentaram produtividades superiores à média nacional na safra 2016/2017, que foi de 5.554 kg ha<sup>-1</sup> de grãos (CONAB, 2017).

Cancellier et al. (2016) utilizando como fonte de N a ureia, ureia revestida com enxofre e polímero orgânico, ureia+boro+cobre, e ureia com NBPT, também não observaram diferenças significativa na produtividade de grãos em sistema de plantio direto em um Latossolo Vermelho. Da mesma forma, Kappes et al. (2014) trabalhando com ureia e sulfato de amônio na cultura do milho em sistema plantio direto na região do cerrado, também não verificaram diferenças significativas na produtividade.

O incremento de doses de N (75, 150 e 300 kg ha<sup>-1</sup>), apresentaram efeito significativo na produtividade de grãos em plantio direto (Figura 5).

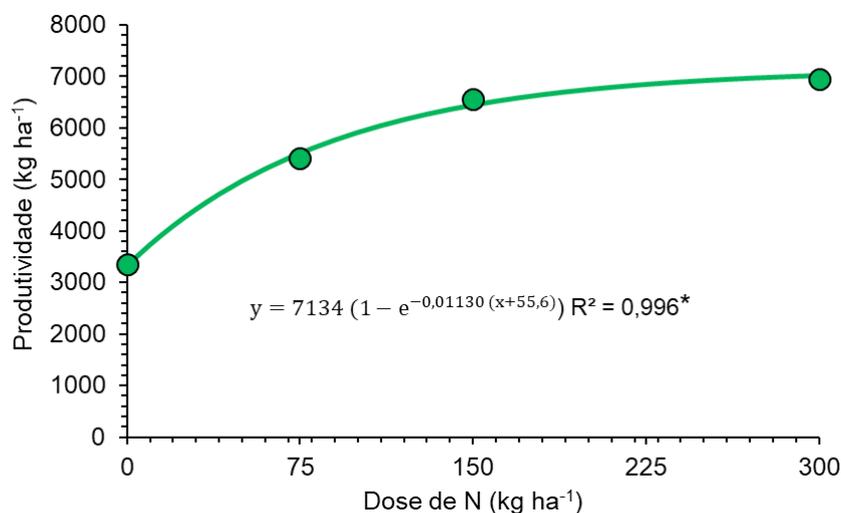


Figura 5. Produtividade de grãos de milho em função das doses de nitrogênio aplicadas em

cobertura ajustadas pela equação de Mitscherlich, no município de Nossa Senhora das Dores (SE), 2015 \* indicam que o ajuste da equação é significativo pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

Outros autores, como Hurtado et al. (2009) testando quatro doses de N (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) no cultivo de milho em plantio direto em um Latossolo Vermelho-Amarelo obteve uma resposta quadrática a aplicação das doses de N. Também, Cancellier et al. (2016) utilizando diversas fontes de N obteve uma resposta linear no rendimento de grãos a aplicação de 0, 100, 150, 200 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura no milho, porém, com uma baixa resposta produtiva de 11%, quando comparado o tratamento sem aplicação de N e a dose máxima.

O aumento no rendimento de grãos com o aumento da dose de N também é relatado em diversos trabalhos com a cultura do milho (FARINELLI; LEMOS, 2012; RIMSKI-KORSAKOV, 2012; SILVA et al., 2011), sendo que Gava et al. (2010) constataram que a elevação da dose de N aumentou a produtividade de milho, porém até a dose 200 kg ha<sup>-1</sup> de N.

#### 4 | CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada, e o acréscimo das doses de N aumenta o teor de N foliar e a produtividade de grãos de milho em plantio direto na região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste. Sendo estes incrementos decrescente com o aumento das doses.

O sulfato de amônio proporciona uma melhor eficiência nutricional em N na cultura do milho em plantio direto.

Os fertilizantes testados apresentam desempenho agrônômico equivalentes na produção de grãos de milho em plantio direto.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Petrobras pelo financiamento do projeto de pesquisa. À CAPES pela concessão da bolsa de estudos, e a Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo apoio técnico-científico.

#### REFERÊNCIAS

CANCELLIER, E.L.; SILVA, D.R.G.; FAQUIN, V.; GONÇALVES, B.A.; CANCELLIER, L.L.; SPEHAR, C.R. **Ammonia volatilization from enhanced-efficiency urea on no-till maize in brazilian cerrado with improved soil fertility**. Ciência e Agrotecnologia, v. 40, p. 133-144, 2016.

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

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010. v. 2. cap. 1, p. 5-46.

CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NETO, A. N.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; ELIAS, B. **Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 41, p. 52-59, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - Conab. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 12ª levantamento, setembro/2017.** Brasília, DF: 2017.

CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; COELHO, A. M. **Resposta de cultivares de milho à adubação nitrogenada em cobertura.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. p. 1-4 (Comunicado Técnico, 116).

BREDA, F. A. F.; WERNECK, C. G.; ALTOE, A.; LIMA, E. S. A.; POLIDORO, J. C.; ZONTA, E.; LIMA, E. **Perdas por volatilização de n-uréia revestida com polímero.** In: Fertbio, 2010, Anais, 13 a 17 de setembro, Guarapari – ES.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. **Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 42, p. 63-70, 2012.

GAVA, G.J.C.; OLIVEIRA, M.W.; SILVA, M.A.; JERÔNIMO, E.M.; CRUZ, J.C.S.; TRIVELIN, P.C.O. **Produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio em milho cultivado com diferentes doses de 15N-uréia.** Semina: Ciências Agrárias, v. 31, p. 851- 862, 2010.

GOMES, R. F.; SILVA, A. G. da; ASSIS, R. L. de; PIRES, F. R. **Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sobre plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, p. 931-938, 2007.

HURTADO, S.M.C.; RESENDE, Á. V. de; SILVA, C. A.; CORAZZA, E. J.; SHIRATSUCHI, L. S. **Variação espacial da resposta do milho à adubação nitrogenada de cobertura em lavoura no cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.44, p.300-309, 2009.

KAPPES, C.; ARF, O.; DAL BEM, E.A.; PORTUGAL, J.R.; GONZAGA, A.R. **Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 13, p. 201-217, 2014.

LADHA, J. K.; PATHAK, H.; KUPNIK, T. J.; SIX, J.; KESSEL, C. V. **Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects.** Advances in Agronomy, San Diego, v. 87, p. 85-156, 2005.

PACHECO, E. P.; MARTINS, C. R.; BARROS, I. de. **Viabilidade Econômica do Sistema Plantio Direto de Milho Consorciado com Forrageiras, no Estado de Sergipe.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 7 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 132).

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C.; ALBUQUERQUE, A.; GIEBELMEIER, C. G.; LOBATO, A. K. S.; FRANCO, A. N. A.; NETO, C. O.; SALDANHA, C. M.; CONCEICÃO, H. E. O.; SILVA, R. T. L. **Efficiency of Utilization of Nitrogen Coated with Urease Inhibitor in Maize.** Pakistan Journal of Biological Sciences, v.16, p. 871-876, 2013.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1990. 240 p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H. Cereais. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação IAC, 1996. v. 1, p. 43-71. (IAC Boletim Técnico, 100).

RIMSKI-KORSAKOV, H.; RUBIO, G.; LAVADO, R.S. **Fate of the nitrogen from fertilizers in field-grown maize**. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v. 93, p. 253-263, 2012.

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

SILVA, P.R.F.; STRIEDERI, M.L.; COSERI, R.P.S.; RAMBOI, L.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E.L.; SILVA, A.A. **Grain yield and kernel protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dresses**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 62, p. 487-492, 2005.

SILVA, D.R.G.; PEREIRA, A.F.; DOURADO, R.L.; SILVA, F.P.; ÁVILA, F.W.; FAQUIN, V. **Productivity and efficiency of nitrogen fertilization in maize under diferente levels of urea and NBPT-treated urea**. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, p. 516-523, 2011.

## RESPOSTA E EFICIÊNCIA AO NITROGÊNIO PARA RENDIMENTO DE GRÃOS EM GENÓTIPOS DE MILHO EM PALMAS-TO

### **Weder Ferreira dos Santos**

Universidade Federal do Tocantins, Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia  
Gurupi – TO

### **Rafael Marcelino da Silva**

Universidade Federal do Tocantins, Agronomia  
Gurupi – TO

### **Layanni Ferreira Sodré**

Universidade Federal do Tocantins, Licenciatura em Química  
Gurupi – TO

### **Mateus da Silva Pereira**

Universidade Federal do Tocantins, Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia  
Gurupi – TO

### **Giselle Ferreira Sodré**

Centro Universitário Luterano de Palmas, Direito  
Palmas – TO

### **Renato da Silva Vieira**

Faculdade de Sistemas de Informação de Paraíso do Tocantins, Sistemas de Informação  
Palmas – TO

### **Deny Alves Macedo**

Centro Universitário Luterano de Palmas, Farmácia.  
Palmas – TO

### **Luan Brito Soares**

Universidade Federal do Tocantins, Química Ambiental.  
Gurupi – TO

**RESUMO:** Na agricultura familiar buscar genótipos de milho eficientes e responsivos aos nutrientes permite a escolha de genótipos mais produtivos em condição de pouca utilização de nutrientes. O objetivo do presente trabalho é selecionar genótipos de milho produtivos, eficientes e responsivos ao nitrogênio para o bioma cerrado. Neste sentido foram realizados quatro ensaios de milho. Em 27 de maio de 2010 foi realizado o plantio, para época de entressafra, e 02 de dezembro de 2010, para época de safra 2010/2011, sendo dois em baixo N e outro dois em alto N. Em blocos com três repetições e 10 tratamentos. A característica estudada foi o rendimento de grãos. Empregou a metodologia de Fageria & Kluthcouski, para identificar os genótipos eficientes e responsivos ao N. O genótipo UFT 3, foi responsivo e eficiente ao N para rendimento de grãos. A resposta à utilização de N, o genótipo de polinização aberta UFT 6, o mais responsivo. E os genótipos menos responsivos foram UFT 5, UFT 9, UFT 1 e UFT 3. Os genótipos UFT 2, UFT 8, e UFT 10 são recomendados para a produção em propriedades que adotam baixo nível tecnológico. **PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays*, Bioma, adubação nitrogenada

**ABSTRACT:** In family farming, get corn genotypes responsive and efficient to nutrients. It allows the choice of more productive genotypes in conditions of low utilization of nutrients. The aim of this work

and select productive corn genotypes, responsive and efficient to nitrogen for the cerrado biome. In this regard, we have been four corn trials. The planting was in May 27, 2010, for period between harvests, and December 2, 2010, for season 2010/2011, two with low N and the other two at high N. Being in blocks with three replications and 10 treatments. The characteristics was the grain yield. The methodology employed Fageria & Kluthcouski, to identify responsive and efficient genotypes to N. The genotype UFT 3 was responsive and efficient N for grain yield. The response to N, the open-pollinated genotype UFT 6, the most responsive. And the less responsive genotypes were UFT 5, UFT 9, UFT 1 and UFT 3. The genotypes UFT 2, UFT 8 and UFT 10 are recommended for growing in properties that adopt low technological level.

**KEYWORDS:** *Zea mays*, Biome, nitrogen fertilization

## 1 | INTRODUÇÃO

Entre os desafios para os próximos anos está o de suprir as crescentes necessidades da população mundial, elevar a segurança alimentar em regiões onde há fome, sendo isso realizado por meio de desenvolvimento de uma agricultura altamente produtiva e sustentável.

A cultura do milho é muito importante, devido ao seu valor nutritivo, a sua composição química e seu potencial produtivo, apresenta como um dos mais importantes cereais consumidos e cultivados no mundo. Nos últimos anos, a cultura no Brasil vem passando por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos da produtividade e da produção (EMBRAPA, 2011). No Brasil, a cultura do milho tem grande destaque na agricultura familiar, onde a maioria dos agricultores tem baixas produtividades devido ao fato do estresse ambiental (CANCELLIER et al., 2011).

No cerrado tocantinense é necessário o estudo de modelos agrícolas menos dependentes do uso de insumos e que reduzam o custo de produção tornando-os mais eficientes, visando uma produção mais sustentável (EMBRAPA, 2011).

A baixa fertilidade dos solos tocantinenses, o baixo nível tecnológico dos agricultores, as altas temperaturas, a falta de variedades de milho adaptadas a região e o manejo da fertilidade, através da calagem, da gessagem e da adubação equilibrada apresenta baixas produtividades quando comparadas a produção nacional (EMBRAPA, 2011; CANCELLIER, 2011; CONAB, 2016).

Existem ainda os custos de adubos, para plantio e cobertura. Na cobertura altos custos de fertilizantes nitrogenados, o que implica em esforços no desenvolvimento de genótipos capazes de aproveitar adubos nitrogenados (SOARES et al., 2011). Busca-se estratégias para garantir maior produtividade em propriedades com baixo emprego em insumos. O uso de genótipos adaptados e eficientes aos adubos nitrogenados, resulta em diminuição nos custos iniciais e uma opção ecologicamente correta (FRITSCHÉ-NETO & BORÉM, 2011).

O nitrogênio (N) é o macronutriente de maior demanda pela cultura do milho. O N exerce diversas funções nutricionais, atuando no crescimento vegetativo do milho,

participando da fotossíntese, sendo responsável pelo aumento do peso da espiga, pelo aumento do teor de proteína em entre outras características. O N é responsável por grande parte do gasto com as adubações, além de ser um dos elementos que mais contribui para a contaminação de lençóis freáticos (MALAVOLTA et al, 1997).

A utilização da metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980) pode ser observada em trabalhos com a cultura do arroz (FIDELIS et al., 2011; FIDELIS et al., 2012; FIDELIS et al., 2013; PASSOS et al., 2015; ROTILI et al., 2010), feijão (SOUSA et al., 2012; SALGADO et al., 2012), milho (CARVALHO et al., 2012; FIDELIS et al., 2010; FIDELIS et al., 2014; SANTOS et al., 2016; SODRÉ et al., 2016) e soja (COLOMBO et al., 2016). Portanto, encontrar genótipos eficientes na absorção do pouco nutriente presente no solo é de suma importância para auxiliar agricultores na seleção de genótipos específicos ou escolher genótipos para serem usados nos programas de melhoramento de plantas.

O custo elevado dos adubos a base de N, tem dificultado maiores produtividades pelos agricultores familiares (FRITSCHÉ-NETO & BORÉM, 2011), principalmente no Tocantins. Esta agricultura necessita de genótipos eficientes ao N no solo. A obtenção de maior eficiência do nitrogênio (EUN) tem sido um objetivo almejado para a agricultura de baixos insumos (SANTOS et al., 2014). Todavia, para que esses objetivos sejam alcançados, é essencial a busca de estratégias para genótipos EUN.

Devido à falta de informação no cerrado tocantinense quanto a EUN em genótipos de milho para rendimento de grãos. O presente trabalho visa selecionar genótipos de milho mais eficientes e responsivos ao N, para rendimento de grãos, no cerrado Tocantinense.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O plantio foi realizado em 27 de maio de 2010, para época de entressafra, e 02 de dezembro de 2010, para época de safra 2010/2011. Foram realizados quatro ensaios de competição de genótipos de milho no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Palmas, sendo dois instalado sob condições de Alto N (150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e dois sob Baixo N (0 kg ha<sup>-1</sup> de N).

O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos ao acaso com 10 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos de 10 genótipos, sendo todos de polinização aberta (UFT 1, UFT 2, UFT 3, UFT 4, UFT 5, UFT 6, UFT 7, UFT 8, UFT 9 e UFT 10), oriundos de programas de melhoramento genético da UFT.

A parcela experimental foi composta por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,90m entre as linhas. Na colheita, foram utilizadas as duas linhas centrais de cada fileira, descartando-se 0,50m das extremidades das fileiras.

Foram realizadas as operações de aração, gradagem e sulcamento. O plantio das sementes e a adubação no sulco de semeadura foram efetuados manualmente. A adubação de pré-plantio foi realizada utilizando 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK e ZN, para todos os ensaios, sendo os demais tratos culturais efetuados assim que se fizeram necessários

conforme exigência da cultura.

A adubação nitrogenada em cobertura, nos experimentos de safra e entressafra foi de 0 e 150 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, proporcionando totais de 15 e 165 kg ha<sup>-1</sup>, para os ambientes de baixo e alto N, parcelada em duas aplicações, sendo realizada no estádio V4 e V8 (quatro e oito folhas completamente abertas), tendo como fonte de N a ureia (43% de N). A adubação no ambiente de baixo e alto N corresponde a menor e a maior faixa esperada de produtividade de grãos.

Os tratos culturais, como o controle fitossanitário contra doenças, pragas e plantas daninhas foram realizados seguindo as recomendações técnicas da cultura. Foi realizada irrigação suplementar para os ensaios conduzidos na entressafra, sempre que necessária.

Nas duas fileiras centrais, de cada parcela, foram colhidas as espigas, no estádio R6 (maturidade fisiológica). Em seguida, as espigas foram debulhadas e os grãos acondicionadas em saco de papel, o qual foi identificado por genótipo, e transportado para o Laboratório de Pesquisa Agropecuária da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Palmas. O rendimento de grãos (massa de grãos de cada parcela corrigida para 13% de umidade e transformada em kg ha<sup>-1</sup>).

Para identificar genótipos eficientes quanto ao uso do nitrogênio (N) e responsivos à sua aplicação, utilizou-se a metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski (1980). Por esta metodologia, a eficiência correspondeu à média de rendimento de grãos de cada genótipo em baixo N. A resposta a aplicação do nutriente, para cada genótipo, foi oriunda da diferença de rendimento nos dois níveis de nitrogênio (alto e baixo N) dividido pela diferença entre os níveis de N utilizados em cobertura (Equação 1).

$$Resposta = \frac{RG (AN - BN)}{Nível (AN - BN)} \text{Equação 1.}$$

Após serem tabulados, os dados de RG foram submetidos ao teste de normalidade. Em seguida, foi realizada análise de variância para cada ensaio (nível de N) e, em seguida, análise conjunta seguindo o critério da homogeneidade dos quadrados médios residuais dos ensaios.

As médias dos genótipos, ambientes e dos índices de eficiência e resposta, foram comparadas pelo teste de grupos de Scott & Knott, a 5% de significância.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Computacional Genes.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância (Tabela 1) apresentou efeito significativo a ( $p < 0,05$ ) de probabilidade para ensaios, genótipo e interação. Esta última indica existência de comportamento diferencial dos genótipos nos diferentes ensaios. Neste sentido, foram realizados os desdobramentos, ou seja, o estudo de todos os genótipos dentro de cada ensaio e o comportamento de cada genótipo entre os ensaios. O coeficiente de variação (CV) indica boa precisão na condução dos experimentos. Cancellier et al. (2011) trabalhando

com 25 populações milho encontrou CV de 14,6% superior da Tabela 1.

A média geral de RG do experimento (Tabela 1), e superior à média da região Norte (Safrá 14/15 – 3239 kg ha<sup>-1</sup> e Safrá 15/16 – 3214 kg ha<sup>-1</sup>) e inferior à média do Tocantins (Safrá 14/15 – 4914 kg ha<sup>-1</sup> e Safrá 15/16 – 4397 kg ha<sup>-1</sup>) (CONAB, 2016).

No ensaio de AN (Tabela 1) apresenta cinco grupos de médias, onde variaram UFT (4336 kg ha<sup>-1</sup>) a UFT 3 (5669 kg ha<sup>-1</sup>). No grupo com as melhores médias estão os genótipos UFT 3 (5669 kg ha<sup>-1</sup>), UFT 10 (5452 kg ha<sup>-1</sup>) e UFT 6 (5390 kg ha<sup>-1</sup>), já no grupo com as menores médias os genótipos UFT 4 (4336 kg ha<sup>-1</sup>), UFT 5 (4496 kg ha<sup>-1</sup>) e UFT 7 (4600 kg ha<sup>-1</sup>). No ensaio de BN, as médias variaram entre UFT 5 (2504 kg ha<sup>-1</sup>) a UFT 2 (4226 kg ha<sup>-1</sup>), no grupo com as melhores médias estão os genótipos UFT 2 (4226 kg ha<sup>-1</sup>) e UFT 10 (4192 kg ha<sup>-1</sup>), e no grupo com a menor média o genótipo UFT 5 (2504 kg ha<sup>-1</sup>). De modo geral os genótipos UFT 3 e UFT 10 apresentaram as melhores médias quando comparado os dois ensaios de N.

Genótipos	Alto N	Baixo N/Eficiência	Média	Diferença	Resposta
<b>UFT 1</b>	4856 dA	3019 dB	3937 d	1838	12,3
<b>UFT 2</b>	5130 cA	4226 aB	4678 a	904	6,0
<b>UFT 3</b>	5669 aA	3802 bB	4736 a	1867	12,4
<b>UFT 4</b>	4336 eA	3084 dB	3710 e	1253	8,4
<b>UFT 5</b>	4496 eA	2504 eB	3500 f	1992	13,3
<b>UFT 6</b>	5390 bA	2948 dB	4169 c	2443	16,3
<b>UFT 7</b>	4600 eA	3276 cB	3938 d	1325	8,8
<b>UFT 8</b>	4983 dA	3685 bB	4334 b	1298	8,7
<b>UFT 9</b>	4737 dA	2930 dB	3833 d	1808	12,1
<b>UFT 10</b>	5452 bA	4192 aB	4822 a	1260	8,4
<b>Média</b>	4965 A	3367 B	4166		10,7
<b>CV (%)</b>			3,6		

Tabela 1. Médias de rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) em 10 genótipos de milho cultivados dois níveis de N em Palmas-TO.

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, pertence a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott - Knott (1974), a 5% de significância. Alto N = 150 kg ha<sup>-1</sup>; Baixo N = 0 kg ha<sup>-1</sup>

O ensaio em Alto N (4965 kg ha<sup>-1</sup>) apresentou a melhor média quando comparado ao Baixo N (3367 kg ha<sup>-1</sup>). Cancellier et al. (2011) encontrou valores superiores para Alto N (5748 kg ha<sup>-1</sup>) e Baixo N (4649 kg ha<sup>-1</sup>) daqueles apresentados Tabela 1. O aumento de rendimento grãos com o incremento no ensaio de Alto N justifica que há a necessidade de suprimento desse nutriente, pois a disponibilidade insuficiente do N pode reduzir a diferenciação do número de óvulos nos primórdios da espiga e, com isso, afetar negativamente a rendimento em Baixo N (ERNANI et al., 2005).

Na média geral dos genótipos (Tabela 1), foram encontrados seis grupos de médias. Variando entre UFT 10 (4822 kg ha<sup>-1</sup>) a UFT 5 (3500 kg ha<sup>-1</sup>). As melhores médias de rendimento grãos apresenta os genótipos UFT 2 (4678 kg ha<sup>-1</sup>), UFT 3 (4736 kg ha<sup>-1</sup>) e UFT 10 (4822 kg ha<sup>-1</sup>). E apenas o genótipo UFT 5 (3500 kg ha<sup>-1</sup>) com menor grupo de médias.

A metodologia de Fageria & Kluthcouski (1980) (Figura 1), apresenta genótipos

eficientes ao N (UFT 3, UFT 2, UFT8, UFT 10). Estes genótipos, sendo apresentados no I e IV quadrantes. Estes resultados estão em concordância com aqueles obtidos por Heinz et al. (2012), Santos et al. (2014), Santos et al., 2015) e Silva et al., 2015 também verificaram comportamento diferencial genótipos quando submetidos à níveis de N.

O índice de resposta (Figura 1), apresentar cinco genótipos responsivos (UFT 1, UFT 3, UFT 5, UFT 6 e UFT 9) todos com valor superior ao valor médio (10,7) do índice de resposta. O genótipo UFT 6 apresentou o maior valor de responsividade. Genótipos que apresentam alto índice de resposta, tornam-se interessantes, pois respondem ao incremento do N quando se promove a melhoria do ambiente (FIDELIS et al., 2012).

Por outro lado, os genótipos UFT 1, UFT 5, UFT 6 e UFT 9 por terem baixo RG em BN foram considerados não eficientes (Figura 1), são genótipos responsivos (II quadrante). Genótipos responsivos e não eficientes são indicados para serem utilizados pelos produtores com elevado nível tecnológico (FIDELIS et al., 2012).

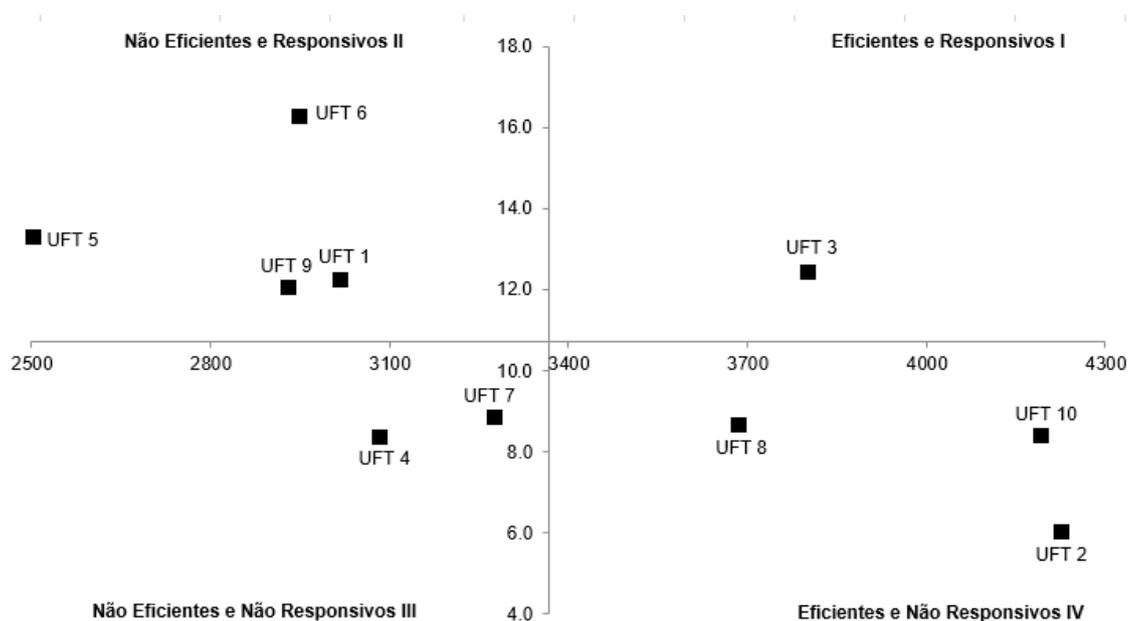


Figura 1. Eficiência no uso e resposta à aplicação de nitrogênio em genótipos de milho, para rendimento de grãos, pela metodologia de Fageria & Kluthcouski (1980).

Ressalta-se que UFT 3 além de responsivo (Figura 1), é eficiente ao N, o que demonstra adaptação deste material em ambientes de baixo (BN) e alta disponibilidade de N (AN) (I quadrante).

Os genótipos UFT 4 e UFT 7 (Figura 1), e apresentado baixo RG no ambiente BN (inferior à média geral, 3367 kg ha⁻¹) e apresentado piores índices de resposta ao N, considerado como não responsivos e não eficientes (III quadrante). Genótipos classificados como não responsivos e não eficientes não são indicados para nenhum tipo propriedades agrícolas (FIDELIS et al., 2011).

Os genótipos UFT 2, UFT 8 e UFT 10 (Figura 1) apresentado alto RG no ambiente BN (maior que a média geral, 3367 kg ha⁻¹) e apresentado piores índices de resposta ao N, considerado não responsivos e eficientes (IV quadrante). Os genótipos deste grupo são recomendados para propriedades com nível tecnológico baixo (FIDELIS et al., 2011). Sendo que a seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de N em programas

de melhoramento é considerada, uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção das culturas (SANTOS et al., 2015).

São justificados os esforços em estudos que visam ao desenvolvimento de cultivares de milho com maior capacidade de aproveitamento do N aplicado via fertilização e, também, para desenvolvimento de genótipos que apresentem alta eficiência de absorção e utilização deste nutriente se cultivados em baixa disponibilidade de N no solo (SOARES et al., 2011).

#### 4 | CONCLUSÃO

Rendimento de grão no ensaio em Alto N foi superior ao Baixo N, devido ao incremento do nitrogênio em cobertura.

A metodologia de Fageria & Kluthcouski (1980), mostrou-se eficaz em discriminar genótipos responsivos e eficientes.

O genótipo UFT 3, foi responsivo e eficiente ao N para rendimento de grãos.

A resposta à aplicação de N, o genótipo de polinização aberta UFT 6, o mais responsivo. E os genótipos menos responsivos foram UFT 5, UFT 9, UFT 1 e UFT 3.

Os genótipos UFT 2, UFT 8, e UFT 10 são recomendados para o cultivo em propriedades que adotam baixo nível tecnológico.

#### REFERÊNCIAS

CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. S.; CARVALHO, E. V.; DOTTO, M. A.; LEÃO, F. F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 139-148, 2011.

CARVALHO, R. P.; PINHO, R. G. V.; DAVIDE, L. M. C. Eficiência de cultivares de milho na absorção e uso de nitrogênio em ambiente de casa de vegetação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2125-2136, 2012.

COLOMBO, G. A.; PELÚZIO, J. M.; PIRES, L. P. M.; DARONCH, D. J.; MACHADO FILHO, G. C. Eficiência do uso de fósforo de cultivares de soja em condições de cerrado tocantinense. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 3, n. 1, p. 42-49, 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Sexto Levantamento**. Brasília: CONAB, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2009.

ERNANI, P. R.; SANGOI L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. A forma de aplicação da uréia e dos resíduos vegetais afeta a disponibilidade de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 35, p. 360-365, 2005.

FAGERIA, N. D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAF, 1980. 22p.

FIDELIS, R. R.; MIRANDA, G. V.; PELÚZIO, J.M.; GALVÃO, J.C.C. Classificação de populações de

milho quanto à eficiência e resposta ao uso de fósforo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 241-246, 2010.

FIDELIS, R. R.; ROTILI, E. A.; SANTOS, M. M.; BARROS, H. B.; MELO, A. V.; DOTTO, M. Eficiência no uso de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 622-626, 2011.

FIDELIS, R. R.; ROTILI, E. A.; SANTOS, M. M.; BARROS, H. B.; RODRIGUES, A. M. Eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação de nitrogênio de cultivares de arroz em solos de terras altas no Sul do Estado de Tocantins, safra 2007/2008. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 3, p. 432-438, 2012.

FIDELIS, R. R.; NASCIMENTO, L. C.; SANTOS, M. M.; SILVA, G. F.; TONELLO, L. P.; OLIVEIRA, T. C. Efeito da adubação fosfatada na qualidade fisiológica de sementes de arroz cultivadas em terras altas. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 15-21, 2013.

FIDELIS, R. R.; SANTOS, M. M.; SANTOS, G. R.; SILVA, R. R.; VELOSO, D. A. Classificação de populações de milho quanto a eficiência e resposta ao uso de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 19, n. 2, p. 59-64, 2014.

FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. **Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 250p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

PASSOS, N. G.; SOUSA, S. A.; LOPES, M. B. S.; VARAVALLLO, M. A.; OLIVEIRA, T. C.; FIDELIS, R. R. Eficiência no uso de nitrogênio em genótipos de arroz em solos de várzea tropical do Estado do Tocantins. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 1, p. 8-16, 2015.

ROTILI, E. A.; FIDELIS, R. R.; SANTOS, M. M.; BARROS, H. B.; PINTO, L. C. Eficiência do uso e resposta à aplicação de fósforo de cultivares de arroz em solos de terras altas. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 705-710, 2010.

SALGADO, F. H. M.; SILVA, J.; OLIVEIRA, T. C.; BARROS, H. B.; PASSOS, N. G.; FIDELIS, R. R. Eficiência de genótipos de feijoeiro em resposta à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 368-374, 2012.

SANTOS, W. F.; AFFÉRRI, F. S.; PELÚZIO, J. M. Eficiência ao uso do nitrogênio e biodiversidade em genótipos de milho para teor de óleo. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.21, p.2916-2925, 2015.

SANTOS, W. F.; PELÚZIO, J. M.; AFFÉRRI, F. S.; SODRÉ, L. F.; SANTOS, D. S.; FARIAS, T. C. M. Variabilidade genética e eficiência de uso do nitrogênio em genótipos de milho para teor de óleo. **Revista Ciência Agrárias**, v.57, p.312-317, 2014.

SANTOS, W. F.; PELÚZIO, J. M.; AFFÉRRI, F. S.; SODRÉ, L. F.; HACKENHAAR, C.; REINA, E.; MACÊDO, D. A. Eficiência e resposta ao uso de nitrogênio em genótipos de milho para rendimento de proteína. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 10, n. 4, p. 6-11, 2016.

SILVA, K. C. L.; SILVA, K. P.; CARVALHO, E. V.; ROTILI, E. A.; AFFÉRRI, F. S.; PELÚZIO, J. M. Divergência genética de genótipos de milho com e sem adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 102-110, 2015.

SOARES, M. O.; MIRANDA, G. V.; GUIMARÃES, L. J. M.; MARRIEL, I. E.; GUIMARÃES, C. T. Parâmetros genéticos de uma população de milho em níveis contrastantes de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 168-174, 2011.

SODRÉ, L. F.; ASCÊNIO, S. D.; PELÚZIO, J. M.; AFFÉRRI, F. S.; SANTOS, W. F.; CARVALHO, E. V. Cultivo para alto e baixo nitrogênio em genótipos de milho no Tocantins visando a produção de óleo. **Revista de Agricultura**, v. 91, n. 2, p. 174-183, 2016.

SOUSA, S. A.; SILVA, J.; RAMOS, D. P.; OLIVEIRA, T. C.; GONZAGA, L. A. M.; FIDELIS, R. R. Eficiência e resposta à aplicação de nitrogênio de genótipos de feijão comum cultivados em várzea tropical do Estado do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 3, p. 33-37, 2012.

## TEOR E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM COUVE-FLOR CV. BARCELONA EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO AGRÍCOLA

### **Carlos Antônio dos Santos**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Seropédica - RJ.

### **Margarida Goréte Ferreira do Carmo**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Seropédica - RJ.

### **Evandro Silva Pereira Costa**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Seropédica - RJ.

### **Aline da Silva Bhering**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Seropédica - RJ.

### **Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Seropédica - RJ.

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivos avaliar em condições de campo o efeito da calagem, realizada em diferentes formas, e do uso de gesso agrícola sobre os teores e acúmulo de nutrientes em plantas de couve-flor cv. Barcelona. Foram avaliados os tratamentos: 1) calcário aplicado à lanço na dose de 4,0 Mg.ha<sup>-1</sup>; 2) calcário aplicado nas covas de plantio, dose de 4,0 Mg.ha<sup>-1</sup>; 3) calcário e gesso agrícola, aplicados à lanço, nas doses de 3,0 e 1,0 Mg.ha<sup>-1</sup>,

respectivamente; 4) gesso agrícola aplicado à lanço na dose de 1,0 Mg.ha<sup>-1</sup>; e 5) testemunha. As plantas foram cultivadas com base no manejo da região. Determinaram-se os teores totais de Ca, Mg, K, P, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni e Al em cada órgão da planta. Tendo como base os teores encontrados nas raízes, caules, folhas e inflorescências e na massa seca, calcularam-se os valores acumulados nos respectivos órgãos e na planta inteira. Apesar da não diferença entre os tratamentos quanto aos teores da maioria dos nutrientes avaliados, observou-se diferenças quanto ao acúmulo de alguns destes na planta inteira (Ca, P e Cu), na folha (Ca), na inflorescência (Ca, Mg e P) e no caule (Mg). De forma geral, observou-se que a dinâmica de acúmulo de nutrientes foi mais influenciada pelos tratamentos com calcário. Os dados obtidos são importantes para visualização da partição dos nutrientes na planta e dos requerimentos nutricionais demonstrados pela couve-flor cv. Barcelona.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica oleracea* var. *botrytis*; calagem; cálcio

**ABSTRACT:** The objective of the present study was to evaluate the effect of liming, performed in different forms, and the use of agricultural gypsum on the contents and accumulation of nutrients in cauliflower cv. Barcelona. The treatments were: 1) broadcast limestone at the dose of 4.0 Mg.ha<sup>-1</sup>; 2) limestone in the furrows at a dose of 4.0 Mg.ha<sup>-1</sup>;

3) broadcast limestone and agricultural gypsum, at the doses of 3.0 and 1.0 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectively; 4) broadcast gypsum at a dose of 1.0 Mg.ha<sup>-1</sup>; and 5) control. The plants were cultivated based on the management of the region. The total contents of Ca, Mg, K, P, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni and Al were determined in each organ of the plant. Based on the levels found in roots, stems, leaves and inflorescences and in the dry mass, the values accumulated in the respective organs and in the whole plant were calculated. In spite of the non-difference between the treatments in the nutrient content of the majority of the evaluated nutrients, there were differences in the accumulation of some of these in the whole plant (Ca, P and Cu), leaf (Ca), inflorescence (Ca, Mg and P) and on the stem (Mg). In general, it was observed that the dynamics of nutrient accumulation was more influenced by limestone treatments. The data obtained are important for the visualization of the nutrient partitioning in the plant and of the nutritional requirements demonstrated by the cava-flor cv. Barcelona.

**KEYWORDS:** *Brassica oleracea* var. *botrytis*; liming; calcium.

## 1 | INTRODUÇÃO

A couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) é amplamente cultivada na região centro-sul do Brasil, principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro (IBGE, 2006; FILGUEIRA, 2008). O seu cultivo caracteriza-se por sua elevada importância econômica e social, e pelas exigências em nível climático e nutricional (MAY *et al.*, 2007).

A couve-flor desenvolve-se melhor em solos argilosos, ricos em matéria orgânica e bem drenados. Apresenta pouca tolerância ao alumínio tóxico e à acidez do solo, exigindo pH na faixa de 6,0 a 6,8 (MAY *et al.*, 2007; FILGUEIRA, 2008). O nitrogênio e o potássio são os nutrientes que mais influenciam a produção da cultura, embora o cálcio, enxofre e magnésio também sejam requeridos em grande quantidade. Quanto aos micronutrientes, destacam-se o boro e o molibdênio, cuja deficiência pode provocar anomalias fisiológicas (MAY *et al.*, 2007; FILGUEIRA, 2008; GUERRA *et al.*, 2013).

A realização da calagem para correção da acidez e provimento de cálcio e magnésio, e uso de adubos que contenham enxofre na sua formulação também contribuem para a melhoria da cultura. No entanto, a aplicação de calcário à lanço, seguido de incorporação, pode ser uma prática danosa nas condições de declive acentuado por favorecer os processos erosivos. Estudos prévios na região Serrana Fluminense indicaram que alguns produtores vêm aplicando calcário nas covas de plantio.

O gesso agrícola (sulfato de cálcio diidratado), por sua vez, tem sido recomendado para diversas culturas de modo a proporcionar melhorias do ambiente radicular, abaixo da camada corrigida pela calagem usual (SOUSA *et al.*, 2007). Entretanto, pouco se conhece sobre a influência do seu uso e da forma de aplicação de calcário sobre as condições químicas do solo e de seus efeitos no acúmulo e teor de nutrientes em couve-flor.

Com isso, o presente trabalho teve como objetivos avaliar em condições de campo o efeito da calagem, realizada em diferentes formas, e do uso de gesso agrícola sobre os

teores e acúmulo de nutrientes em plantas de couve-flor cv. Barcelona.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no período de junho a dezembro de 2015 em condições de campo na comunidade de Serra Velha, localizada no município de Nova Friburgo-RJ (-22° 28'42" S e -42 63' 61" W).

Foram utilizados os seguintes tratamentos com aplicação de calcário e gesso agrícola, sendo: 1) calcário aplicado à lanço na dose de 4,0 Mg.ha<sup>-1</sup>; 2) calcário aplicado nas covas de plantio, dose de 4,0 Mg.ha<sup>-1</sup>; 3) calcário e gesso agrícola, aplicados à lanço, nas doses de 3,0 e 1,0 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente; 4) gesso agrícola aplicado à lanço na dose de 1,0 Mg.ha<sup>-1</sup>; e 5) testemunha. Utilizou-se calcário agrícola calcinado (PRNT 104,5%). A aplicação dos tratamentos foi realizada três meses antes do transplântio. A incorporação do calcário e/ou gesso aplicados à lanço (tratamentos 1, 3 e 4) foi feita com enxada rotativa. No tratamento 2, a incorporação do calcário aplicado na projeção das covas foi feita manualmente com enxadas.

O transplântio foi realizado em setembro de 2015. Utilizaram-se mudas da cultivar Barcelona (Seminis), de meia estação, produzidas em bandejas de 200 células preenchidas com substrato comercial para hortaliças e mantidas em casa de vegetação por 30 dias. Efetuou-se o transplântio para covas de cerca de 20x20x15 cm, feitas manualmente com auxílio de enxadas, e observando-se o espaçamento de 0,60 m x 0,60 m. Realizou-se adubação de plantio com sulfato de amônio (35 kg.ha<sup>-1</sup> de N), superfosfato simples (100 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (40 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). Logo após o transplântio, e ao longo do ciclo da cultura, irrigou-se por aspersão. As irrigações foram feitas em turnos de três dias, em complementação às chuvas.

Efetuaram-se duas adubações de cobertura, aos 20 e 85 DAT, com aplicação de sulfato de amônio (85 kg.ha<sup>-1</sup> de N, em ambas as aplicações) e cloreto de potássio (75 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). Aos 57 DAT aplicou-se 1400 kg.ha<sup>-1</sup> de composto orgânico comercial (15% de carbono orgânico, 1% de N, relação C/N 18, pH 6,5), além de pulverização com ácido bórico (2 g L<sup>-1</sup>). Adotou-se o delineamento de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições totalizando 20 parcelas de 13,5 m<sup>2</sup> com 40 plantas cada. As 12 plantas centrais constituíram a parcela útil que foi utilizada para fins de quantificação.

Avaliaram-se as plantas aos 100 e 106 DAT quando a maior parte das inflorescências estava em ponto de colheita comercial, caracterizado por inflorescências totalmente desenvolvidas, com os botões florais ainda unidos (cabeça compacta e ainda firme) (May et al., 2007). As plantas foram arrancadas inteiras, separadas em raiz e parte aérea, acondicionadas em sacos plásticos e transportadas até a UFRRJ. Inicialmente, determinou-se a massa fresca de cada inflorescência. Em seguida, seccionaram-se as inflorescências e tomou-se ¼ de cada para composição de uma amostra composta por parcela.

Determinou-se, ainda, a massa fresca dos caules e das folhas de cada planta e observou-se o mesmo procedimento acima descrito para composição de amostras compostas de 500 g de folha e de 500 g de caule por parcela. As raízes, por sua vez,

foram lavadas individualmente para retirada do solo aderido e reservadas para as etapas posteriores.

Para determinação da massa seca, secaram-se as amostras de 500 g das inflorescências, folhas e caules, assim como as raízes, em estufa de circulação forçada a 70° C até peso constante. Após pesadas, as respectivas amostras foram moídas e, em seguida, tomaram-se alíquotas de 1g dos respectivos órgãos de cada parcela e submeteram-se ao processo de digestão aberta em blocos digestores utilizando-se ácido nítrico conforme método SW-846 3051A (USEPA, 2007). Os extratos obtidos foram avolumados para 50 ml com água destilada em tubos de ensaio, submetidos à filtração lenta e armazenados em frascos de polietileno e analisados. Determinaram-se os teores totais de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni e Al em aparelho de espectrometria de absorção atômica (Agilent Technologies, modelo Variam SpectrAA 55B), os de K por espectrometria de emissão de chama e os de P por colorimetria de metavanadato (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Tendo como base os teores encontrados nas raízes, caules, folhas e inflorescências e na massa seca, calcularam-se os valores acumulados nos respectivos órgãos e na planta inteira. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observou efeito significativo dos tratamentos sobre a concentração de macro (Mg, P, K) e micronutrientes (Cu, Fe, Ni) nos diferentes órgãos das plantas, exceto de Ca, Mn e Zn nas folhas (Tabela 1). A concentração de Ca foi, evidentemente, maior nas folhas das plantas de todos os tratamentos quando comparados à testemunha, em especial, naqueles com calcário aplicado à lanço, sozinho ou associado ao gesso. De forma geral, resultado inverso foi observado para a concentração de Mn e Zn (menores teores nos tratamentos com calcário aplicado à lanço e na cova ou combinado com gesso). O gesso agrícola, isoladamente, foi equiparável a testemunha em ambas as variáveis. Este resultado está diretamente relacionado ao maior aporte de Ca nos tratamentos com calcário e elevação do pH e conseqüente redução da disponibilidade de Mn, Zn, Cu e Fe na solução do solo e nos sítios de troca catiônica (ABREU *et al.*, 2007).

As maiores concentrações de K foram observadas no caule (Tabela 1), enquanto que para cálcio, os maiores teores foram encontrados nas folhas e, os menores, nas inflorescências, colaborando com o descrito por May *et al.* (2007). Segundo Trani *et al.* (1996) os teores de macronutrientes obtidos pela análise foliar em couve-flor devem estar na seguinte faixa para serem considerados adequados, N = 40-60, P = 4-8, K = 25-50, Ca = 20-35 e Mg = 2,5-5, expressos em  $g.kg^{-1}$ . Dessa forma, pode se observar no presente ensaio que os teores de P obtidos nas folhas foram superiores ao adequado, enquanto que os de K e Mg foram levemente inferiores, especialmente nos tratamentos com calcário. Todos os tratamentos, com exceção da testemunha, apresentaram teores foliares de Ca adequados (Tabela 1).

Os teores de micronutrientes nas folhas são considerados por Trani *et al.* (1996) como adequados quando estes estão na seguinte faixa: Boro (B) = 30-80, Cobre (Cu) = 4-15, Ferro (Fe) = 30-200, Manganês (Mn) = 25-250, Molibdênio (Mo) = 0,5-0,8 e Zinco (Zn) = 20-250, expressos em mg kg<sup>-1</sup>. Com isso, consideram-se os teores de Mn e Zn como adequados, enquanto os de Cu em todos os tratamentos estiveram abaixo do ideal preconizado, enquanto os de Fe estiveram acima. Os teores de B e Mo não foram avaliados.

Folha										
Tratamentos	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Al
	g/kg					mg/kg				
Testemunha	19,54 b	2,65 a	14,63 a	25,21 a	3,68 a	1378,91 a	47,46 a	38,19 a	1,61 a	
Calcário na cova	22,94 ab	2,13 a	13,19 a	24,78 a	3,53 a	1069,26 a	33,08 b	24,66 b	1,67 a	
Calcário a lanço	25,11 a	2,26 a	13,77 a	23,32 a	3,67 a	823,62 a	34,37 b	27,67 b	1,55 a	NA
Calcário + gesso	25,28 a	2,20 a	14,63 a	21,97 a	3,96 a	926,53 a	37,46 ab	32,68 ab	1,85 a	
Gesso agrícola	21,92 ab	2,76 a	14,93 a	26,25 a	3,83 a	1170,68 a	46,67 a	37,25 a	1,52 a	
CV(%)	9,35	17,64	13,94	22,42	11,59	18,81	13,35	12,75	11,42	
Inflorescência										
Tratamentos	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Al
	g/kg					mg/kg				
Testemunha	3,02 a	2,34 a	30,85 a	46,94 a	3,80 a	271,15 a	27,09 a	38,76 a	1,00 a	
Calcário na cova	3,18 a	2,36 a	35,77 a	48,68 a	4,00 a	197,15 a	24,87 a	37,43 a	0,88 a	
Calcário a lanço	3,46 a	2,38 a	35,91 a	49,26 a	4,07 a	191,57 a	24,34 a	36,36 a	0,54 a	NA
Calcário + gesso	3,04 a	2,26 a	33,39 a	45,37 a	3,90 a	181,36 a	24,32 a	36,85 a	0,93 a	
Gesso agrícola	2,40 a	2,36 a	32,89 a	44,5 a	3,48 a	157,90 a	24,78 a	37,32 a	0,57 a	
CV(%)	18,55	10,70	8,04	5,34	9,49	18,92	9,22	11,68	20,65	
Caule										
Tratamentos	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Al
	g/kg					mg/kg				
Testemunha	7,01 a	4,05 a	18,81 a	59,08 a	4,85 a	633,08 a	23,18 a	63,84 a	0,68 a	
Calcário na cova	8,95 a	4,63 a	23,08 a	68,09 a	5,63 a	623,26 a	19,03 a	48,74 a	0,81 a	
Calcário a lanço	7,80 a	3,83 a	22,73 a	65,49 a	5,50 a	556,17 a	18,28 a	44,85 a	1,13 a	NA
Calcário + gesso	7,82 a	3,96 a	21,24 a	63,74 a	6,07 a	546,83 a	19,25 a	61,51 a	1,27 a	
Gesso agrícola	7,35 a	4,34 a	20,39 a	65,56 a	5,36 a	742,45 a	24,52 a	71,14 a	0,91 a	
CV(%)	14,44	10,78	16,82	11,26	13,53	18,89	19,93	21,28	9,87	
Raiz										
Tratamentos	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Al
	g/kg					mg/kg				
Testemunha	4,98 a	3,07 a	10,11 a	32,65 a	19,72 a	11788,53 a	52,69 a	61,71 a	24,58 a	12680,50 a
Calcário na cova	4,94 a	2,59 a	10,42 a	31,39 a	19,88 a	14110,10 a	50,76 a	53,71 a	23,22 a	14796,36 a
Calcário lanço	5,88 a	3,01 a	11,31 a	32,98 a	20,28 a	13144,12 a	53,01 a	57,79 a	22,91 a	14161,16 a
Calcário + gesso	5,75 a	3,05 a	10,70 a	32,61 a	20,04 a	13099,70 a	50,30 a	60,23 a	25,02 a	13982,08 a
Gesso agrícola	5,48 a	3,52 a	10,03 a	33,86 a	18,33 a	10493,18 a	53,23 a	64,88 a	21,74 a	11517,37 a
CV(%)	14,87	23,94	11,04	11,15	13,53	26,32	12,00	12,04	14,70	27,48

Tabela 1. Efeito de calcário e de sua forma de aplicação e do uso do gesso agrícola sobre a concentração de nutrientes nas folhas, inflorescência, caule, e raiz de plantas de couve-flor, cultivar Barcelona, em experimento realizado de junho a dezembro de 2015 no município de Nova Friburgo-RJ. Seropédica, RJ, 2015.

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Apesar da não diferença entre os tratamentos quanto aos teores da maioria dos nutrientes avaliados, observou-se diferenças quanto ao acúmulo de alguns destes na planta inteira (Ca, P e Cu), na folha (Ca), na inflorescência (Ca, Mg e P) e no caule (Mg) (Tabela 2). O acúmulo de cálcio nas inflorescências variou de 0,032 a 0,052 g.planta<sup>-1</sup> e, assim como nas folhas e na planta inteira, o seu acúmulo foi significativamente maior nas plantas dos tratamentos com calcário (aplicado a lanço, na cova, e combinado com gesso), seguido pelo gesso agrícola (Tabela 2). Os valores acumulados nas inflorescências foram inferiores aos 0,06 g.planta<sup>-1</sup> totais obtidos por Castoldi *et al.* (2009) ao utilizar a cultivar Verona. Este resultado pode estar relacionado às diferenças de massas das plantas devido a diferenças de ciclo e porte das plantas das respectivas cultivares. Já os valores de P, acumulados na planta inteira e nas inflorescências, foram significativamente maiores em todos os tratamentos comparados à testemunha, mas principalmente nos tratamentos com calcário aplicado à lanço e na cova (Tabela 2). Os maiores acúmulos de P se deram nas folhas, seguido das inflorescências, caule e raízes, corroborando com os percentuais de partições deste elemento observados por Takeishi *et al.* (2009) para a cv. Verona.

O acúmulo de Mg nas folhas não variou em função dos tratamentos. Esta variação foi observada apenas nas inflorescências e no caule, mas de forma errática e com tendência de maiores acúmulos nas plantas do tratamento com calcário aplicado na cova (Tabela 2). Maiores acúmulos de Cu foram observados na planta inteira dos tratamentos com calcário aplicado na cova ou combinado com gesso.

De uma forma geral, observou-se que a dinâmica de acúmulo de nutrientes foi mais influenciada pelos tratamentos com calcário. Segundo Meurer *et al.* (2007) a alteração do pH do solo altera a disponibilidade dos elementos essenciais às plantas e também a solubilização de elementos que podem ter efeito tóxico sobre estas. O cálcio atua como um elemento essencial para o crescimento de meristemas e, particularmente, para o crescimento e funcionamento apropriado dos ápices caulinares, impedindo danos a membranas celulares e desempenhando papel importante no desenvolvimento vegetal e regulação metabólica (DECHEN & NACHTIGALL, 2007).

Planta										
Tratamentos	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Al
	g/planta					mg/planta				

Testemunha	0,84 b	0,17 a	1,07 b	2,01 a	0,35 b	148,15 a	2,60 a	2,69 a	0,25 a	
Calcário na cova	1,42 a	0,20 a	1,55 a	2,82 a	0,48 a	193,75 a	2,80 a	2,82 a	0,32 a	
Calcário a lanço	1,52 a	0,21 a	1,54 a	2,73 a	0,48 ab	162,90 a	2,84 a	2,88 a	0,29 a	NA
Calcário + gesso	1,40 a	0,19 a	1,39 ab	2,43 a	0,47 a	182,69 a	2,78 a	3,07 a	0,36 a	
Gesso agrícola	1,25 ab	0,24 a	1,50 a	2,77 a	0,46 ab	172,02 a	3,46 a	3,55 a	0,30 a	
CV(%)	17,35	14,58	12,28	16,07	11,93	17,40	14,12	13,96	17,43	

#### Folha

Tratamentos	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Al
	g/planta					mg/planta				
Testemunha	0,73 b	0,10 a	0,55 a	0,93 a	0,14 a	51,09 a	1,78 a	1,45 a	0,060 a	
Calcário na cova	1,26 a	0,11 a	0,72 a	1,29 a	0,19 a	59,31 a	1,80 a	1,35 a	0,090 a	
Calcário a lanço	1,36 a	0,12 a	0,76 a	1,27 a	0,20 a	44,76 a	1,91 a	1,54 a	0,087 a	NA
Calcário + gesso	1,26 a	0,12 a	0,73 a	1,12 a	0,20 a	46,65 a	1,86 a	1,61 a	0,092 a	
Gesso agrícola	1,11 ab	0,14 a	0,78 a	1,33 a	0,19 a	64,92 a	2,42 a	1,90 a	0,077 a	
CV(%)	19,09	20,44	17,13	25,52	19,26	23,59	18,76	18,39	19,74	

#### Inflorescência

Tratamentos	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Al
	g/planta					mg/planta				
Testemunha	0,032 b	0,025 b	0,34 b	0,512 a	0,042 a	3,03 a	0,30 a	0,42 a	0,012 a	
Calcário na cova	0,052 a	0,040 a	0,58 a	0,772 a	0,065 a	3,25 a	0,40 a	0,60 a	0,015 a	
Calcário a lanço	0,052 a	0,036 ab	0,53 a	0,742 a	0,061 a	2,86 a	0,36 a	0,55 a	0,013 a	NA
Calcário + gesso	0,039 ab	0,025 b	0,43 ab	0,590 a	0,050 a	2,32 a	0,31 a	0,47 a	0,013 a	
Gesso agrícola	0,038 ab	0,035 ab	0,50 ab	0,677 a	0,052 a	2,34 a	0,38 a	0,56 a	0,008 a	
CV(%)	23,47	19,76	17,43	19,12	20,24	15,51	19,41	20,61	0,60	

#### Caule

Tratamentos	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Al
	g/planta					mg/planta				
Testemunha	0,038 a	0,020 c	0,102 a	0,32 a	0,027 a	3,44 a	0,130 a	0,36 a	0,005 a	
Calcário na cova	0,057 a	0,030 a	0,147 a	0,43 a	0,035 a	4,06 a	0,125 a	0,34 a	0,005 a	
Calcário a lanço	0,051 a	0,027 ab	0,147 a	0,43 a	0,035 a	3,69 a	0,120 a	0,29 a	0,005 a	NA
Calcário + gesso	0,0506 a	0,022 bc	0,140 a	0,43 a	0,040 a	3,76 a	0,125 a	0,41 a	0,001 a	
Gesso agrícola	0,048 a	0,030 a	0,135 a	0,44 a	0,035 a	4,77 a	0,162 a	0,48 a	0,005 a	
CV(%)	16,23	11,64	18,20	17,30	21,17	17,98	19,94	23,82	0,125	

#### Raiz

Tratamentos	Ca	Mg	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Al
	g/planta					mg/planta				
Testemunha	0,037 a	0,022 a	0,077 a	0,24 a	0,147 a	90,57 a	0,39 a	0,45 a	0,185 a	98,11 a
Calcário na cova	0,050 a	0,025 a	0,102 a	0,31 a	0,185 a	127,15 a	0,47 a	0,51 a	0,215 a	134,93 a
Calcário a lanço	0,050 a	0,022 a	0,097 a	0,28 a	0,172 a	111,58 a	0,44 a	0,48 a	0,195 a	119,60 a
Calcário + gesso	0,052 a	0,025 a	0,097 a	0,29 a	0,187 a	130,26 a	0,48 a	0,56 a	0,242 a	138,65 a
Gesso agrícola	0,052 a	0,032 a	0,0950 a	0,32 a	0,172 a	100,06 a	0,49 a	0,60 a	0,207 a	108,22 a
CV(%)	18,54	25,06	19,90	20,60	22,37	19,12	17,87	14,54	25,45	19,27

Tabela 2. Efeito de calcário e de sua forma de aplicação e do uso do gesso agrícola sobre o acúmulo de nutrientes em folhas, inflorescência, caule, raiz, e na biomassa total de plantas de couve-flor, cultivar Barcelona, em experimento realizado de junho a dezembro de 2015 no município de Nova Friburgo-RJ. Seropédica, RJ, 2015.

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey( $p < 0,05$ ). NA- Não avaliado.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, não houve efeito de tratamento sobre os teores de Mg, P, K, Cu, Fe, e Ni nas plantas de couve-flor. Os tratamentos, porém, afetaram o acúmulo de Ca, P e Cu na planta inteira; de Ca na folha; de Ca, Mg e P na inflorescência; e de Mg no caule.

De forma geral, a dinâmica de acúmulo de nutrientes foi mais influenciada pelos tratamentos com calcário.

Os dados obtidos mostram a partição de nutrientes em plantas de couve-flor, cv. Barcelona.

## REFERÊNCIAS

ABREU, C.A.; LOPES, A.S.; SANTOS, G.C.G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2007. p. 645-736.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H.C.O.; VARGAS, P.F.; BRAZ, L.T. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 438-446, 2009.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG : Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2007. p. 91-132.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n. 6, p. 1039-104, 2011.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 3ed., 2008. 421p.

GUERRA, J.G.M.; LEAL, M.A.A., FERREIRA, M.B.C. Recomendações de adubos, corretivos e de manejo da matéria orgânica para as principais culturas do Estado do Rio de Janeiro: Brócolos, couve, couve-flor e repolho. In: FREIRE, L.R. (Org.). **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, 2013. p.107-128.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. 2006. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/818#resultado>> Acesso em 26 de fevereiro de 2017.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MAY, A.; TIVELLI, S.; VARGAS, P.; SAMRA, A.G.; SACCONI, L.V.; PINHEIRO, M.Q. **A cultura da couve-flor**. Campinas: Instituto Agrônomo, (Boletim Técnico), n. 200, 2007, 36p. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/Tecnico200.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/Tecnico200.pdf)> Acesso em 17 de novembro de 2016.

MEURER, E.J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG :Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2007. p. 65-90.

TAKEISHI, J.; CECÍLIO FILHO, A. B.; OLIVEIRA, P. R. Crescimento e acúmulo de nutrientes em couve-flor ‘Verona’. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 4, p. 1-10, 2009.

TRANI, P.E. *et al.* Hortaliças. In: RAIJ, B. van. *et al.* (Ed). **Recomendações de calagem e adubação**

**para o Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico/ Fundação IAC, 1996. p.175. (Boletim técnico, 100).

USEPA - United States Environmental Protection Agency. Microwave assisted acid digestion of sediments sludge, soils, and oils. EPA SW 846 3051a. 30p, 2007. Disponível em:<<http://www.epa.gov/epawaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3051a.pdf>> Acesso em 20 de abril de 2016.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Alan Mario Zuffo** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é pesquisador pelo Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS/Cassilândia (MS). Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavourapecuária. E-mail para contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com)

**Fábio Steiner** Engenheiro Agrônomo (Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/2007), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (UNIOESTE/2010), Doutor em Agronomia - Agricultura (Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA, Universidade Estadual Paulista – UNESP/2014, Botucatu). Atualmente, é professor e pesquisador da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, atuando nos Cursos de Graduação e Pós-Graduação em Agronomia da Unidade Universitária de Cassilândia (MS). Tem experiência na área de Agronomia - Agricultura, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, manejo de culturas, sistemas de produção agrícola, fertilidade do solo, nutrição mineral de plantas, adubação, rotação de culturas e ciclagem de nutrientes, atuando principalmente com as culturas de soja, algodão, milho, trigo, feijão, cana-de-açúcar, plantas de cobertura e integração lavoura-pecuária. E-mail para contato: [steiner@uems.br](mailto:steiner@uems.br)

## **SOBRE OS AUTORES**

**Aécio Busch** Discente do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS. E-mail para contato: busch088@yahoo.com.br

**Alan Mario Zuffo** Pesquisador do Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES) da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS; Graduação em Agronomia pela Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT; Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal do Piauí – UFPI; Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Lavras – UFLA; Atuação profissional: Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura-pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

**Alessandra Conceição De Oliveira** Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas, Nova Xavantina – Mato Grosso- Dr. Docente de Irrigação e Drenagem-E-mail: acoliviera@hotmail.com

**Aline da Silva Bhering** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG; Mestre em Fitotecnia (Produção Vegetal), UFV; Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ. E-mail para contato: alinebhering@hotmail.com

**Aline Sant' Anna Monqueiro** Mestranda em agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus Chapadão do Sul.

**Ana Karinne Costa e Silva** Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia. E-mail para contato: anna.kariine@hotmail.com

**Ana Patricia Evangelista Barbosa** Graduação em Agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins; E-mail: anapatricia.2600@hotmail.com

**Anderson Lange** Professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop – MT; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso; Graduação em Agronomia pela UFLA - Universidade Federal de Lavras – MG; Mestre em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela UFLA (2002); Doutor em Ciências (Energia Nuclear na Agricultura) pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP) em 2006; Grupo de Pesquisa: Engenharia para agricultura sustentável.

**Antonny Francisco Sampaio de Sena** Professor Substituto do Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio do Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Piauí - UESPI; Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI; Grupo de pesquisa: Metais no Ambiente e Resíduos no Solo – MARS (UFPI) e Núcleo de Estudos da Agricultura Piauiense (IFPI – Campus Uruçuí) E-mail para contato: agro.antonny.sampaio@gmail.com

**Carlos Antônio dos Santos** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural do

Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ; Mestrado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela UFRRJ; Doutorando em Fitotecnia (Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia), UFRRJ. E-mail para contato: carlosantoniokds@gmail.com

**Carlos Cesar Silva Jardim** Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias-Dourados – Mato Grosso do Sul- Mestrando em Engenharia Agrícola

**César Augusto Costa Nascimento** Professor da Faculdade Católica do Tocantins. Possui graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental (2010) e Agronomia (2014) pela Faculdade Católica do Tocantins; Pós Graduação em Geoprocessamento e Georreferenciamento de Imóveis Rurais e Urbanos pela Faculdade de Tecnologia Equipe Darwin (2014).

**Cid Tacaoca Muraishi** Professor da Faculdade Católica do Tocantins; Graduado em agronomia pela Universidade Estadual Paulista – Unesp; Mestrado em Sistemas de produção pela Universidade Estadual Paulista – Unesp; Doutorado em Sistema de produção pela Universidade Estadual Paulista – Unesp; E-mail: cid@catolica-to.edu.br

**Claudinei Martins Guimarães** Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa – UFV. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Goiás. Doutorando em Engenharia Agrícola (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal de Viçosa. Grupo de pesquisa: Recursos Hídricos

**Daisy Parente Dourado** Professora da Faculdade Católica do Tocantins; Graduada em agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins; Mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins; E-mail: daisy.dourado@catolica-to.edu.br

**Dayane Bortoloto da Silva** Mestranda em Produção vegetal pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Ilha Solteira; e-mail: dayebortoloto@gmail.com

**Débora Neres Cavalcante** Engenheira Agrônoma pela Faculdade Católica do Tocantins (2016).

**Deny Alves Macedo** Graduação em farmácia pelo Centro Universitário Luterano de Palmas; Mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins. Email: nenydam@gmail.com

**Deyner Damas Aguiar Silva** Membro do Corpo docente do Curso de Engenharia Agrônoma da Faculdade Araguaia – FARA. Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual de Goiás – UEG. Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás. Doutorando em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal Goiano. Grupo de pesquisa: Fisiologia e tecnologia de sementes.

**Diego Oliveira Ribeiro** Membro do corpo docente do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES. Graduado em Agronomia pela Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Goiás. Doutorando em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal Goiano. Grupo de pesquisa: Resíduos orgânicos, Matéria Orgânica e Agregação do Solo.

**Edson Patto Pacheco** Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal

de Lavras (1989), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (1993), doutorado em Ciências do Solo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2010) e pós-doutorado em Agricultura de Precisão pela Colorado State University (2016). Foi professor da Universidade do Tocantins (1994-1998). Atualmente, é pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, membro do grupo de trabalho sobre agricultura de precisão para o SEALBA. E-mail: edson.patto@embrapa.br

**Eduardo Tranqueira da Silva** Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins; Email: tranqueira2015@hotmail.com

**Elvis Pieta Burget** Graduando em Agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins; E-mail: elvispieta@hotmail.com

**Emerson Carneiro Galvão** Matemático e Graduando em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Capitão Poço – PA.

**Emmerson Rodrigues de Moraes** Professor do Instituto Federal Goiano – campus Morrinhos GO; Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Goiás - UEG; Mestrado em Agronomia na área de Solos e nutrição de plantas pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU; Doutorado em Agronomia na área de Produção vegetal pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU; emmerson.moraes@ifgoiano.edu.br

**Evandro Silva Pereira Costa** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ; Licenciado em Ciências Agrícolas, UFRRJ; Mestrado em Fitotecnia (Produção Vegetal); Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal), UFRRJ. E-mail para contato: evsilvacosta@gmail.com

**Evelynne Urzêdo Leão** Professora da Faculdade Guaraf-IESC. Possui graduação em Agronomia pela Fundação Universidade Federal do Tocantins (2008), mestrado em Produção Vegetal pela Fundação Universidade Federal do Tocantins (2011) e doutorado em Agronomia (Proteção de Plantas) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2015), com realização de doutorado sanduíche pelo programa PDSE/CAPES na Itália (University of Turim). Bolsista de Pós-doutorado (PNPD/CAPES) pela Universidade Federal do Tocantins nos anos de 2015-2016. E-mail para contato: evelynnegpi@hotmail.com

**Everaldo Zonta.** Possui graduação em Engenharia Agrônômica e em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1993), mestrado (1996) e doutorado (2003) em Agronomia (Ciências do Solo). Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo (Nível 6 – CAPES). É Docente Permanente do Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo), do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, ambos da UFRRJ e também Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da UFF. Ainda, na UFRRJ, é colaborador do Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola. Coordena e participa de projetos de pesquisa na área Fertilidade do Solo e nutrição mineral de plantas, biomedicação e uso de resíduos na agricultura.

**Ewerton Gasparetto da Silva** Professor do Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí; Membro

do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio do Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí; Graduação em Agronomia pela Universidade Camilo Castelo Branco (2009); Mestrado em Agronomia/Horticultura pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho- UNESP, Campus Botucatu (2012); Doutorado em Agronomia/Horticultura pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho- UNESP, Campus Botucatu (2015); Grupo de pesquisa: Núcleo de Estudos da Agricultura Piauiense (IFPI – Campus Uruçuí); E-mail para contato: ewerton.gasparetto@ifpi.edu.br

**Fábio Steiner** Professor da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Sustentabilidade na Agricultura da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE; Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE; Doutorado em Agronomia (Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista – UNESP/Botucatu; Atuação profissional: Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas, sistemas de produção agrícola e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, feijão, algodão, milho, trigo, cana-de-açúcar, plantas de cobertura e integração lavoura-pecuária. E-mail para contato: steiner@uems.br

**Felipe Garcia De Menezes** Graduando em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano – campus Morrinhos GO; felipegm.garcia@gmail.com

**Fernando Ferreira Batista** Graduando em agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia - Campus Uberlândia; Grupo de pesquisa: Fertilidade do Solo, nutrição e adubação das culturas no Cerrado na linha de pesquisa: fertilizantes organominerais em cultivos agrícolas; E-mail para contato: fernando.f.batista@outlook.com

**Gabriel Henrique de Aguiar Lopes** Brasileiro, 21 anos de idade, residente de Frutal-MG, solteiro. Graduando em Engenharia Agrônômica pelo Centro Universitário de Rio Preto 9º Período. Trabalho na Fazenda 5 irmãos, cujo é familiar, que tem os cultivos de: Soja, Milho, Sorgo e Cana-de-açúcar. Realização de uma Iniciação Científica e apresentando em forma de pôster o trabalho autoral Produtividade de sorgo Granífero fertilizado com torta de filtro. Participação da FertBio ano 2016, apresentando em forma de pôster o trabalho autoral influência da torta de filtro na produção de grãos e no acúmulo de massa seca e nutrientes. Participação do prêmio como produtor destaque pela Fazenda 5 irmãos, prêmios aos quais recebidos: Milho irrigado, Soja e Cana-de-açúcar. Grupo de Pesquisa: GEPEA. E-mail: gabriellopes09@hotmail.com

**Gentil Cavalheiro Adorian** Professor da Faculdade Católica do Tocantins. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins (2008). Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins (2011). Doutor em Ciências com área de concentração em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-ESALQ/USP (2014). E-mail para contato: gentil.cavalheiro@catolica-to.edu.br

**Giselle Ferreira Sodré** Graduação em Direito pelo Centro Universitário Luterano de Palmas. Especialização em Direito Público pela Faculdade ITOP. Email: gisellesodre.adv@gmail.com

**Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição** Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fisiologia vegetal, Doutor em Fitotecnia e Professor Adjunto na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Capitão Poço – PA.

**Heraldo Namorato De Souza** Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1989) e Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (2004), e doutorado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2016). Atualmente é Pesquisador do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguêz de Mello. E-mail: heraldo.ns@petrobras.com.br

**Inácio De Barros** Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (1993), mestrado em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo (1997) e doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade de Hohenheim (2002). Trabalhou como pesquisador no Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) e no Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), ambos na França. Pós-doutorado no CSIRO Agriculture & Food em Brisbane, QLD (Austrália). Atualmente, é pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, atuando na área de Sistemas de Produção Sustentáveis. E-mail: inacio.barros@embrapa.br

**Israel Mendes Sousa** Graduação em Agronomia (2016) pelo Instituto Federal Goiano – campus Morrinhos GO; Mestrando em Agronomia na área de Produção vegetal pela Universidade Federal de Goiás - UFG; israelmmendes128@gmail.com

**Jean Kelson da Silva Paz** Professor Adjunto I da Universidade Estadual do Piauí; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí (2003); Mestrado em em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí (2006); Doutorado em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará (2016);

**Jefferson da Silva Pereira** Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins; Email: manimejefferson@gmail.com

**Joacir Mario Zuffo Júnior** Discente do Curso de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. E-mail para contato: zuffojr@gmail.com

**João Vitor de Souza Silva** Pesquisador na empresa Ímpar Consultoria no Agronegócio. Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Goiás. Grupo de pesquisa: Adubação de culturas: soja, milho, arroz e feijão.

**Joicy Vitória Miranda Peixoto** Discente de doutorado pela Universidade Federal de Uberlândia - Campus Uberlândia; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Uberlândia - Campus Uberlândia; Mestrado em agronomia na área de produção vegetal pela Universidade Federal de Goiás – Campus Goiânia; Grupo de pesquisa: Núcleo multidisciplinar de estudos rurais na linha de pesquisa de nutrição de plantas no Cerrado; E-mail para contato: joicyvmpeixoto@yahoo.com.br

**José Carlos Polidoro.** Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1994), mestrado em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (1997) e doutorado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2001), onde realizou o pós-doutorado em Produção Vegetal. Atualmente é pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, unidade Embrapa Solos. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fertilidade do Solo e Adubação, e Técnicas experimentais em Agronomia, atuando

principalmente nos seguintes temas: Manejo da Fertilidade do solo, Eficiência agrônômica de nutrientes na agricultura, métodos de análises de solos e plantas, tecnologias para desenvolvimento de novos fertilizantes. Atualmente ocupa o cargo de Chefe Adjunto de Pesquisa e Inovação da Embrapa Solos.

**José Darlon Nascimento Alves** Engenheiro Agrônomo, Mestre em Meteorologia Aplicada e Doutorando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

**Kerolayne Cirqueira Pinto** Engenheira Agrônoma pela Faculdade Católica do Tocantins (2016).

**Lásara Isabella Oliveira Lima** Graduanda em Agronomia pelo Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES. Grupo de pesquisa: Fertilidade do solo

**Layanni Ferreira Sodré** Graduação em Farmácia pela Centro Universitário Luterano de Palmas. Mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins. Email: farm.layannisd@gmail.com

**Leandro Flávio Carneiro** Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Universidade Federal de Goiás. Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras – UFLA. Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Lavras. Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras. Grupo de pesquisa: Adubação nitrogenada no milho, atributos do solo em sistemas agroflorestais, adubação de potássio na sucessão soja-milho e correção e adubação em cana-de-açúcar cultivada em solo arenoso do Cerrado.

**Luan Brito Soares** Graduando em Química Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins. Email: luan2015387@gmail.com

**Lucas Alves De Faria** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins. Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins. Doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins.

**Lucas Carneiro Maciel** Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins; Bolsista de Iniciação Científica pela Fundação CNPq. Email: lucarneiromaciel@gmail.com

**Lucas Ferreira Ramos** Graduando o 9º período do curso de Agronomia pelo Centro Universitário de Rio Preto. Realização de uma Iniciação Científica e apresentando em forma de pôster o trabalho autoral Produtividade de sorgo Granífero fertilizado com torta de filtro. Participação da FertBio ano 2016, apresentando em forma de pôster o trabalho autoral Uso da Torta de Filtro no Cultivo de Sorgo Granífero e seu Reflexo na Nutrição de Plantas e Produtividade. Grupo de Pesquisa: GEPEA. E-mail: lucasframos5026@hotmail.com

**Lucas Jandrey Camilo** Mestrando em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul; e-mail: lucasjandrey@hotmail.com

**Luciana Cristina Souza Merlino** Professor do Centro Universitário de Rio Preto; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Centro

Universitário Unifafibe; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; Doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; Grupo de pesquisa: Resíduos na Agricultura (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias); E-mail para contato: lcsmerlino@gmail.com

**Luciana Saraiva De Oliveira** Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas. Nova Xavantina – Mato Grosso, Graduada em Engenharia Agrônômica.

**Luiz Da Silveira Neto** Graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Doutorado em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

**Maisa Ribeiro** Membro do corpo docente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES. Graduada em Biomedicina pela Universidade Federal de Goiás - UFG. Mestrado em Ciências da Saúde (Patologia) pela Universidade Federal de Goiás. Doutoranda em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás. Grupo de pesquisa: Células-tronco e Engenharia de Tecidos em modelo animal.

**Marcelo Ferreira Fernandes** Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1990), mestrado em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (1994) e doutorado em Soil Science - Oregon State University (2006). Atualmente é pesquisador e chefe geral da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Tabuleiros Costeiros e Professor do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Sergipe. Lidera os grupos de pesquisa de Recursos Naturais dos Tabuleiros Costeiros e de Biotecnologia em Agroecossistemas Tropicais. E-mail: marcelo.fernandes@embrapa.br

**Márcio Roggia Zanuzo** Professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop – MT; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso; Graduação em Agronomia pela UFPEL - Universidade Federal de Pelotas – RS; Mestre em Ciência e Tecnologia Agroindustrial (2004) pela UFPEL; Doutor em Ciência e Tecnologia Agroindustrial (2007) pela UFPEL; Grupo de Pesquisa: GEAM - Estudos Agroambientais do Norte Matogrossense.

**Margarida Goréte Ferreira do Carmo** Professora do curso de pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG; Mestrado em Fitopatologia, UFRJ; Doutorado em Fitopatologia, UFRJ. E-mail para contato: gorette@ufrj.br

**Maria Gabriela de Oliveira Andrade** Mestranda em Produção vegetal pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Ilha Solteira. e-mail: gabriela13andrade@hotmail.com

**Marlus Eduardo Chapla** Graduado em Agronomia pela UFMT, Campus Universitário de Sinop (2014); Mestre em Agronomia (Solos e Agricultura) pela UFMT – Sinop - MT (2017)

**Mateus Da Silva Pereira** Graduando em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins. Email: mateus.silva.manim2@gmail.com

**Mateus Ferreira** Graduando em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano – campus Morrinhos GO; mateus\_tvf@hotmail.com

**Matheus Henrique Medeiros** Graduando em agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia - Campus Uberlândia; Grupo de pesquisa: Fertilidade do Solo, nutrição e adubação das culturas no Cerrado na linha de pesquisa: fertilizantes organominerais em cultivos agrícolas; E-mail para contato: matheushenrimedeiros@hotmail.com

**Mayara Santana Zanella** Mestranda em agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus Chapadão do Sul.

**Mike Kovacs de Sous** Graduação em Agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins; E-mail: mikeksousa@gmail.com

**Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho** Professor do curso de pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ; Graduação em Agronomia pela UFRRJ; Mestrado Agronomia (Ciência do Solo) pela UFRRJ; Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG. E-mail para contato: nelmoura@ufrj.br

**Paulo César Teixeira.** Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1994), mestrado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa (1996) e doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (2001). Desde 2012 atua como Pesquisador A na Embrapa Solos e tem experiência na área de Agronomia e Ciências Florestais, com ênfase em Nutrição de plantas, Manejo da Fertilidade do solo, Eficiência agrônômica de nutrientes na agricultura, métodos de análises de solos, plantas e fertilizantes, e tecnologias para desenvolvimento de novos fertilizantes. É membro da Rede FertBrasil e coordenador do Laboratório de Tecnologia de Fertilizantes da Embrapa Solos.

**Paulo Henrique Dalto** Professor do Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio do Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Londrina (2005); Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal pela Universidade Federal do Piauí (2015); Grupo de pesquisa: Núcleo de Estudos da Agricultura Piauiense (IFPI – Campus Uruçuí); E-mail para contato: ph.dalto@ifpi.edu.br

**Rafael Gomes da Mota Gonçalves.** Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Atualmente é mestrando em Agronomia no curso de Ciência do Solo pela mesma instituição, atuando na área de Manejo do solo e qualidade ambiental. Durante toda graduação trabalhou na área de fertilidade do solo e nutrição de plantas, com ênfase em Manejo da Fertilidade do solo, Eficiência agrônômica de nutrientes na agricultura e tecnologias para desenvolvimento de novos fertilizantes. E-mail: Rafaelmotag@Hotmail.Com

**Rafael Marcelino Da Silva** Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins. Email:

**Regina Maria Quintão Lana** Professora titular do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Uberlândia; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Uberlândia; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa; Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa; Pós-Doutorado em Sistemas Agroflorestais pela Universidade da Flórida; Grupo de pesquisa: Fertilidade do solo, nutrição e adubação das culturas no cerrado; Fitotecnia de hortaliças e plantas medicinais em sistema convencional, orgânico e hidropônico; Silício na agricultura; Solo do Cerrado e Soybean Breeding; Bolsista Produtividade em Pesquisa pela CNPq nível 2; E-mail para contato: rmqlana@iciag.ufu.br

**Renato da Silva Vieira** Graduação em Sistemas de Informação pela Faculdade de Sistemas de Informação de Paraíso do Tocantins. Especialização em Gestão Empresarial pela Universidade Federal do Tocantins. Email: rsv.renato@gmail.com

**Renato Izaías Pereira** Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop

**Rian Antonio dos Reis Ribeiro** Engenheiro Agrônomo e mestrando em Meteorologia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

**Ricardo de Castro Dias.** Graduado em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2016). Atualmente é mestrando em Agronomia (Ciência do Solo) pelo Programa de Pós Graduação em Agronomia - Ciência do Solo (PPGA - CS) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Experiência em Agronomia, Ciência do Solo, com ênfase em fertilidade do solo e adubação.

**Rodrigo Vieira Da Silva** Professor do Instituto Federal Goiano – campus Morrinhos GO; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano – campus Morrinhos GO; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa - UFV; Mestrado em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; Doutorado em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; rodrigo.silva@ifgoiano.edu.br

**Rogério Alessandro Faria Machado** Professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop – MT; Graduação em Agronomia (1995) pela UFLA - Universidade Federal de Lavras; Meste em Fitotecnia pela UFLA (1998) - Universidade Federal de Lavras – MG; Doutor em Agricultura (2003) - UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas; Grupo de Pesquisa: GEAM - Estudos Agroambientais do Norte Matogrossense; E-mail: rogerio.solos@gmail.com

**Rogério Cavalcante Gonçalves** Professor da Faculdade Católica do Tocantins. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins (2008) e mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins (2012).

**Rosilene Oliveira dos Santos** Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias. Dourados – Mato Grosso do Sul- Mestranda em Engenharia Agrícola

**Ruan Brito Vieira** Curso Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal Goiano – campus Morrinhos GO; ruandissimo@hotmail.com

**Sebastião Ferreira de Lima** Professor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul. e-mail: sebastiao.lima@ufms.br

**Solenir Ruffato** Professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop – MT; Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (1995); Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (1998); Doutorado em Engenharia Agrícola (2002) - Universidade Federal de Viçosa; Grupo de Pesquisa: Controle de doenças de plantas

**Talita Pereira De Souza Ferreira** Professor da Universidade Federal do Tocantins. Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins. Doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins.

**Tayssa Menezes Franco** Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Capitão Poço – PA. Email: tayssa.menezes2015@gmail.com

**Thiago Pereira Dourado** Graduação em Administração pela Universidade de Brasília. Graduando de Direito pela Universidade do Tocantins. Especialização em MBA em marketing pela Fundação Getúlio Vargas. Especialização em MBA em gestão pública pela Universidade do Tocantins.

**Thomas Jefferson Cavalcante** Membro Assistente do Laboratório de Química Analítica do Curso de Agronomia – IFGoiano. Graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás – UEG. Mestrado em Ciências Agrárias (Agronomia) pela Instituto Federal Goiano. Doutorando em Ciências Agrárias (Agronomia) pelo Instituto Federal Goiano. Grupo de pesquisa: cultura do sorgo sacarino no Sudoeste Goiano e armazenagem de grãos.

**Tiago Zoz** Professor da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Sustentabilidade na Agricultura da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE; Mestrado em Agronomia (Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista – UNESP/Botucatu; Doutorado em Agronomia (Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista – UNESP/Botucatu; Atuação profissional: Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em melhoramento e genética vegetal, experimentação agrícola, sistema radicular de plantas cultivadas, fisiologia de plantas cultivadas, melhoramento vegetal relacionado à estresses abióticos e nutrição mineral de plantas, atuando principalmente nas culturas de algodão, soja, milho, trigo, aveia, mamona, cártamo e crambe. E-mail para contato: zoz@uems.br

**Valéria Lima da Silva** Universidade Estadual de Goiás – UEG-São Luís de Montes Belo – Goiás. Mestranda em Desenvolvimento Rural e Sustentável- E-mail: [valeria.silva21@hotmail.com](mailto:valeria.silva21@hotmail.com)

**Vinicius Marca Marcelino De Lima** Faculdades Unidas do Vale do Araguaia- UNIVAR, Barra do Garças-Mato Grosso- Mestre em produção vegetal e Docente UNIVAR.

**Wadson De Menezes Santos** Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Sergipe (2014),

mestre em Agricultura e Biodiversidade (2017) pela Universidade Federal de Sergipe. Atualmente é doutorando em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Membro do grupo de pesquisa em Ciclagem de Nutrientes da Embrapa Agrobiologia. E-mail: wadson.wms@gmail.com

**Warlles Domingos Xavier** Membro do Comitê Avaliador da Revista Interação Interdisciplinar do Centro Universitário de Mineiros - Goiás (UNIFIMES). Graduado em Agronomia pela Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Goiás. Doutorando em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal Goiano. Grupo de pesquisa: Fertilidade do solo, Física do solo e nutrição mineral de plantas (soja, milho, algodão, sorgo, cana-de-açúcar e feijão). E-mail para contato: warlles.pesquisa@gmail.com

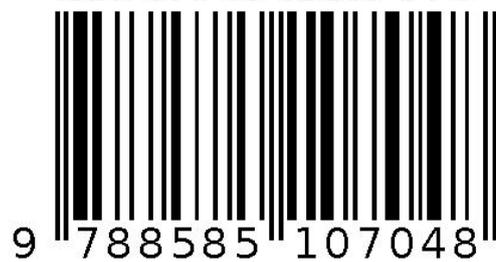
**Weder Ferreira Dos Santos** Professor da Universidade Federal do Tocantins. Graduação em Engenharia Agrícola pelo Centro Universitário Luterano de Palmas. Graduação em Administração pelo Centro Universitário Luterano de Palmas. Mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins. Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins. Email: eng.agricola.weder@gmail.com

**Wendel Kaian Oliveira Moreira** Engenheiro Agrônomo e Mestrando em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel –PR.

**Weslian Vilanova da Silva** Universidade Estadual de Goiás – UEG- São Luís de Montes Belo – Goiás. Mestranda em Desenvolvimento Rural e Sustentável.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-04-8



9 788585 107048