

# Solos nos Biomas Brasileiros

## 2

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera  
(Organizadores)

A close-up photograph of a hand holding a single seed between the thumb and index finger. The hand is positioned above a mound of dark, rich soil. Several other seeds are scattered on the soil surface. In the background, several small green seedlings with purple stems are growing out of the soil. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting a natural, outdoor setting. The overall image conveys a sense of care, cultivation, and the beginning of a new cycle.

**Atena**  
Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera  
(Organizadores)

## Solos nos Biomas Brasileiros 2

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

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

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

S689 Solos nos biomas brasileiros 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Solos nos Biomas Brasileiros; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-009-4

DOI 10.22533/at.ed.094181412

1. Agricultura – Sustentabilidade. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Reaproveitamento. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. III. Série.

CDD 631.44

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

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

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)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Solos nos Biomas Brasileiro*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume II, apresenta, em seus 17 capítulos, conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo na área de Agronomia.

O uso adequado do solo é importante para a agricultura sustentável. Portanto, com a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, esse campo de conhecimento está entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As descobertas agrícolas têm promovido o incremento da produção e a produtividade nos diversos cultivos de lavoura. Nesse sentido, as tecnologias nas Ciências do solo estão sempre sendo atualizadas e, em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. A evolução tecnológica, pode garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência do solo traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas como o uso de práticas de manejo de adubação, inoculação de microorganismos simbióticos para a melhoria do crescimento das culturas cultivadas e da qualidade biológica, química e física do solo. Temas contemporâneos de interações e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos hídricos.

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 do solo, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

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

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DISPONIBILIDADE DE ÁGUA DO SOLO EM FUNÇÃO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO	
<i>Fernanda Paula Sousa Fernandes</i>	
<i>Layse Barreto de Almeida</i>	
<i>Debora Oliveira Gomes</i>	
<i>Aline Noronha Costa</i>	
<i>Michel Keisuke Sato</i>	
<i>Augusto José Silva Pedroso</i>	
<i>Cleidiane Alves Rodrigues</i>	
<i>Herdjania Veras de Lima</i>	
<i>Daynara Costa Vieira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0941814121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS RAÍZES DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA A ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA	
<i>Mary Anne Barbosa de Carvalho</i>	
<i>Helton de Souza Silva</i>	
<i>Adailson Pereira de Souza</i>	
<i>João Marques Pereira Neto</i>	
<i>Ewerton da Silva Barbosa</i>	
<i>Caique Palacio Vieira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0941814122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS RAÍZES DO MILHO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO MINERAL EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO	
<i>Helton de Souza Silva</i>	
<i>Mary Anne Barbosa de Carvalho</i>	
<i>Adailson Pereira de Souza</i>	
<i>Ewerton da Silva Barbosa</i>	
<i>João Marques Pereira Neto</i>	
<i>Caique Palacio Vieira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0941814123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>28</b>
DOSES E SISTEMA DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO CULTIVADO COM CAFÉ.	
<i>Danilo Marcelo Aires dos Santos</i>	
<i>Enes Furlani Junior</i>	
<i>Michele Ribeiro Ramos</i>	
<i>Alexandre Marques da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0941814124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>37</b>
EFEITO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO NA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA EM SOLOS DE TEXTURAS DISTINTAS	
<i>Aline Noronha Costa</i>	
<i>Cleidiane Alves Rodrigues</i>	
<i>Débora Oliveira Gomes</i>	
<i>Layse Barreto de Almeida</i>	
<i>Daynara Costa Vieira</i>	

*Michel Keisuke Sato*  
*Fernanda Paula Sousa Fernandes*  
*Augusto José Silva Pedroso*  
*Herdjania Veras de Lima*

**DOI 10.22533/at.ed.0941814125**

**CAPÍTULO 6 ..... 43**

EFEITO RESIDUAL DE PASTAGENS NO FATOR COBERTURA E MANEJO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO

*Marcelo Raul Schmidt*  
*Elemar Antonino Cassol*  
*Tiago Stumpf da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.0941814126**

**CAPÍTULO 7 ..... 57**

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BORO EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO EM VÁRZEAS

*Rodrigo Ribeiro Fidelis*  
*Karen Cristina Leite Silva*  
*Ricardo de Oliveira Rocha*  
*Patrícia Sumara Moreira Fernandes*  
*Lucas Xaubet Burin*  
*Lucas Silva Tosta*  
*Natan Angelo Seraglio*  
*Geovane Macedo Soares*

**DOI 10.22533/at.ed.0941814127**

**CAPÍTULO 8 ..... 66**

EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE ANAPURUS-MA ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2015

*Késia Rodrigues Silva Vieira*  
*Yasmin Sampaio Muniz*  
*Erik George Santos Vieira*  
*Marlen Barros e Silva*  
*João Firminiano da Conceição Filho*  
*Deysiele Viana de Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.0941814128**

**CAPÍTULO 9 ..... 81**

FERTILIDADE DE SOLOS COM A PRESENÇA DA ESPÉCIE *Bambusa vulgaris*: UMA ALTERNATIVA VIÁVEL NA REABILITAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS

*Maria Elisa Ferreira de Queiroz*  
*Aleksandra Gomes Jácome*  
*Jéssica Lanne Oliveira Coelho*  
*Jheny Borges da Conceição*

**DOI 10.22533/at.ed.0941814129**

**CAPÍTULO 10 ..... 86**

FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES DOS SOLOS DE UMA FAZENDA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PALMAS/TO

*Michele Ribeiro Ramos*  
*Lucas Felipe Araújo Lima*  
*João Vitor de Medeiros Guizzo*  
*Danilo Marcelo Aires dos Santos*  
*Alexandre Uhlmann*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141210**

**CAPÍTULO 11 ..... 101**

GEOESTATÍSTICA APLICADA AO MAPEAMENTO DA RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO E UMIDADE GRAVIMÉTRICA EM PASTAGEM COM *Cynodon spp.*

*Crissogno Mesquita dos Santos*  
*Francisca Laila Santos Teixeira*  
*Tiago de Souza Santiago*  
*Daniel Vitor Mesquita da Costa*  
*Kessy Jhonnes Soares da Silva*  
*Nayra Beatriz de Souza Rodrigues*  
*André Luís Macedo Vieira*  
*Ângelo Augusto Ebling*  
*Daiane de Cinque Mariano*  
*Ricardo Shigueru Okumura*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141211**

**CAPÍTULO 12 ..... 115**

INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICA DO SOLO SOB DIFERENTES USOS DOS SOLOS.

*Daniel Alves de Souza Panta*  
*Michele Ribeiro Ramos*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141212**

**CAPÍTULO 13 ..... 125**

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE TERMOFOSFATOS EM SOLOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES INICIAIS DE FÓSFORO

*Juliana de Lima Moretto*  
*Leonardo Theodoro Büll*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141213**

**CAPÍTULO 14 ..... 130**

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE UM CAMBISSOLO AMARELO SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DO FEIJÃO CAUPÍ (*VIGNA UNGUICULATA*) E DO ARROZ (*ORYZA SATIVA*)

*Elidineia Lima de Oliveira Mata*  
*Wagner Augusto da Silva Mata*  
*Vitor Barbosa da Costa*  
*Joyce da Costa Dias*  
*Elessandra Laura Nogueira lopes*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141214**

**CAPÍTULO 15 ..... 132**

INFLUÊNCIA DAS QUEIMADAS SOB OS TEORES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO EM ÁREAS DE CAATINGA NO SUL PIAUIENSE

*Veronica de Oliveira Costa*  
*Manoel Ribeiro Holanda Neto*  
*Mauricio de Souza Júnior*

*Mireia Ferreira Alves*  
*Marco Aurélio Barbosa Alves*  
*Wesley dos Santos Souza*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141215**

**CAPÍTULO 16 ..... 137**

LEAF INDEX FOR FOLIAR DIAGNOSIS AND CRITICAL LEVELS OF NUTRIENTS FOR *Physalis peruviana*

*Enilson de Barros Silva*  
*Maria do Céu Monteiro da Cruz*  
*Ari Medeiros Braga Neto*  
*Emerson Dias Gonçalves*  
*Luiz Fernando de Oliveira da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141216**

**CAPÍTULO 17 ..... 150**

MESOFAUNA EDÁFICA E QUALIDADE DE UM SOLO CONSTRUÍDO CULTIVADO COM GRAMÍNEAS PERENES

*Lizete Stumpf*  
*Eloy Antonio Pauletto*  
*Luiz Fernando Spinelli Pinto*  
*Luciano Oliveira Geissler*  
*Lucas da Silva Barbosa*  
*Mateus Fonseca Rodrigues*

**DOI 10.22533/at.ed.094181412**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 163**

## ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BORO EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO EM VÁRZEAS

### Rodrigo Ribeiro Fidelis

Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal do Tocantins. Gurupi - Tocantins

### Karen Cristina Leite Silva

Universidade Federal do Tocantins. Gurupi - Tocantins

### Ricardo de Oliveira Rocha

Universidade Federal do Tocantins. Gurupi - Tocantins

### Patrícia Sumara Moreira Fernandes

Universidade Federal do Tocantins. Gurupi - Tocantins

### Lucas Xaubet Burin

Universidade Federal do Tocantins. Gurupi - Tocantins

### Lucas Silva Tosta

Universidade Federal do Tocantins. Gurupi - Tocantins

### Natan Angelo Seraglio

Universidade Federal do Tocantins. Gurupi - Tocantins

### Geovane Macedo Soares

Universidade Federal do Tocantins. Gurupi - Tocantins

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de boro em diferentes épocas na cultura do arroz irrigado nas condições das várzeas do Sudoeste do Estado do Tocantins. Foi conduzido um experimento em Lagoa da Confusão – Tocantins, em esquema fatorial 4 x 4 com quatro repetições, sendo quatro cultivares de arroz de várzea (IRGA-424, IRGA-424 RI, IRGA-425 e IRGA-426) e quatro épocas de aplicação (0. ausência de aplicação de boro; 1. aplicação de boro em cobertura aos 25 DAE - dias após a emergência; 2. aplicação de boro em cobertura aos 60 DAE; 3. aplicação de boro aos 75 DAE). Foram detectadas diferenças significativas em função da interação do cultivar versus época de aplicação do boro, somente para as características grãos inteiros e produtividade de grãos de arroz. As médias de produtividade são melhores quando da adubação boratada aos 60 e 75 DAE. Os genótipos IRGA-424 RI e IRGA-425 mostraram-se mais eficientes na utilização do boro, sendo recomendados sob qualquer época de aplicação do micronutriente.

**PALAVRAS-CHAVE:** características agronômicas, micronutriente, *Oryza sativa*.

**RESUMO:** A decisão para aplicação de doses adequadas de boro na cultura do arroz é vital para o aumento da produtividade, uma vez que a cultura exige pequenas quantidades do micronutriente existindo pequeno intervalo entre a deficiência e toxicidade do elemento.

**ABSTRACT:** The decision on the application of large doses of boron in rice cultivation is vital for increased productivity, since the crop allows small amounts of micronutrients to exist between the toxicity and toxicity of the element.

The present work aimed to evaluate the effect of boron application at different times in the irrigated rice crop in the floodplain conditions of the Southwest of the State of Tocantins. An experiment was carried out in Lagoa da Confusão - Tocantins, in a 4 x 4 factorial scheme with four replicates, four rice fields (IRGA-424, IRGA-424 IR, IRGA-425 and IRGA-426) and four application of boron in the absence of boron application, application of boron in the coating at 25 DAE - days after the emergency, application of boron at 60 DAE coverage, application of boron at 75 DAE). Significant differences were detected as a function of the interaction of the cultivar versus time of application of boron, only for the characteristics of whole grains and grain yield of rice. Productivity averages are better when fertilized at 60 and 75 DAE. The genotypes IRGA-424 IR and IRGA-425 were shown to be more efficient in the use of boron and are recommended under any micronutrient application period.

**KEYWORDS:** agronomic characteristics, micronutrient, *Oryza sativa*.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os micronutrientes são de grande importância para o desenvolvimento de uma planta, estando presentes nas principais funções metabólicas dentro das células e acarretando grandes perdas na produtividade na ausência dos mesmos (CORCIOLI et al., 2016). O boro é um micronutriente importante a todos os vegetais, fazendo parte do crescimento meristemático, da estruturação da parede celular, do funcionamento da membrana celular, no transporte de auxinas, no metabolismo de carboidratos e na síntese de ácidos nucleicos, ou seja, exerce papel fundamental no desenvolvimento da planta (XAVIER et al., 2017).

Segundo Leite et al. (2011), existe uma relação direta entre o suprimento de boro e a capacidade de produção de pólen, pois o elemento afeta a microesporogênese, a germinação e particularmente o desenvolvimento do tubo polínico. É um elemento pouco móvel na estrutura da maioria das espécies vegetais e sua deficiência ocorre em tecidos de crescimento, caracterizando-se pelo superbrotamento e enrolamento das folhas, enquanto que os sintomas de toxicidade aparecem primeiro em ápices e margens de folhas velhas, através de clorose (PAVINATO et al., 2009).

O arroz (*Oryza sativa* L.) destaca-se como alimento básico para mais da metade da população mundial. É cultivado em todos os continentes, desempenhando papel estratégico no aspecto econômico e social (BORDIN et al., 2016). No Brasil, é cultivado em várzeas e terras altas, sendo que seu cultivo irrigado contribui com aproximadamente 68% da produção brasileira e ocupa cerca de 31% da área cultivada com este cereal (LOPES et al., 2016).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (2018), a produtividade nacional de arroz irrigado na safra 2017/18 chegou a 7.339 kg ha<sup>-1</sup>, 3,7% menor quando comparada à safra anterior. No Tocantins a produtividade foi de 5.400 kg ha<sup>-1</sup>, 8,7% a menos se comparada à safra anterior e 26,4% menor que a produtividade nacional. A

produção de arroz irrigado no Estado ocorre no Vale do Javaés, considerada a maior área contínua para irrigação por gravidade do mundo. Diante do potencial produtivo apresentado pelo Estado em virtude das amplas áreas aptas ao cultivo do arroz irrigado, faz-se necessário a adequação da adubação a ser utilizada.

A cultura do arroz exige pequenas quantidades de boro, sendo que a decisão para aplicar doses adequadas do micronutriente é vital para o aumento da produtividade da mesma (LEITE et al., 2011), exigindo-se cautela devido o intervalo de deficiência e toxicidade ser bastante estreito (BRUNES et al., 2016). Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de boro em diferentes épocas na cultura do arroz irrigado nas condições das várzeas do Sudoeste do Estado do Tocantins.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Santa Rita, município de Lagoa da Confusão-TO (10°47'22" S, 49°37'50" W, 186 m de altitude), na safra 2015/2016, em faixas, com delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com 4 repetições. Aplicou-se a dose de 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de boro, na forma de bórax, via foliar, em quatro épocas (0. ausência de aplicação de boro, sendo, portanto, considerada a testemunha; 1. aplicação de boro em cobertura - 25 dias após a emergência; 2. aplicação de boro em cobertura - 60 DAE; 3. aplicação de boro 75 DAE). Foram utilizados quatro cultivares de arroz de várzea (IRGA-424, IRGA-424 RI, IRGA-425 e IRGA-426).

O resultado da análise química e física do solo na camada 0-20 cm antes da instalação do experimento foi: pH em CaCl<sub>2</sub> = 4,9; M.O.(%) = 3,5; P(Mel) = 19,4 mg dm<sup>-3</sup>; K = 210 mg dm<sup>-3</sup>; Ca+Mg = 3,6 cmol dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,4 cmol dm<sup>-3</sup>; Al= 0,1 cmol dm<sup>-3</sup>; SB = 3,9 cmol dm<sup>-3</sup>; V = 54%; 350,0 g kg<sup>-1</sup> de areia; 120,0 g kg<sup>-1</sup> de silte e 530,0 g kg<sup>-1</sup> de argila.

A adubação de semeadura e cobertura foi realizada de acordo com a recomendação da análise de solo sendo que na adubação de semeadura foi utilizada a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 4-20-20. As adubações de cobertura foram realizadas utilizando-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônia, 70 kg ha<sup>-1</sup> de 30-0-20 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de ureia. As adubações de cobertura foram realizadas próximas ao perfilhamento efetivo, na fase de diferenciação floral e florescimento, respectivamente.

Os tratos fitossanitários foram efetuados com produtos devidamente recomendados para a cultura, de acordo com o cronograma adotado pelo produtor. O controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação de herbicida (Cialofop-butilico 180 g l<sup>-1</sup> + Basagran 600 g l<sup>-1</sup>, 2 e 1,5 l de p.c. ha<sup>-1</sup>, respectivamente). O controle com fungicidas foi realizado utilizando-se Triciclazol 750 g kg<sup>-1</sup> + Tebuconazol 200 g l<sup>-1</sup>. Juntamente com a aplicação de herbicida foram aplicados 0,2 l ha<sup>-1</sup> de inseticida metoxifenoazida 240 g l<sup>-1</sup> e, juntamente com as aplicações de fungicida foram aplicados 0,3 l ha<sup>-1</sup> de inseticida esfenvalerato 40 g l<sup>-1</sup>.

Para verificar o efeito da aplicação de boro, as seguintes características foram avaliadas: altura da planta, medida em centímetros; número de panículas; número de grãos por panícula; esterilidade das espiguetas; massa de cem grãos; rendimento de grãos, determinado após limpeza e polimento dos grãos; grãos inteiros, determinado após seleção dos grãos limpos e polidos e; produtividade de grãos, determinada pelo peso de grãos da área em quilogramas, corrigido para 13% de umidade, e transformando os dados para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, com aplicação do teste F. Para comparação entre as médias de tratamentos, foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2008).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferença significativa ( $P < 0.05$ ) em função do cultivar de arroz na altura de planta, número de grãos por panícula, esterilidade de espiguetas, grãos inteiros de arroz, rendimento de grãos e produtividade de grãos. Foram detectadas diferenças significativas ( $P < 0.05$ ) em função da interação do cultivar versus época de aplicação do boro, somente para as características grãos inteiros e produtividade de grãos de arroz.

Para a característica altura de planta, era esperado que a época de aplicação do boro influenciasse na característica uma vez que o micronutriente é importante para a formação da parede celular, conferindo melhor capacidade de aumento de porte para a planta (Tabela 1).

Genótipos	Altura de planta				
	Época de aplicação				Média
	0	1	2	3	
IRGA-424	92,8	93,3	94,9	96,6	94,4 A
IRGA-426	86,1	88,3	85,0	88,6	87,0 B
IRGA-424 RI	92,8	93,3	91,0	93,5	92,7 A
IRGA-425	89,6	90,6	94,0	90,0	91,0 A
Média	90,3 a	91,4 a	91,2 a	92,2 a	

  

Genótipos	Número de panículas				
	Época de aplicação				Média
	0	1	2	3	
IRGA-424	162,8	146,5	159,8	151,8	155,2 A
IRGA-426	168,5	205,3	160,5	127,8	165,5 A
IRGA-424 RI	213,0	173,8	189,3	168,5	186,1 A
IRGA-425	195,8	163,5	165,0	150,8	168,8 A
Média	185,0 a	172,3 a	168,6 a	149,7 a	

	Número de grãos por panícula				
	Época de aplicação				
	0	1	2	3	Média
IRGA-424	101,5	107,4	112,1	109,7	107,7 A
IRGA-426	92,2	104,3	91,1	98,9	96,6 B
IRGA-424 RI	102,1	94,5	96,5	107,3	100,1 AB
IRGA-425	110,8	98,3	110,5	109,8	107,3 A
Média	101,7 a	101,1 a	102,6 a	106,4 a	

  

	Esterilidade de espiguetas				
	Época de aplicação				
	0	1	2	3	Média
IRGA-424	10,0	9,1	9,3	8,0	9,1 B
IRGA-426	8,1	7,3	9,0	7,9	8,0 B
IRGA-424 RI	15,5	13,0	11,6	12,3	13,1 A
IRGA-425	7,7	10,4	9,3	11,1	9,6 AB
Média	10,3 a	9,9 a	9,8 a	9,8 a	

Tabela 1. Médias das características altura de planta (cm), número de panículas, número de grãos por panícula e esterilidade de espiguetas (%) de quatro cultivares de arroz, cultivados em ambiente sob diferentes épocas de aplicação de boro.

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença estatística entre as médias para os cultivares e para a época de aplicação do boro no número de panículas. Tal característica é definida entre os estádios de germinação e início do desenvolvimento da panícula (LEITE et al., 2011) e está diretamente relacionada com o número de perfilhos formados na planta, portanto o boro não foi capaz de influenciar no perfilhamento do arroz.

Quanto ao número de grãos por panícula, era esperada diferença entre as épocas de aplicação uma vez o boro estar ligado à reprodução das plantas. Não há diferença estatística entre os cultivares IRGA-424 e IRGA-425, que apresentaram as maiores médias, enquanto que IRGA-426 apresentou a menor média. Nota-se que a aplicação boratada aos 60 DAE resultou em maiores médias para os cultivares IRGA-424 e IRGA-425. Esses cultivares apresentam média de 65 dias para o início do desenvolvimento da panícula, portanto o boro foi melhor aproveitado nesse período e proporcionou melhor aporte para a planta durante a fase de diferenciação do primórdio floral, na microesporogênese e no crescimento do tubo polínico.

Observou-se diferença significativa em função do cultivar de arroz, para esterilidade de espiguetas. O cultivar IRGA-424 RI apresentou a maior média, enquanto que IRGA-424 e IRGA-426 apresentaram as menores médias. Assim como em número de grãos por panículas, era esperada diferença entre as épocas de aplicação de boro, porém observa-se que, com exceção de IRGA-425, a aplicação de boro reduziu a esterilidade

de espiguetas.

Durante o período reprodutivo temperaturas acima de 35 °C podem causar esterilidade de espiguetas (WALTER, 2014), o que pode explicar a diferença entre os cultivares uma vez que os mesmos apresentam respostas diferentes às condições ambientais e a ocorrência de temperaturas elevadas na região de cultivo. O boro pode melhorar a abertura estomática, afetando o efluxo de íons de potássio das células-guarda nas tiras epidérmicas (REHMAN et al., 2018), ou seja, mesmo nas condições estressantes de temperatura, como ocorre na região de cultivo do presente trabalho, o boro pode aumentar a capacidade da planta de lidar com esse estímulo ambiental.

Não foi observada diferença significativa para massa de 100 grãos em função do cultivar de arroz e da época de aplicação de boro (Tabela 2). Esperava-se que o boro proporcionasse maiores valores para a característica, porém, é observado que o teor de boro no solo era considerado baixo e, tendo o boro baixa mobilidade no floema, as aplicações não foram capazes de influenciar na melhor translocação de fotoassimilados para os grãos. Além disso, pode-se relacionar inversamente o número de grãos por panícula com a massa dos mesmos.

Genótipos	Massa de 100 grãos				
	Época de aplicação				
	0	1	2	3	Média
IRGA-424	2,58	2,64	2,62	2,41	2,56 A
IRGA-426	2,66	2,72	2,73	2,69	2,70 A
IRGA-424 RI	2,57	2,60	2,70	2,75	2,65 A
IRGA-425	2,57	3,39	2,67	2,61	2,81 A
Média	2,59 a	2,84 a	2,68 a	2,61 a	

  

Genótipos	Grãos inteiros				
	Época de aplicação				
	0	1	2	3	Média
IRGA-424	55,4 Ba	58,3 Ba	56,6 ABa	56,7 Ba	56,7 B
IRGA-426	54,6 Ba	53,2 Ca	55,1 Ba	56,6 Ba	54,9 B
IRGA-424 RI	61,6 Aab	64,5 Aa	59,7 Ab	60,9 Aab	61,7 A
IRGA-425	59,5 Aa	56,5 BCa	58,6 ABa	57,9 ABa	58,1 AB
Média	57,8 a	58,1 a	57,5 a	58,0 a	

  

Genótipos	Rendimento de grãos				
	Época de aplicação				
	0	1	2	3	Média
IRGA-424	71,7	72,3	71,3	71,5	71,7 AB
IRGA-426	72,3	72,3	72,4	72,1	72,3 A
IRGA-424 RI	71,0	72,4	71,7	71,5	71,7 AB
IRGA-425	71,1	71,1	71,5	71,0	71,2 B
Média	71,5 a	72,0 a	71,7 a	71,5 a	

  

Genótipos	Produtividade de grãos				
	Época de aplicação				
	0	1	2	3	Média
IRGA-424	71,7	72,3	71,3	71,5	71,7 AB
IRGA-426	72,3	72,3	72,4	72,1	72,3 A
IRGA-424 RI	71,0	72,4	71,7	71,5	71,7 AB
IRGA-425	71,1	71,1	71,5	71,0	71,2 B
Média	71,5 a	72,0 a	71,7 a	71,5 a	

IRGA-424	6.051,5 ABc	8.691,2 Aa	5.842,6 Cc	7.022,1 Ab	6.901,8 A
IRGA-426	5.639,7 Bbc	5.522,1 Cc	6.522,1 Ba	6.128,7 Bab	5.953,1 B
IRGA-424 RI	5.492,7 Bc	5.801,5 Cbc	6.077,2 BCab	6.643,4 ABa	6.003,7 B
IRGA-425	6.242,6 Ab	7.095,6 Ba	7.125,0 Aa	6.838,2 Aa	6.825,4 A
Média	5.856,6 b	6.777,6 a	6.391,7 a	6.658,1 a	

Tabela 2. Médias das características massa de 100 grãos (g), grãos inteiros (%), rendimento de grãos (%) e produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de quatro cultivares de arroz, cultivados em ambiente sob diferentes épocas de aplicação de boro.

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto à porcentagem de grãos inteiros, quando não houve aplicação de boro, os cultivares que apresentaram maiores porcentagens foram IRGA-424 RI e IRGA-425. O cultivar IRGA-424 RI destacou-se também quando a aplicação ocorreu aos 25, 60 e 75 DAE, enquanto que IRGA-426 obteve a menor média nas três condições. Nota-se que o uso do boro não resultou em aumento das médias para os cultivares avaliados.

A qualidade do grão do arroz é fator fundamental para sua comercialização, visto que grãos inteiros e sem defeito possuem maior valor de mercado (LONDERO et al., 2015). Sendo assim, a cultivar IRGA-424 RI é a mais recomendada quanto a essa característica. Ainda, as aplicações mais tardias não resultam em incremento da característica para a cultivar citada. A mesma apresenta média de 100 dias para florescimento, portanto pode-se afirmar que é eficiente em aproveitar o boro para aumento da qualidade dos grãos na aplicação mais precoce.

Segundo Brunet et al. (2016), o boro é importante na formação da parede celular, mais especificamente na síntese de componentes, como a pectina, a celulose e a lignina, e no transporte de carboidratos. Apesar de não ter-se observado aumento na porcentagem de grãos inteiros pela interação do cultivar com a época de aplicação do boro nota-se que existem diferenças significativas, ressaltando a importância do boro para a característica. A temperatura ambiente do ar durante o enchimento de grãos é capaz de afetar drasticamente a qualidade e rendimento de grãos inteiros (LONDERO et al., 2015), o que pode explicar a estabilidade das médias para a característica citada.

O cultivar IRGA-426 foi o único a se diferir significativamente de IRGA-425 para a característica rendimento de grãos de arroz (Tabela 2). O rendimento de inteiros é um parâmetro importantíssimo para determinar o valor de comercialização da cultura do arroz, significando a quantidade de grãos inteiros que se obtém após o beneficiamento industrial dos grãos de arroz (GARCIA et al., 2015).

Quanto à produtividade de grãos de arroz (Tabela 2), verifica-se que com a aplicação boratada realizada aos 25 DAE, o cultivar IRGA-424 apresentou a maior média, enquanto que IRGA-424 RI e IRGA-426 apresentaram as menores médias e não diferiram significativamente. Já para aplicação aos 60 DAE, o cultivar IRGA-425 apresentou a maior produtividade de grãos, enquanto que IRGA-424 apresentou a

menor média.

Quando a aplicação de boro ocorreu aos 75 DAE, os cultivares IRGA-424 e IRGA-425 alcançaram as maiores médias e não diferiram significativamente, enquanto que IRGA-426 obteve a menor média. Observa-se que a aplicação de boro resulta em aumento na produtividade de grãos dos cultivares IRGA-424 RI e IRGA-425.

O aumento na produtividade de grãos foi notado com maior expressão quando a aplicação boratada ocorreu aos 60 e aos 75 DAE. Os cultivares utilizados apresentam média de 60 dias para o início do estágio reprodutivo, o que pode explicar as maiores médias de produtividade de grãos nas épocas de aplicação citadas, pois segundo Oliani et al. (2011) o boro apresenta baixa mobilidade no floema, estando mais disponível para a planta. Ainda, segundo Lemiska et al. (2014) a aplicação boratada via foliar aumenta os teores de boro nas partes reprodutivas. A capacidade de influência do boro no processo de fertilização do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico também são fatores determinantes para o aumento da produção de grãos (LIMA et al., 2013).

## 4 | CONCLUSÕES

O boro resultou em maiores produtividades;

As maiores produtividades foram alcançadas com adubação boratada aos 60 e 75 DAE;

Os genótipos IRGA-424 RI e IRGA-425 mostraram-se mais eficientes na utilização do boro, sendo recomendados sob qualquer época de aplicação do micronutriente.

## REFERÊNCIAS

BORDIN, L. C.; CASA, R. T.; MARCUZZO, L. L.; BOGO, A.; ZANCAM, R. L. **Efeito da aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares de arroz irrigado e sua relação com o rendimento industrial**. Summa Phytopathologica, v. 42, n. 1, p. 85-88, 2016.

BRUNES, A. P.; MENDONÇA, A. O.; OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; LEITZKE, I. D.; VILLELA, F. A. **Produção, qualidade e expressão isoenzimática de semente de trigo produzidas sob diferentes doses de boro**. Revista Brasileira de Biociências, v.14, n.3, p. 137-144, 2016.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2017/18, décimo levantamento**. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/21088\\_8ca248b277426bb3974f74efa00abab6](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/21088_8ca248b277426bb3974f74efa00abab6)>. Acesso em: 09 ago 2018.

CORCIOLI, G.; BORGES, J. D.; JESUS, R. P. **Deficiência de macro e micronutrientes em mudas maduras de *Khaya ivorensis* estudadas em viveiro**. Cerne, v. 22, n. 1, p. 121-128, 2016.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística**. Revista Symposium, v. 6, n. 2, p. 36 - 41, 2008.

GARCIA, N. F. S.; ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; RODRIGUES, M.; PENTEADO, M. S. **Rendimento e**

**qualidade de grãos de arroz de terras altas em função de doses e modos de inoculação com *Azospirillum brasilense*.** Enciclopédia Biosfera, v. 11, n. 21, p. 1653-1651, 2015.

LEITE, R. F. C.; SCHUCH, L. O. B.; AMARAL, A. S.; TAVARES, L. S. **Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro.** Revista brasileira de sementes, v. 33, n. 4, p. 785-791, 2011.

LEMISKA, A.; PAULETTI, V.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C. **Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação do boro.** Ciência Rural, v.44, n.4, p. 622-628, 2014.

LIMA, M. L.; CARDOSO, F. R.; GALANTE, A. H. A.; TEIXEIRA, G. C. S.; TEIXEIRA, I. R.; ALVES, S. M. F. **Fontes e doses de boro na qualidade de sementes de feijão-comum e mamona sob consórcio.** Revista Caatinga, v. 26, n. 4, p. 31-38, 2013.

LONDERO, G. P.; MARCHESAN, E.; PARISOTTO, E.; COELHO, L. L.; ARAMBURU, B. B.; FLORES, C. S.; SILVA, A. L. **Qualidade industrial de grãos de arroz decorrente da supressão da irrigação e umidade de colheita.** Irriga, v. 20, n. 3, p. 587-601, 2015.

LOPES, M. B. S.; SILVA, F. R.; ZELLMER, V. A.; ALVES, P. M.; FIDELIS, R. R. **Adubação potássica na cultura do arroz em solos arenosos de várzea tropical.** Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, v. 9, n. 3, p. 27-33, 2016.

OLIANI, D.; TEIXEIRA, C. M.; BONILHA, M. A. F. M.; CASSIA, M. T. **Adubação foliar com boro e manganês na cultura do feijão.** FAZU em Revista, n.8, p. 9-14. 2011.

PAVINATO, P. S.; AGUIAR, A.; CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C. **Boro em arroz de terras altas cultivado em solução nutritiva.** Bragantia, v. 68, n. 3, p. 743-751, 2009.

REHMAN, A. U.; FAROOQ, M.; RASHID, A.; NADEEM, F.; STUERZ, S.; ASCH, F.; BELL, R. W.; SIDDIQUE, K. H. M. **Boron nutrition of rice in different production systems. A review.** Agronomy for Sustainable Development, v. 38, n. 3, p. 1-24, 2018.

WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; ROSA, H. T.; FERRAZ, S. E. T.; CERA, J. C. **Mudanças climáticas e seus efeitos no rendimento de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, n. 12, p. 915-924, 2014.

XAVIER, C. V.; NATALE, W. **Influência do boro no teor, acúmulo e eficiência nutricional em porta-enxertos de caramboleira.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 12, n. 1, p. 6-13, 2017.

## **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 professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

**JORGE GONZÁLEZ AGUILERA** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estreses abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-009-4

