

O Solo na Mitigação e/ou Resolução de Problemas Ambientais

**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Francisca Gislene Albano Machado
Edson Dias de Oliveira Neto
(Organizadores)**

O Solo na Mitigação e/ou Resolução de Problemas Ambientais

**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Francisca Gislene Albano Machado
Edson Dias de Oliveira Neto
(Organizadores)**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Posaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

S689 O solo na mitigação e/ou resolução de problemas ambientais [recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Francisca Gislene Albano Machado, Edson Dias de Oliveira Neto. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-59-1

DOI 10.22533/at.ed.591201903

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.
I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Machado, Francisca Gislene Albano. III. Oliveira Neto, Edson Dias de.

CDD 631.4

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

APRESENTAÇÃO

Desde o início da agricultura o homem vem explorando a terra de forma extrativista, e principalmente a partir do século XX foi agravado com a primeira Revolução Industrial. E ao longo de aproximadamente 100 anos o homem usou os recursos da natureza de forma desordenada e inconsciente quanto a preservação dos mesmos.

E dentre os recursos atingidos com a degradação ambiental está o solo, sendo este considerado um dos recursos naturais mais complexos do planeta, o solo é um elemento de suma importância para a manutenção e desenvolvimento da vida humana e dos ecossistemas. Com o passar dos anos vem se aumentando o interesse e a preocupação sobre a preservação do solo, esse assunto tem sido discutido haja vista que o solo é um recurso limitado e não renovável.

O solo é considerado um sistema complexo e dinâmico e necessita da adoção de medidas que visam sua preservação a fim de restaurar e manter a fertilidade e a produção agrícola responsável, tais como plantio correto, manejo adequado, sistema de irrigação eficiente, reflorestamento e adubação sustentável, rotação de culturas, curvas de níveis e outras medidas que promovam a preservação e minimizem a sua degradação.

Por fim, torna-se necessário uma maior conscientização social com o manejo e uso do solo, pois um **solo não degradado** é rico em nutrientes essenciais para a produtividade da terra e para o sistema agrícola, além de ser um importante reservatório de água e servir de habitat para inúmeras espécies e micro-organismos.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Francisca Gislene Albano-Machado

Edson Dias de Oliveira Neto

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO COMO INDICADORES DE CONSERVAÇÃO DAS PASTAGENS NATIVAS DO PANTANAL	
Hellen Elaine Gomes Pelissaro Mayara Santana Zanella Sandra Aparecida Santos Evaldo Luís Cardoso Marivaine Silva Brasil	
DOI 10.22533/at.ed.591201901	
CAPÍTULO 2	14
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ADUBOS VERDES NO DESENVOLVIMENTO DA CHICÓRIA	
Ramon Carvalho de Oliveira Camila Karen Reis Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.591201902	
CAPÍTULO 3	23
<i>Azospirillum brasilense</i> E O ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES EM GRÃOS DE MILHO CULTIVADO NO CERRADO	
Poliana Aparecida Leonel Rosa Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho Fernando Shintate Galindo Rafaela Neris Gaspareto Arshad Jalal Emariane Satin Mortinho	
DOI 10.22533/at.ed.591201903	
CAPÍTULO 4	30
PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO POR <i>Bacillus subtilis</i> NA CULTURA DA SOJA E FEIJÃO CAUPI EM CASA DE VEGETAÇÃO	
Aloisio Freitas Chagas Junior Gaspar Moreira Braga Junior Albert Lennon Lima Martins Flávia Luane Gomes Manuella Costa Souza Thyenny Gleysse Castro Silva Gabriel Soares Nóbrega Luciane de Oliveira Miller Andrea Carla Caldas Bezerra Lillian França Borges Chagas	
DOI 10.22533/at.ed.591201904	
CAPÍTULO 5	47
TEORES DE FÓSFORO NO SOLO DE ÁREAS COM APLICAÇÃO CONTÍNUA DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS NO SUL DO BRASIL	
Vanessa Luana Thomas Eliana Aparecida Cadoná Cledimar Rogério Lourenzi Ramiro Pereira Bisognin Danni Maisa da Silva Julio Cesar Grasel Cezimbra Daniel Erison Fontanive	

Maiara Figueiredo Ramires
Renan Bianchetto
Eduardo Lorensi de Souza

DOI 10.22533/at.ed.591201905

SOBRE OS ORGANIZADORES.....	57
ÍNDICE REMISSIVO	59

Azospirillum brasilense E O ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES EM GRÃOS DE MILHO CULTIVADO NO CERRADO

Data de aceite: 16/03/2020

Data de submissão: 03/12/2019

Engenharia, Ilha Solteira – SP. <http://lattes.cnpq.br/2836278836094147>

Poliana Aparecida Leonel Rosa

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira – SP. <http://lattes.cnpq.br/3144059157880571>

Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira – SP. <http://lattes.cnpq.br/5912363889457800>

Fernando Shintate Galindo

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira – SP. <http://lattes.cnpq.br/6004162493025286>

Rafaela Neris Gaspareto

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira – SP. <http://lattes.cnpq.br/6281330659945694>

Arshad Jalal

The University of Agriculture, Peshawar – Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira – SP. <http://lattes.cnpq.br/5867714181844798>

Emariane Satin Mortinho

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de

RESUMO: A inoculação com microrganismos promotores de crescimento e/ou diazotróficos, podem vir a interferir na absorção e acúmulo de nutrientes em diferentes genótipos de espécies vegetais. Assim, objetivou-se avaliar o acúmulo de micronutrientes nos grãos de dois híbridos de milho inoculados ou não com *Azospirillum brasilense*. O experimento foi desenvolvido em sistema plantio direto, na safrinha de 2015, em Latossolo Vermelho Distrófico típico, argiloso, do município de Selvíria-MS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, e esquema fatorial 2x2 (2 híbridos de milho (DKB 350 VT PRO e DKB 390 VT PRO), com e sem inoculação das sementes por *Azospirillum brasilense*). As parcelas possuíam 20 m de comprimento com seis linhas espaçadas de 0,45 m. Na maturidade fisiológica da cultura, após a colheita, foi determinada a massa seca e a concentração de micronutrientes nos grãos, para posterior cálculo do acúmulo de micronutrientes nos grãos. O acúmulo de micronutrientes nos grãos não difere entre os dois híbridos de milho, exceto para B. O híbrido simples DKB 390 exporta mais B da área pelos

grãos do que o híbrido triplo DKB 350, independente da inoculação. A inoculação de híbridos de milho com *Azospirillum brasilense* (via semente) proporciona menor exportação de B e Cu por meio dos grãos, independente do híbrido.

PALAVRAS-CHAVE: exportação de micronutrientes; *Zea mays*; *Azospirillum brasilense*; inoculação.

Azospirillum brasilense AND MICRONUTRIENT ACCUMULATION IN CORN GRAINS GROWN IN THE CERRADO

ABSTRACT: The inoculation with growth promoting and / or diazotrophic microorganism might interfere with the absorption and accumulation of nutrients in different genotypes of plant species. The objective was to evaluate micronutrients accumulation in the grains of two corn hybrids with or without inoculation of *Azospirillum brasilense*. The experiment was conducted under no-tillage system in a Rhodic Hapludox soil, the municipality of Selvíria-MS, during the off-season, 2015. The experimental design was a randomized complete block with four replications and 2 x 2 factorial scheme (two corn hybrids (DKB 350 VT PRO and DKB 390 VT PRO), with and without seed inoculation by *Azospirillum brasilense*). The plots were 20 m long with six rows, spaced by 0.45 m. The crop was harvested at physiological maturity, dry mass and micronutrients concentration in the grains were determined for the subsequent accumulation of micronutrients in the grains. There were no significant differences for micronutrients accumulation in the grains of both corn hybrids except boron. The accumulation of micronutrients in the grains do not differ between the two corn hybrids, except for B. The simple corn hybrid (DKB 390) removal more B per area to the grain than that of triple corn hybrid (DKB 350), regardless of inoculation. Inoculation of corn hybrids with *Azospirillum brasilense* (via seed) removal lower amount of B and Cu through grains, regardless of the hybrid.

KEYWORDS: micronutrients removal; *Zea mays*; *Azospirillum brasilense*; inoculation.

1 | INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) se destaca como uma das culturas de elevada importância econômica e social, devido principalmente à sua diversidade de uso e abrangência de cultivo. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial deste cereal. A produção nacional em 2016/17 foi de 88,4 milhões de toneladas de grãos em uma área de 14,2 milhões de hectares cultivados (CONAB, 2018).

A inoculação de espécies vegetais com determinados microrganismos promotores de crescimento e/ou diazotróficos, tem sido estudada buscando maneiras de aumentar o aproveitamento de fertilizantes pelas plantas (maior volume do sistema radicular devido ao efeito hormonal), a produtividade de grãos e até enriquecimento de grãos em nutrientes.

Araújo (2008), relata que as bactérias do gênero *Azospirillum* apresentam as seguintes vantagens: antagonismo a agentes patogênicos; produção de fitormônios; pouca sensibilidade às variações de temperatura e ocorrência em todos os tipos de solo e clima. Neste sentido torna-se interessante o desenvolvimento de novas pesquisas com tal gênero.

Devido ao intensivo trabalho do melhoramento genético, existe no mercado constante renovação dos híbridos disponíveis aos agricultores (GUTIÉRREZ et al., 2015). Diferentes materiais genéticos acumulam quantidades distintas de nutrientes.

A falta de informações atuais referentes ao acúmulo de nutrientes por híbridos de alto potencial produtivo para as condições de solos brasileiros, principalmente relacionada aos micronutrientes, justifica a realização de pesquisas que englobem esses genótipos, sendo possível descobrir-se as quantidades que devem ser devolvidas ao solo para manter sua fertilidade (GUTIÉRREZ, 2016). Dessa forma, objetivou-se avaliar o acúmulo de micronutrientes nos grãos de dois híbridos de milho inoculados ou não com *Azospirillum brasilense*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS.

O tipo climático da região é classificado como Aw de Köppen, com precipitação média anual de 1370 mm, temperatura média anual de 23,5 °C e umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, argiloso, de acordo com critérios estabelecidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2018), com granulometria na profundidade de 0,00-0,20 m de 420, 50 e 530 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente, o qual foi cultivado por culturas anuais há mais de 28 anos, sendo os últimos 12 anos em sistema plantio direto. A cultura anterior à semeadura do milho foi o trigo.

2.2 Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, dispostos em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois híbridos de milho, com inoculação ou não das sementes por *Azospirillum brasilense*.

As parcelas experimentais apresentavam 20 m de comprimento com seis linhas espaçadas de 0,45 m, considerando como área útil da parcela apenas as

quatro linhas centrais.

Utilizou-se os seguintes híbridos de milho: o híbrido simples DKB 390 VT PRO, de ciclo precoce (870 GD), grão semiduro amarelo-alaranjado, com população média de 60-65 mil plantas ha⁻¹; e o híbrido triplo DKB 350 VT PRO, de ciclo precoce (860 GD), grão semiduro alaranjado, com população média de 65-70 mil plantas ha⁻¹; ambos transgênicos (resistentes à lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*)), de alta resistência ao acamamento, alto nível de tecnologia e destinados à produção de grãos (CRUZ et al., 2014).

As sementes foram inoculadas no momento da semeadura (maio/2015) utilizando as estirpes AbV5 e AbV6 de *Azospirillum brasilense* (2x10⁸ células viáveis mL⁻¹) na dose de 200 mL ha⁻¹.

Na maturidade fisiológica da cultura, após a colheita (setembro/2015), foi determinada a massa seca e a concentração de micronutrientes nos grãos (B, Cu, Fe, Mn e Zn) de acordo com metodologia proposta por Malavolta et al. (1997), para posterior cálculo do acúmulo destes micronutrientes nos grãos.

2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias dos tratamentos. Foi utilizado o programa computacional SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Fe e o Zn foram os micronutrientes mais acumulados nos grãos dos híbridos de milho, e o Cu e o B os nutrientes menos acumulados, respectivamente (**Tabela 1**).

	B	Cu [#]	Fe	Mn	Zn
	-----g ha ⁻¹ -----				
Híbridos					
DKB 390 VT PRO	38,09 a	22,94 a	168,72 a	37,81 a	152,29 a
DKB 350 VT PRO	27,66 b	41,14 a	180,62 a	43,21 a	171,34 a
D.M.S. (5%)	8,04	19,43	41,15	9,66	30,06
Inoculação					
Com <i>A. brasilense</i>	26,58 b	19,91 b	181,75 a	41,01 a	164,56 a
Sem <i>A. brasilense</i>	39,17 a	44,17 a	167,59 a	40,01 a	159,07 a
D.M.S. (5%)	8,04	19,43	41,15	9,66	30,06
Teste F					
Híbrido (H)	8,60*	4,49 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,60 ^{ns}	2,05 ^{ns}

Inoculação (I)	12,54**	7,98*	0,61 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,17 ^{ns}
H x I	0,18 ^{ns}	1,94 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,82 ^{ns}	1,99 ^{ns}
Média geral	32,88	32,04	174,67	40,51	161,82
C.V. (%)	21,63	25,35	20,83	21,09	16,42

Tabela 1 - Acúmulos de micronutrientes nos grãos de híbridos de milho inoculados ou não com *A. brasilense*. Selvíria – MS.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**, * e ^{ns}: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativas, respectivamente.

D.M.S.: diferença mínima significativa; C.V.: coeficiente de variação.

#: dados ajustados pela seguinte equação $(X + 0,5)^{0,5}$.

Borges (2006) quando avaliou dois híbridos simples de milho precoces (GNZ2004 e P30F33) em Latossolo Vermelho Distroférico (textura argilosa), também observou que os micronutrientes que apareciam em menores quantidades nos grãos era o Cu, entretanto, o Mn era o micronutriente que manifestava-se em maior quantidade.

Avaliando seis híbridos de milho transgênicos no estado de Illinois, EUA, Bender et al. (2013), observaram em média que Zn e Fe são os micronutrientes com maiores quantidades acumuladas nos grãos e, B e Cu são os que possuem menor quantidade acumulada, no mesmo sentido que o presente trabalho, embora sejam duas condições muito distintas.

O acúmulo de B nos grãos de milho diferiu tanto em relação aos híbridos quanto em relação à inoculação. O híbrido DKB 390 acumulou mais B do que o DKB 350, chegando a acumular cerca de 38% à mais deste nutriente nos grãos. Tal fato pode ter se dado devido ao primeiro ser um híbrido simples, de alto nível tecnológico, elevado potencial produtivo, muito mais exigente nutricionalmente do que o DKB 350 (híbrido triplo, de nível tecnológico menor).

A inoculação com *A. brasilense* reduziu significativamente o acúmulo de B e Cu nos grãos dos híbridos de milho, em 32 e 55%, respectivamente. Porém, para o acúmulo de Cu não houve diferença significativa entre os híbridos.

Para os acúmulos de Fe, Mn e Zn nos grãos não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas ainda assim, quando inoculados os híbridos apresentaram maior acúmulo de Fe (incremento de 8%) e Zn (incremento de 3%) nos grãos. Tal fato pode ser interessante quando se pensa em biofortificação agrônômica, uma forma de enriquecer nutricionalmente os grãos e agregar valor aos mesmos. Não houve interação significativa dos tratamentos para nenhum dos micronutrientes estudados.

4 | CONCLUSÕES

O acúmulo de micronutrientes nos grãos não difere entre os dois híbridos de milho, exceto para B.

O híbrido simples DKB 390 exporta mais B da área pelos grãos do que o híbrido triplo DKB 350, independente da inoculação.

A inoculação de híbridos de milho com *Azospirillum brasilense* (via semente) proporciona menor exportação de B e Cu por meio dos grãos, independente do híbrido.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. C. **Realidade e perspectivas para o uso de *Azospirillum* na cultura do milho**. Revista informações agronômicas, n. 122, p. 4-6, 2008.

BENDER, R. R.; HAEGELE, J. W.; RUFFO, M. L.; BELOW, F. E. **Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids**. Agronomy Journal, v.105, n.1, p. 161-170, 2013.

BORGES, I. D. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho**. 2006. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2006.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Décimo primeiro levantamento: safra 2017/2018**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; QUEIROZ, L. R. **Milho: cultivares para 2013/2014**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acesso em: 29 ago. 2018.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília, 2018. 530p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: A Guide for Its Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GUTIÉRREZ, A. M.; PADILHA, F. A.; SILVA, C. G. M.; RESENDE, A. V.; MOREIRA, S. G.; SIMÃO, E. P. **Teor nos grãos e exportação de micronutrientes pelo milho em dois níveis de investimento tecnológico**. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo – CBCS 2015, Natal-RN. 2015. Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015. 4 p.

GUTIÉRREZ, A. M. **Extração e exportação de micronutrientes em milho transgênico sob dois níveis de adubação em plantio direto no cerrado**. 2016. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências agrárias) – Universidade Federal de São João del-Rei, 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acúmulo de micronutrientes 23, 25, 28
Adubos verdes 14, 17, 18, 19
Atributos microbiológicos 1
Azospirillum brasilense 23, 24, 25, 26, 28

B

Bacillus subtilis 30, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 43, 45, 46
Biodindicadores 1
Biomassa 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 31, 34, 36, 37, 42, 44, 45, 49

C

Casa de vegetação 30, 33, 43
Cerrado 2, 4, 6, 11, 12, 23, 24, 28, 30, 31, 33
Chicória 14, 15, 16, 19, 21, 22

D

Degradação de pastagens 1
Dejeto líquido 47, 55
Dejetos 47, 48, 51, 55, 56

E

Exportação de micronutrientes 24, 28

F

Feijão caupi 30, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45
Fósforo disponível 31, 34, 38, 39, 44, 48

G

Grãos 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 44, 46

I

Indicadores de conservação 1
Inoculação 18, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

M

Microbiologia do solo 1, 22
Milho 11, 12, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 43, 44, 45, 50, 51

P

Pantanal 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13

Pastagens nativas 1, 2, 3, 10

R

Rizobactéria 31

S

Soja 11, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Solo 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57

Solos arenosos 1, 6

Suinocultura 47, 48

T

Teor de fósforo 31, 34, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 55

Teores de fósforo 47

Z

Zea mays 24, 50

 **Atena**
Editora

2 0 2 0