

Solos nos Biomas Brasileiros

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)

Solos nos Biomas Brasileiros

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 [recurso eletrônico] / Organizadores
Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR):
Atena Editora, 2018. – (Solos nos Biomas Brasileiros; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-008-7

DOI 10.22533/at.ed.087181412

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.
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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Solos nos Biomas Brasileiro*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume I, apresenta, em seus 18 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 interrelações 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

CAPÍTULO 1	1
ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DO MILHO	
<i>Maikon Douglas Ribeiro Almeida</i>	
<i>Mylena Ferreira Alves</i>	
<i>Gabriel Ferreira Barcelos</i>	
<i>Dayane Machado Costa Alves</i>	
<i>Suane Rodrigues Martins</i>	
<i>Heliomar Baleeiro de Melo Júnior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0871814121	
CAPÍTULO 2	15
ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO	
<i>Gabriel Ferreira Barcelos</i>	
<i>Mylena Ferreira Alves</i>	
<i>Maikon Douglas Ribeiro Almeida</i>	
<i>Suane Rodrigues Martins</i>	
<i>Dayane Machado Costa Alves</i>	
<i>Heliomar Baleeiro de Melo Júnior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0871814122	
CAPÍTULO 3	30
ANÁLISE MORFOLÓGICA DO SOLO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA, EM TUCURUÍ-PA	
<i>Kerciane Pedro da Silva</i>	
<i>Raiana Arnaud Nava</i>	
<i>Thays Thayla Santos de Almeida</i>	
<i>Matheus da Costa Gondim</i>	
<i>Dihego Rosa das Chagas</i>	
<i>Sandra Andréa Santos da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0871814123	
CAPÍTULO 4	37
ARMAZENAGEM DE ÁGUA EM SOLO INFECTADO COM FUSÁRIO E CULTIVADO COM MARACUJAZEIRO, CULTIVAR BRS RUBI EM QUATRO COMBINAÇÕES COPA:ENXERTO	
<i>Marcelo Couto de Jesus</i>	
<i>Alexsandro dos Santos Brito</i>	
<i>Flavio da Silva Gomes</i>	
<i>Suane Coutinho Cardoso</i>	
<i>Onildo Nunes de Jesus</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0871814124	
CAPÍTULO 5	49
ATRIBUTOS DE SOLOS, DINÂMICA E EVOLUÇÃO DE PROCESSO EROSIVO NA MICROBACIA DO CÓRREGO MARIANINHO, EM FRUTAL/MG	
<i>Marcos Vinícius Mateus</i>	
<i>José Cláudio Viégas Campos</i>	
<i>Luana Caetano Rocha Andrade</i>	
<i>Nathalia Barbosa Vianna</i>	
<i>Matheus Oliveira Alves</i>	
<i>José Luiz Rodrigues Torres</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0871814125	

CAPÍTULO 6 66

AVALIAÇÃO DAS RESPOSTAS DE TRÊS CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa*) SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE AMÔNIO

Ana Carolina Oliveira Chapeta

Erinaldo Gomes Pereira

Carlos Alberto Bucher

Manlio Silvestre Fernandes

Cassia Pereira Coelho Bucher

DOI 10.22533/at.ed.0871814126

CAPÍTULO 7 76

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA PALMA DE ÓLEO SOB APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTE MAGNESIANO

Shirlene Souza Oliveira

Eduardo Cezar Medeiros Saldanha

Marluce Reis Souza Santa Brígida

Henrique Gusmão Alves Rocha

Gabriela Mourão de Almeida

Maria Soraia Fortado Vera Cruz

Jose Leandro Silva de Araújo

Ana Carolina Pinguelli Ristau

Noéle Khristinne Cordeiro

Whesley Thiago dos Santos Lobato

DOI 10.22533/at.ed.0871814127

CAPÍTULO 8 84

BIOINDICADORA PARA DIAGNÓSTICO DE RESÍDUO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO SOLO

Camila Ferreira de Pinho

Gabriella Francisco Pereira Borges de Oliveira

Jéssica Ferreira Lourenço Leal

Amanda dos Santos Souza

Samia Rayara de Sousa Ribeiro

Gledson Soares de Carvalho

André Lucas Simões Araujo

Rúbia de Moura Carneiro

Gabriela de Souza Da Silva

Ana Claudia Langaro

DOI 10.22533/at.ed.0871814128

CAPÍTULO 9 92

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA REGIÃO DO CERRADO - MUNICÍPIO DE PALMAS, TO

Lidia Justen

Michele Ribeiro Ramos

Nayara Monteiro Rodrigues

Alexandre Uhlmann

DOI 10.22533/at.ed.0871814129

CAPÍTULO 10 106

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO COMUM SOB INFLUÊNCIA DO USO DE BORO

Rodrigo Ribeiro Fidelis

Karen Cristina Leite Silva

Ricardo de Oliveira Rocha

*Lucas Xaubet Burin
Jânio Milhomens Pimentel Júnior
Patricia Sumara Fernandes
Pedro Lucca Reis Souza
Danilo Alves Veloso*

DOI 10.22533/at.ed.08718141210

CAPÍTULO 11 114

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO EM PLANTAÇÃO DE PALMA DE ÓLEO NA PRESENÇA DE DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTE MAGNESIANO

*Shirlene Souza Oliveira
Eduardo Cezar de Medeiros Saldanha
Marluce Reis Souza Santa Brígida
Henrique Gusmão Alves Rocha
Gabriela Mourão de Almeida
Jose Leandro Silva de Araújo
Ana Carolina Pinguelli Ristau
Noëlle Khristinne Cordeiro
Bruna Penha Costa
Whesley Thiago dos Santos Lobato*

DOI 10.22533/at.ed.08718141211

CAPÍTULO 12 124

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO COMPOSTO ORGÂNICO ORIUNDO DE BORRA DE CAFÉ

*Jamerson Fábio Silva Filho
Dalcimar Regina Batista Wangen
Alessandra Vieira da Silva
Kerly Cristina Pereira
Jaberson Basílio de Melo
Ivaniele Nahas Duarte*

DOI 10.22533/at.ed.08718141212

CAPÍTULO 13 129

COMPOSTO DE BORRA DE CAFÉ NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.)

*Alessandra Vieira da Silva
Dalcimar Regina Batista Wangen
Jamerson Fábio Silva Filho
Kerly Cristina Pereira
Lara Gonçalves de Souza
Ivaniele Nahas Duarte*

DOI 10.22533/at.ed.08718141213

CAPÍTULO 14 138

CONTRIBUIÇÃO DA FRAÇÃO GALHOS FINOS NA SERAPILHEIRA DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA, EM MACAÍBA, RN

*Luan Henrique Barbosa de Araújo
José Augusto da Silva Santana
Wanctuy da Silva Barreto
Camila Costa da Nóbrega
Juliana Lorensi do Canto
César Henrique Alves Borges*

DOI 10.22533/at.ed.08718141214

CAPÍTULO 15	145
CORRELAÇÃO E VARIABILIDADE ESPACIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE NEOSSOLOS, SOB CULTIVO DE SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO	
<i>Guilherme Guerin Munareto</i>	
<i>Claiton Ruviano</i>	
DOI 10.22533/at.ed.08718141215	
CAPÍTULO 16	154
CULTIVO DE RABANETE EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS ADICIONADOS DE CINZA DE JATOBÁ (<i>Hymenaea courbaril</i> L.)	
<i>Liliane Pereira Campos</i>	
<i>Gasparino Batista de Sousa</i>	
<i>Alexandra Vieira Dourado</i>	
<i>Tamires Soares da Silva</i>	
<i>Mireia Ferreira Alves</i>	
<i>Barbemile de Araújo de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.08718141216	
CAPÍTULO 17	160
DEPOSIÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO DA SERAPILHERIA EM ÁREAS DE MINERAÇÃO SUBMETIDAS A MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, PARAGOMINAS, PA	
<i>Thaise Cristina dos Santos Padilha</i>	
<i>Walmer Bruno Rocha Martins</i>	
<i>Gracialda Costa Ferreira</i>	
<i>Ellen Gabriele Pinto Ribeiro</i>	
<i>Richard Pinheiro Rodrigues</i>	
DOI 10.22533/at.ed.08718141217	
CAPÍTULO 18	171
DEPOSIÇÃO DE MICRONUTRIENTES DA SERAPILHERIA EM ÁREAS DE MINERAÇÃO SUBMETIDAS A MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, PARAGOMINAS, PA	
<i>Thaise Cristina Dos Santos Padilha</i>	
<i>Walmer Bruno Rocha Martins</i>	
<i>Gracialda Costa Ferreira</i>	
<i>Ellen Gabriele Pinto Ribeiro</i>	
<i>Richard Pinheiro Rodrigues</i>	
DOI 10.22533/at.ed.08718141218	
SOBRE OS ORGANIZADORES	183

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA PALMA DE ÓLEO SOB APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTE MAGNESIANO

Shirlene Souza Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Centro de Ciências Agrárias, *Campus* Marechal
Cândido Rondon - Paraná

Eduardo Cezar Medeiros Saldanha

Yara Brasil Fertilizantes (YARA)

Departamento Técnico Da Yara Brasil
Fertilizantes, Recife-Pernambuco

Marluce Reis Souza Santa Brígida

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Departamento de Agronomia, *Campus* Capitão
Poço - Pará

Henrique Gusmão Alves Rocha

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC)

Centro Acadêmico do Curso de Agronomia,
Campus Toledo- Paraná

Gabriela Mourão de Almeida

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho (UNESP)

Departamento de Ciências do Solo, *Campus*
Jaboticabal - São Paulo

Maria Soraia Fortado Vera Cruz

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Centro de Ciências Agrárias, *Campus* Marechal
Cândido Rondon - Paraná

Jose Leandro Silva de Araújo

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal
Rural da Amazônia (UFRA)

Campus de Capitão Poço, Pará

Ana Carolina Pinguelli Ristau

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Centro de Ciências Agrárias, *Campus* Marechal
Cândido Rondon – Paraná

Noéle Khristinne Cordeiro

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Centro de Ciências Agrárias, *Campus* Marechal
Cândido Rondon – Paraná

Whesley Thiago dos Santos Lobato

Acadêmico do Curso de Agronomia Universidade
Federal Rural da Amazônia (UFRA), *Campus* de
Capitão Poço, Pará

RESUMO: A palma de óleo é uma cultura de grande importância econômica para a região amazônica, sendo a adubação considerada ferramenta essencial para bons rendimentos em produtividade. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de sulfato de magnésio na absorção e translocação foliar na cultura da palma de óleo, no município de Garrafão do Norte-PA. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, constituído de quatro doses de sulfato de magnésio (500, 1000, 1500 e 2000 g planta⁻¹), mais o tratamento controle, com três repetições, totalizando quinze parcelas experimentais. Foram realizadas

análises de tecido foliar para avaliação do estado nutricional das plantas aos 6 e 12 meses após a aplicação superficial de $MgSO_4$. Os resultados observados durante o experimento sugerem que a aplicação de $MgSO_4$ reduziu os teores de magnésio e enxofre no solo, assim como para os micronutrientes como o boro, cobre e zinco para o período avaliado de 6 e 12 meses após a aplicação do fertilizante magnésiano. A partir das análises realizadas concluiu-se que sulfato de magnésio aplicado via solo não se mostrou na análise foliar aos 6 e 12 meses após a aplicação do fertilizante via solo. Esse resultado pode ser associado com a alta demanda desses nutrientes devido à alta extração de magnésio pela cultura, principalmente na fase produtiva onde se observa uma maior demanda da planta devido sua maior atividade metabólica.

PALAVRAS-CHAVE: *Elaeis guineenses* Jacq; tecido foliar; avaliação nutricional.

ABSTRACT: The oil palm is a crop of great economic importance for the Amazon region, and fertilization are considered an essential tool for good productivity yields. In this sense, the purpose of this work was to evaluate the effect of magnesium sulphate doses on the absorption and foliar translocation in the oil palm crop, in the municipality of Garrafão do Norte-PA. The experimental design was a randomized blocks, composed by four doses of magnesium sulphate (500, 1000, 1500 and 2000 g plant⁻¹), plus control, with three replicates, totaling fifteen experimental plots. Were performed leaf tissue analyzes to evaluate the nutritional status of the plants at 6 and 12 months after surface application of $MgSO_4$. The results observed during the experiment suggest that the application of $MgSO_4$ reduced the levels of magnesium and sulfur in the soil, as well as micronutrients such as boron, copper and zinc for the period evaluated of 6 and 12 months after the application of magnesium fertilizer. From the analyzes realized, it was concluded that magnesium sulphate applied by soil wasn't shown in the leaf analysis neither at 6 and 12 months after application of the fertilizer via soil. This result can be associated with the high demand of these nutrients due to the high extraction of magnesium by the crop, especially in the productive phase where there is a greater demand of the plant due to its higher metabolic activity.

KEYWORDS: *Elaeis guineenses* Jacq; foliar tissue; nutritional assessment.

1 | INTRODUÇÃO

A palma de óleo tem como centro de origem o continente africano, mas vem sendo cultivado na região Amazônica devido suas características edafoclimáticas. De acordo com Gomes Junior e Ramos (2010) dos frutos da palma são extraídos o óleo de palma e palmiste, ambos de grande potencial para a indústria alimentícia, de cosméticos e mais recentemente energética, o que vem despertando grande interesse econômico pela cultura no mercado interno e externo. Nesse contexto ressalta-se a importância do seu cultivo, por ser considerada a oleaginosa de maior produção de óleo por área plantada, atingindo um potencial produtivo dez vezes maior que a produtividade da

soja, principal matéria prima para a produção do biodiesel no Brasil na mesma área plantada (HOMMA, 2010).

Entretanto um dos fatores limitantes para o cultivo da cultura é a baixa fertilidade natural dos solos da região, o que limita diretamente a absorção de nutrientes pela planta, sendo necessárias doses maiores de fertilizantes com objetivo de assegurar o desenvolvimento vegetativo da palma e produtividade adequada de cachos (FRANZINI et al., 2012). Além disso, o uso contínuo de fertilizantes com formulações de N-P-K (nitrogênio, fosforo e potássio), que não contenha Mg em sua composição e a não realização da prática da calagem tem agravado problemas de deficiência nutricional com magnésio em plantios de dendezeiro na região.

De acordo com Cakmak e Iazici (2010) a deficiência magnésiana é considerada fator preocupante por possuir função predominante como átomo central da molécula de clorofila, além disso, o Mg está diretamente envolvido nas reações de carboxilação da fotossíntese, ou seja, como uma coenzima na fixação de CO_2 , reação básica para a síntese de outros constituintes da planta como amido, proteína, gorduras e vitaminas. Por esse fato, a deficiência de Mg nas plantas limita severamente a fixação de CO_2 (CAKMAK; KIRBY, 2008). Muito se tem discutido, e pesquisas tem demonstrado que os órgãos drenos tais como raízes em crescimento também são severamente afetados pela deficiência de Mg (MARTINS, 2016).

A palma de óleo tem um alto requerimento de Mg por ser exigido para a conversão da luz solar em carboidratos e sua mobilização para os cachos de frutos e conseguinte conversão em óleo. Admiti-se que um fornecimento eficiente de Mg em uma ampla variedade de solos deficientes pode garantir um adequado desenvolvimento radicular e por consequência, melhorar a assimilação de água e nutrientes e melhorar seu rendimento produtivo (MARSCHNER, 2012). Dessa forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de sulfato de magnésio na absorção e translocação foliar na cultura da palma de óleo, no município de Garrafão do Norte- PA.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Garrafão do Norte, pertencente à Mesorregião do Nordeste Paraense, entre as coordenadas de latitude $1^\circ 55' 59''$ S e longitude $47^\circ 2' 59''$ W estando a uma altitude de 56 metros (IBGE, 2016). Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Am (tropical de altitude), o solo local característico de um Latossolo Amarelo Álico (EMBRAPA, 2013). O local escolhido para implantação do experimento foi em uma área de plantio comercial pertencente a Empresa Marborges ($01^\circ 57' 42''$ S e $47^\circ 00' 53''$ W) com plantas já em idade produtiva (3 anos de idade) da cultivar BRS C 2501, tipo Tenera.

O fertilizante utilizado foi Sulfato de Magnésio (Kieserita granulada) com formulação química ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) originada nas jazidas de sal da Alemanha.

De acordo com Carvalho et al. (2011) a Kieserita granulada, é um excelente

produto com 25 % de Mg e 20 % de S solúveis em água, com excelentes propriedades de espalhamento devido sua característica de forma e dureza dos grânulos, possui elevado potencial de uso agrícola, sobretudo em culturas exigentes nesses nutrientes para a síntese de óleo, a exemplo a cultura da palma de óleo cultivada em solos Amazônicos de fertilidade natural baixa.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com 3 repetições e 15 parcelas experimentais, contendo 25 plantas por parcela, totalizando 375 plantas. A área de cultivo tinha aproximadamente 2,6 ha⁻¹. As plantas estavam espaçadas entre linhas por 7,8 m e entre plantas por 9 m, em forma de triângulo equilátero, e densidade de plantio de 143 plantas/ha⁻¹.

Os tratamentos foram compostos pelo controle (sem aplicação de MgSO₄), e 4 doses de Sulfato de Magnésio via solo, descritas na Tabela 1.

Tratamento	MgSO ₄ (g planta ⁻¹)	Mg (g planta ⁻¹)	S (g planta ⁻¹)
1	0	0	0
2	500	125	100
3	1000	250	200
4	1500	325	300
5	2000	500	400

Tabela 1- Descrição dos tratamentos empregados na área experimental da palma de óleo.

*Sulfato de magnésio (MgSO₄, H₂O – 25% Mg e 20% S).

Fonte: Autores.

Os tratamentos foram aplicados parceladamente sendo a primeira aplicação em 22 de junho e a segunda em 22 de julho de 2014. As aplicações foram realizadas de forma a lanço manual, distribuindo-se uniformemente o fertilizante sob a projeção da copa do dendezeiro.

Aos 6 e 12 meses após a aplicação das doses de sulfato de magnésio foram realizadas coletas de amostras de tecido foliar vegetal na área do experimento, de modo a monitorar o comportamento do Magnésio na planta. Os procedimentos para a retirada das amostras de folha foram realizados de acordo com Cravo et al. (2010) sendo enviadas para o Laboratório para análise de tecido foliar.



Figura 1- (a) Folha de palma de óleo com sintoma de deficiência de magnésio. (b) Maior dose aplicada de $MgSO_4$ na área experimental. (c) Aplicação de sulfato de magnésio na projeção da copa da palma de óleo. (d) Coleta de tecido foliar de palma de óleo para análise.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão ao nível de 5 % de probabilidade de erro utilizando-se o programa estatístico Assistat (SILVA, 2009).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de tecido foliar nas plantas de palma de óleo foi possível observar que não houve incremento nos teores de Magnésio nas plantas aos seis meses após a aplicação do fertilizante. Constatou-se que os níveis de Mg na folha foram reduzidos, consideravelmente, apresentando valores menores para as doses de $1500 \text{ g planta}^{-1}$ e $2000 \text{ g planta}^{-1}$ (Tabela 2). Aos 12 meses, os teores de Mg na folha foram menores que aos 6 meses após aplicação do fertilizante no solo.

Dose g/planta	N	P	K	Ca	Mg	S
Análise foliar realizada 6 meses após a aplicação de $MgSO_4$						
0	28	1,4	6,4	10,2	3,2	0,1
500	28	1,6	7,2	9,2	3,2	0,1
1000	26	1,6	6,4	8,3	3,0	0,1

1500	24	1,4	6,4	8,1	2,6	0,6
2000	24	1,4	6,4	8,1	2,6	0,6
Análise foliar realizada 12 meses após a aplicação de MgSO₄						
0	24	1,6	8	7,1	2,6	1,1
500	26	1,4	7,2	7,4	2,8	0,9
1000	25	1,4	7,2	6,9	2,6	0,5
1500	25	1,4	7,2	7,3	2,7	0,2
2000	24	1,6	8,0	7,2	2,7	0,6

Tabela 2 - Característica química de amostras de tecido foliar folha 17 (palma de óleo) para Macronutrientes no período de 6 e 12 meses após a aplicação superficial de MgSO₄ no solo.

Fonte: Dados de pesquisa.

Com relação aos teores de Enxofre no tecido foliar (Tabela 2), observou-se um aumento para a dosagem de 1500 g planta⁻¹ e 2000 g planta⁻¹ com relação a testemunha e as doses de 500 e 1000 g planta⁻¹ aos seis meses após a aplicação superficial de MgSO₄. Entretanto, somente na dose de 1500 g planta⁻¹ o teor de enxofre foi menor aos 12 meses. Observou-se que o controle apresentou maior teor de S na folha, sendo menor valor encontrado na dosagem de 1500 g/planta. Esses valores são muito abaixo do determinado por Viegas e Muller (2000) de 2,2 g Kg⁻¹.

Em trabalho realizado por Matos et al. (2016) utilizando métodos de determinação de faixa de suficiência para teores nutricionais como ChM; DRIS; CND e DNR em plantas de dendzeiros tipo Tenera de 5 a 16 anos de idade constatou valores de suficiência de Mg em plantas jovens, ou seja, menores que 6 anos de idade na faixa de 2,0 - 2,9 g kg⁻¹, contrapondo-se aos valores encontrados por Viegas e Muller (2000) de 6 g Kg⁻¹. Conforme esse resultado pode-se inferir que os teores de Mg na planta encontram-se próximas aos valores encontrados por Matos et al. (2016), e em faixa insuficiente para os valores encontrados por Viegas e Muller (2000).

É válido mencionar, que os baixos teores de Mg podem ser justificados devido à alta extração de magnésio pela cultura, principalmente na fase produtiva onde se observa uma maior demanda da planta devido sua maior atividade metabólica (CAKMAK; KIRBY, 2008). Além disso, o estado nutricional da planta é reflexo dos níveis de nutrientes observados no solo, estes por sua vez sofrem influências de clima, pH e interação com outros fatores, ocasionando lixiviação dos nutrientes do mesmo (RAIJ, 2011).

Segundo Matos et al. (2016) o S figura entre os nutrientes mais frequentes de deficiência nas áreas cultivadas com palma de óleo. Além disso, a disponibilidade de S na planta depende muito dos fatores edafoclimáticas, em solos mais arenosos como o observado na área experimental facilitam a perda de SO₄²⁻ por lavagem.

Com relação aos demais macronutrientes pôde se observar que o comportamento de maneira geral foi a redução dos teores nutricionais aos seis e doze meses após a aplicação de MgSO₄. O que também foi constatado para os micronutrientes, os teores foram reduzidos conforme o tempo após a aplicação do fertilizante (Tabela 3).

Dose	B	Cu	Fe	Mn	Zn
g/planta	mg/Kg ⁻¹				
Análise foliar realizada 6 meses após a aplicação de MgSO₄					
0	9	9	198	621	19
500	11	8	226	640	18
1000	8	7	172	500	16
1500	4	8	217	740	17
2000	4	7	182	730	15
Análise foliar realizada 12 meses após a aplicação de MgSO₄					
0	20	15	590	494	82
500	19	6	436	460	39
1000	14	5	212	493	27
1500	16	5	340	506	26
2000	12	8	381	495	38

Tabela 3 - Característica química de amostras de tecido foliar folha 17 (palma de óleo) para micronutrientes no período de 6 e 12 meses após a aplicação superficial de MgSO₄ no solo.

Fonte: Dados de pesquisa.

O aumento da dose de MgSO₄ reduziu os teores de micronutrientes (B, Cu e Zn) na planta, tanto aos 6 como aos 12 meses após a aplicação do fertilizante no solo. Com relação aos teores de Ferro no tecido foliar constatou-se que foram maiores aos 12 meses após a aplicação de sulfato de magnésio. Para Manganês esses valores oscilaram conforme a dose aplicada do fertilizante sendo encontrado maior teor desse micronutriente com o aumento da dose de MgSO₄ após 6 meses da aplicação via solo e para o período de 12 meses esses teores foram menores que aos 6 meses de aplicação do produto.

4 | CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas concluiu-se que sulfato de magnésio aplicado via solo não se mostrou na análise foliar nem em 6 e 12 meses após a aplicação do fertilizante via solo. Esse resultado pode ser associado com a alta demanda desses nutrientes devido à alta de extração de magnésio pela cultura, principalmente na fase produtiva onde se observa uma maior demanda da planta devido sua maior atividade metabólica.

REFERÊNCIAS

CAKMAK, I. YAZICI A.M. Magnésio um elemento esquecido na produção agrícola. **Better Crops**, v.94, n.2, p.23-25, 2010.

CAKMAK, I.; KIRBY, E. A. Role of magnesium in carbon partitioning and alleviating photooxidative damage. **Physiologia Plantarum**, Hoboken, v. 133, p. 692-704, Aug. 2008.

CARVALHO, Maria da Conceição Santana et al. Uso da ESTA Kieserita granulada na cultura do algodão. **XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo** Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60939/1/uso-esta.pdf>>. Acesso em: 10-01-2017.

CRAVO, M. da S; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendação de adução e calagem para o estado do Pará**. Belém: Embrapa, 2010.

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

FRANZINI, V.I.; SILVA, A.R. B.; GOMES JUNIOR.R.A. **Acidez do solo e sua correção em palma de óleo**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 37 p. (Documentos 386).

GOMES JUNIOR, R.A.; VIÉGAS, I. de J. M.; RAMOS, E.J.A.; TEIXEIRA, P.C. Adubação na cultura da palma de óleo. In: **Bases técnicas para a cultura da palma de óleo integrado na unidade produtiva da unidade familiar** / editor técnico, Rui Alberto Gomes Junior. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. p. 101-110.

HOMMAN, A. Agroenergia: a entrada de um novo ciclo na Amazônia? In: **Bases técnicas para a cultura da palma de óleo integrado na unidade produtiva da unidade familiar** / editor técnico, Rui Alberto Gomes Junior. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. p. 17-22.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados**. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 dez. 2016.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. **London: Academic Press**, 1995. 675p.

MARTINS, P.O. **Eficiência de fontes, dinâmica do magnésio no solo sob a cultura do café no Brasil e comparação da análise de K, Ca e Mg em solos do Arkansas-EUA seco em estufa e úmido de campo**. 2016. 64f. Tese (Doutorado Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2016.

MATOS, G.S.B.; FERNANDES, A.R.; WADT, P.G.S. **Níveis críticos e faixas de suficiência de nutrientes derivados de métodos de avaliação do estado nutricional da palma-de-óleo. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p.1557-1567, set. 2016.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

SILVA, F. de A.S. e. & Azevedo, C.A.V. de. **Principal Components Analysis in the Sftware Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

VIEGAS, I. de J. M.; MULLER, A.A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental/ Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 374 p.

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 estres 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 978-85-7247-008-7



9 788572 470087