

# 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](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 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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0871814121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0871814122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0871814123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0871814124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0871814125</b>	

**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  
Noéle 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**

<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>145</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08718141215</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>154</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08718141216</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>160</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08718141217</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>171</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08718141218</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>183</b>

## CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO EM PLANTAÇÃO DE PALMA DE ÓLEO NA PRESENÇA 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 de 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

### **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

### **Bruna Penha Costa**

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 (*Elaeis guineenses* Jacq.), é considerada uma das culturas de maior importância econômica para o Brasil. Dessa forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de sulfato de magnésio nos atributos químicos do solo em área cultivada com 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<sup>-1</sup>) mais o tratamento controle, com três repetições, totalizando quinze parcelas experimentais. Foram realizadas análise de solo para avaliação do da fertilidade e atributos químicos na área experimental aos

6 e 12 meses após a aplicação superficial de  $MgSO_4$ . Foi possível observar que houve um aumento momentâneo dos teores de Mg no solo após 6 meses de aplicação de  $MgSO_4$  com destaque para a dose de 2000 planta<sup>-1</sup>. Os níveis de fósforo, cálcio e potássio no solo não aumentaram após 12 meses da aplicação da fonte magnésiana. Assim sendo, pôde-se concluir que, as doses crescentes de  $MgSO_4$  favoreceram alguns atributos químicos do solo, como o magnésio, cálcio, pH, saturação por bases e CTC após 6 meses de aplicação do fertilizante, além de diminuir a concentração de alumínio trocável no solo. Aos 12 meses após a aplicação de  $MgSO_4$  o pH e a saturação por bases foram reduzidas com o aumento da aplicação da referida fonte magnésiana, sugerindo que a aplicação do fertilizante favoreceu os atributos químicos do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Elaeis guineenses* Jacq; fertilidade do solo; atributos químicos.

**ABSTRACT:** The oil palm (*Elaeis Guineans* Jacq.) are considered one of the most economically important crops for Brazil. Thus, the purpose of this work was to evaluate the effect of magnesium sulphate doses on soil chemical attributes in an area cultivated with oil palm, in the municipality of Garrafão do Norte-PA. The experimental design was randomized blocks composed by four doses of magnesium sulphate (500, 1000, 1500 and 2000 g plant<sup>-1</sup>), plus the control treatment, with three replicates, totaling fifteen experimental plots. Soil analysis was performed to evaluate fertility and chemical attributes in the experimental area at 6 and 12 months after surface application of  $MgSO_4$ . It was possible to observe that there was a momentary increase of Mg levels in the soil after 6 months of the  $MgSO_4$  application, with emphasis on the 2000 plant<sup>-1</sup> dose. The levels of phosphorus, calcium and potassium in the soil didn't increase after 12 months of application of the magnesian source. Thus, it was possible to conclude that increasing doses of  $MgSO_4$  favored some soil chemical attributes such as magnesium, calcium, pH, base saturation and CTC after 6 months of fertilizer application, as well as reducing the exchangeable aluminum concentration. At 12 months after application of  $MgSO_4$  the pH and base saturation were reduced with increasing application of said magnesian source, suggesting that fertilizer application favored soil chemical attributes.

**KEYWORDS:** *Elaeis guineenses* Jacq; soil fertility; chemical attributes.

## 1 | INTRODUÇÃO

A palma de óleo (*Elaeis guineenses* Jacq.), tem como seu centro de origem a costa oriental da África (LEBDI; HENKES, 2015). É considerada uma das culturas de maior importância econômica para o Brasil, tendo o estado do Para como grande responsável pela maior parte da produção nacional. A produção brasileira no ano de 2016 foi de 340 mil toneladas de óleo de palma (USDA, 2016). Seu principal produto é o óleo de palma, retirado da polpa ou mesocarpo e o óleo de palmiste obtido da amêndoa ou endosperma, ambos de grande potencial de mercado do futuro (SILVA et al., 2016).

No Brasil o cultivo da palma é realizado em solos pertencente a classe dos Latossolos e Argissolos, geralmente distrófico e/ou álicos, que representam mais 45 % dos solos brasileiros. Esses solos apresentam alto grau de intemperismo, tendo sua fração argila composta principalmente por caulinita, óxidos de ferro e de alumínio, essa acidez é comum em regiões de elevada precipitação pluviométrica, ocasionando lixiviação das bases trocáveis das camadas superficiais dos solos como cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e fósforo disponível (CHEPOTE et al., 1988; CRISTANCHO et al., 2011; FRANZINI et al., 2012).

Outro fator que contribui para aumento da acidez nesses solos é a remoção de Ca, Mg, e K pela colheita, e também por meio da aplicação de fertilizantes nitrogenados, amoniacais, como o sulfato de amônio, principalmente quando aplicados de modo concentrado próximo a coroa foliar das plantas, ocasionando com isso baixa produtividade dos cachos (MEDEIROS et al., 2008; FRANZINI et al., 2012).

Dentre os macronutrientes o magnésio e o enxofre são considerados como o quarto e sexto nutrientes, respectivamente mais requeridos pela cultura da palma de óleo, sendo fundamentais para a fotossíntese, respiração, síntese de nucleotídeos e de carboidratos essenciais ao crescimento da planta, para a formação de frutos e síntese de óleo (MARSCHNER, 1995; MARTINS, 2016).

A forma mais comum de fornecimento de Mg para as plantas é feita por intermédio da calagem (carbonato de Ca e Mg). A carência de magnésio pode ser também corrigida através da aplicação de Sulfato de magnésio (RAIJ, 2011). Uma vez que a calagem no dendezeiro não é realizada em plantios comerciais devido o mesmo ser considerada uma cultura tolerante a reação acida do solo (FRANZINI et al., 2012).

Além disso, as quantidades de Mg aplicadas na maioria dos fertilizantes são baixas em comparação com as perdas por lixiviação e são agravadas em culturas que recebem adubações potássicas elevadas como é o caso da palma de óleo. No entanto, acredita-se que o problema pode ser resolvido utilizando fertilizantes contendo magnésio (MARTINS, 2016).

Nesse sentido, com a necessidade do uso de fertilizantes de forma racional, visando melhorias no sistema produtivo, principalmente nos programas de nutrição com magnésio e enxofre se fazem necessários estudos que esclareçam a importância desses nutrientes na palma de óleo. Dessa forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de sulfato de magnésio nos atributos químicos do solo 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° 55' 59" S e longitude 47° 2' 59" W estando a uma altitude de 56 metros (IBGE, 2016). Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Ami (tropical de altitude), o

solo local característico de um Latossolos Amarelo Álico (EMBRAPA, 2013). O local escolhido para implantação do experimento foi em uma área de plantio comercial pertencente a Empresa Marborges (01° 57' 42" S e 47°00'53" W) com plantas já em idade produtiva (3 anos de idade) de cultivar BRS C 2501, tipo Tenera.

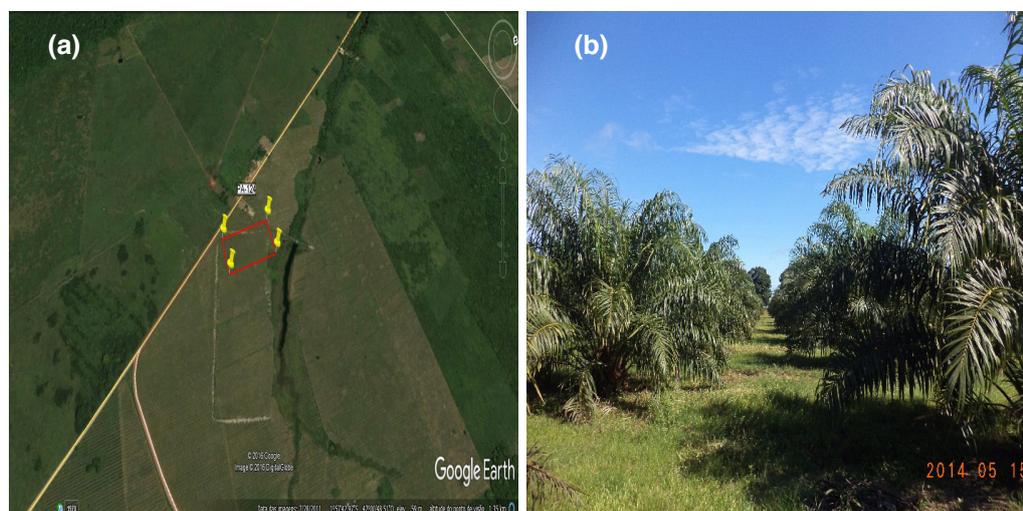


Figura 1- (a) Vista aérea-Perfil da área.(b).Vista da área experimental.

Fonte: (a) - Google Earth, 2016. (b)– Autores.

O fertilizante utilizado no experimento foi Sulfato de Magnésio (Kieserita granulada) com formulação química ( $MgSO_4 \cdot H_2O$ ) 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, cultivado 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  $2,6 \text{ ha}^{-1}$ . 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  $143 \text{ plantas/ha}^{-1}$ .

Os tratamentos foram compostos pelo controle (sem aplicação de  $MgSO_4$ ), e 4 doses de Sulfato de Magnésio via solo, descritas na Tabela 1.

Tratamento	MgSO <sub>4</sub> (g planta <sup>-1</sup> )	Mg (g planta <sup>-1</sup> )	S (g planta <sup>-1</sup> )
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 (MgSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O – 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 da palma de óleo.

Trinta dias antes da instalação do experimento, foi feita amostragem de solo para análise nas camadas de 0,0-20 e 20-40 cm para a determinação dos atributos químicos e físicos (Tabela 2). Sendo estas coletas realizadas aleatoriamente na linha do plantio (projeção da copa) e no meio das entrelinhas.

As amostras de solo foram coletadas com um trado inox de rosca tipo Holandês, após isso foram postas para secar naturalmente, sendo posteriormente acondicionadas em sacos plásticos de 1 Kg, devidamente identificadas, e enviadas para o Laboratório Terra: Análises para Agropecuária LTDA, localizado em Goiânia, GO. A Tabela 2, demonstra os resultados obtidos para a análise granulométrica e atributos químicos do solo na área experimental.

Camada	pH	P	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	CTC	v	M
Cm	CaCl <sub>2</sub>	mg/dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		%		
<b>Projeção da copa<sup>1</sup></b>										
00 -20	3,7	1	0,2	0,1	0,07	0,6	3,4	3,8	10	62
20 -40	3,8	1	0,2	0,1	0,05	0,4	3,8	4,2	8	53
<b>Entrelinha<sup>2</sup></b>										
00 -20	3,8	2	0,2	0,1	0,07	0,3	3,4	3,8	10	45
20 -40	3,9	1	0,2	0,1	0,07	0,5	3,8	4,2	9	57

Tabela 2 - Características químicas de amostras de solos (Latossolo Amarelo Distrófico) nas profundidades 0-20 e 20-40 cm antes da instalação do experimento.

Projeção da copa: Coleta realizada no meio da área de projeção da copa; <sup>2</sup>Entrelinha: Coleta realizada no meio da entrelinha das culturas.

Fonte Dados de pesquisa.

Aos seis e dozes meses após a aplicação das doses de sulfato de magnésio foram realizadas amostras de solo, coletadas na projeção da copa, somente nas profundidades de 0-20 cm, na área do experimento, de modo a monitorar o

comportamento do Magnésio no solo.



Figura 2- (a) Amostras de solo de 00-20 e 20-40 cm na projeção da copa e entrelinha de plantio. (b).Coleta de solo antes da aplicação de  $MgSO_4$  no solo.

Fonte: Autores.



Figura 3- (a) Aplicação de  $MgSO_4$  na projeção da copa da palma de óleo (b) Coleta de solo após a aplicação de  $MgSO_4$ .

Fonte: Autores.

Os procedimentos para a retirada das amostras de solo foram realizados de acordo com Cravo et al. (2010) sendo as amostras enviadas para o Laboratório para posterior 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

A avaliação para os atributos químicos do solo conforme a análise, antes de aplicação de  $MgSO_4$ , tendo como base os padrões de interpretação de resultados propostos por Carvalho et al. (2010) utilizados no Estado do Pará, demonstraram que em geral o solo onde estava implantado o experimento apresentara reação ácida, caracterizados por valores de pH abaixo de 5,0, ou seja, solos com elevada acidez em ambas as profundidades avaliadas, além de apresentarem teores nutricionais de Nitrogenio, Fósforo, Potássio e principalmente Magnésio muito abaixo do ideal na fase trocável do solo ( $<0,2 \text{ cmol}_c/\text{dm}^{-3}$ ).

Outra característica de suma importância na nutrição de plantas é a saturação por bases (v) que deve estar na faixa de 45% para a cultura da palma de óleo e a capacidade de troca catiônica do solo (CTC), que para a área do experimento estiveram muito abaixo dos desejados para a cultura. A textura arenosa provavelmente é uma das causas dos baixos valores de CTC observados na área cultivada com a palma de óleo.

Com a aplicação superficial de  $MgSO_4$  foi possível observar uma redução do pH do solo para todas as doses aos 12 meses após a aplicação do fertilizante. Os níveis de fósforo no solo não aumentaram com a aplicação do  $MgSO_4$  aos 6 e 12 meses. Com relação aos níveis de cálcio houve uma redução desse nutriente aos 12 meses após a aplicação do fertilizante. Não foram observados aumento nos teores de Magnésio no solo aos 6 meses, sendo que aos doze meses essa redução foi ainda maior. Conforme evidenciado por Neis et al. (2010) o ânion  $SO_4^{2-}$ , em determinadas condições promove a movimentação descendentes de cátions básicos como o  $Mg^{2+}$  no perfil em virtude da associação iônica na solução do solo, com a neutralização momentânea de cargas. Dessa forma, ocorre o carreamento de cátions para camadas mais profundas do solo (Tabela 3).

Dose (g/planta)	p H CaCl <sub>2</sub>	P Mg/dm <sup>-3</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	CTC	v	m
			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%	
<b>Análise de solo realizada 6 meses após a aplicação de <math>MgSO_4</math></b>										
0	4,5	5	0,5	0,1	0,11	0,3	2,2	2,9	25	30
500	4,5	4	0,4	0,2	0,07	0,4	2,0	2,7	25	37
1000	4,8	5	0,6	0,3	0,06	0,2	1,4	2,4	40	17
1500	4,3	5	0,3	0,1	0,14	0,3	2,0	2,5	22	36
2000	4,7	4	0,7	0,3	0,06	0,2	1,8	2,9	37	16
<b>Análise de solo realizada 12 meses após a aplicação de <math>MgSO_4</math></b>										
0	4,1	1	0,6	0,2	0,12	0,3	2,9	3,8	24	25
500	4,1	2	0,5	0,2	0,02	0,4	3,2	4,1	22	36
1000	4,0	2	0,3	0,1	0,06	0,5	3,4	3,8	12	57
1500	3,9	1	0,4	0,1	0,05	0,4	3,4	3,9	14	42
2000	4,0	1	0,3	0,1	0,06	0,4	3,8	4,2	11	52

Tabela 3- Características químicas de amostras de solo (Latosolo Amarelo Distrófico) nas profundidades 0-20, projeção da copa no período de 6 e 12 meses após a aplicação superficial

É importante ressaltar que a lixiviação de cátions (K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>) é resultado da formação de complexos iônicos (KSO<sub>4</sub><sup>-</sup>, CaSO<sub>4</sub><sup>0</sup> e MgSO<sub>4</sub><sup>0</sup>) como consequência da dissociação do sulfato (RAMOS et al., 2013). Em estudos realizados por Rampim et al. (2011) foi observado resultado semelhante para os teores de cálcio com a aplicação de sulfato de cálcio. Segundo Serafim et al. (2012) a lixiviação, de cátions pelo sulfato pode ocorrer de forma rápida, e em profundidades maiores que 0,50 cm. O que explica, os baixos valores de Mg encontrados na área experimental na profundidade de 0-20 cm durante os 6 e 12 meses após a aplicação de Mg. Observou-se também, com as doses crescentes de MgSO<sub>4</sub>, os teores de K no solo, foram menores em relação ao controle aos 6 meses, exceto para a dosagem de 1500 g planta<sup>-1</sup>, que mantiveram valores mais altos que o controle, esse resultado pode ser explicado pelos baixos teores de Mg encontrados para o mesmo tratamento avaliado. De acordo Marschner (2012) o aumento das concentrações de K, induzem a deficiência de Mg nas plantas. Nesse sentido, sendo a exigência pela cultura da palma de óleo bastante elevada para o K, é frequente a observação de sintomas de deficiência de Mg em áreas cultivadas com a palma de óleo. Segundo Prado (2008) a absorção preferencial do íon K<sup>+</sup> ocorre por este ser monovalente e de menor grau de hidratação quando comparado aos íons divalentes, no caso o Mg<sup>2+</sup>. Aos 12 meses após a aplicação dos tratamentos, observou-se, como consequência da aplicação superficial de MgSO<sub>4</sub>, lixiviação mais intensa de K para as camadas mais profundas do solo. Segundo Caires et al. (2011) o uso de altas doses de fontes que contenham sulfato pode intensificar o processo de lixiviação de cátions e podem causar desequilíbrio nutricional nas camadas superficiais, no entanto, a mobilidade de S-SO<sub>4</sub> pode ser variável dependendo da capacidade de troca catiônica e aniônica do solo, que determinam a quantidade de sulfato na solução do solo. Houve um aumento para acidez trocável, do solo para o período de 6 e 12 meses, como também aumento da acidez potencial representada por hidrogênio mais alumínio. Houve redução da CTC do solo e saturação por bases, resultado semelhante foi obtido com estudo realizado por Martins (2016), utilizando sulfato de magnésio na cultura do café, onde foi observado redução da CTC do solo.

A saturação por alumínio aumentou para todas as doses aplicadas de MgSO<sub>4</sub> em relação a testemunha. De acordo com Leite et al. (2012) a utilização de fertilizantes com fontes sulfatas proporcionam um leve aumento de acidez, embora seja considerado uma fonte que apresenta reação neutra no solo pois, não forma nem libera H<sup>+</sup> ou OH<sup>-</sup>. Com relação aos valores de H<sup>+</sup> Al e o Al<sup>3+</sup> apresentaram redução para a reação ácida do solo, isso pode ter ocorrido em virtude do aumento do teor de magnésio no solo, aos 6 meses, o que possibilitou o deslocamento de Al<sup>3+</sup> na solução do solo provocando o deslocamento do Al<sup>3+</sup> das cargas negativas e também pelo aumento da concentração de eletrólitos.

## 4 | CONCLUSÃO

As doses crescentes de  $MgSO_4$  favoreceram alguns atributos químicos do solo, como o magnésio, cálcio, pH, saturação por bases e CTC após 6 meses de aplicação do fertilizante, além de diminuir a concentração de alumínio trocável no solo. A dose que mais se destacou nesse período foi a de 2000 g planta<sup>-1</sup>.

Aos 12 meses após a aplicação de  $MgSO_4$  o pH e a saturação por bases foram reduzidas com o aumento da aplicação da referida fonte magnesiana. Sugerindo que a aplicação do fertilizante favoreceu os atributos químicos do solo.

## REFERÊNCIAS

- CAIRES, E. F., GARBUIO, F.J., CHURKA, G.S., JORIS, H.A.W. Use of gypsum for crop grain production under a subtropical no-till cropping system. **Agronomy Journal**, Madison, v. 103, n. 6, p. 1804-1814, 2011.
- CARVALHO, M. da C. S., WIENDEL, T.A., FERREIRA, A.C.de B., SANTOS, F.C. dos. 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](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60939_1/uso-esta.pdf)>. Acesso em: 10-01-2017.
- CHEPOTE, R.E.; VALLE, R.R.; SANTANA, C.J.L. de. Resposta do dendezeiro à adubação mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.12, p.257-262, 1988.
- 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.
- CRISTANCHO, J. A. R., HANAFAI, M.M., OMAR, S.R.S., RAFITI, M.Y. Alleviation of aluminum in acidic soils and its effect on growth of hybrid and clonal oil palm seedlings. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, n. 3, p. 387-401, 2011.
- 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. **Adubação fosfatada para palma de óleo**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 45 p. (Documentos 388).
- 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).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 dez. 2016.
- LEBID, T.; HENKES, J.A. Óleo de dendê na produção de biodiesel: um estudo de caso das vantagens e desvantagens econômica, ecológica e social da cultura desta oleaginosa para a produção de biodiesel. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 392- 415, abr./set.2015.
- LEITE, M. H., SANTOS, SANTOS, R. V. dos., GOMES, A.D.V., VITAL, A. de F. M. Aplicação de corretivos e crescimento de oleaginosas em solos salinizados do semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 87-95, 2012.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 675p.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3<sup>a</sup> ed. Australia. Elsevier, 2012. 651p.

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.

MEDEIROS, J.C., ALBUQUERQUE, J.A., MAFRA, A.L., ROSA, J.D., GATIBONI, L.C. Relação cálcio: magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um cambissolo **húmico álico**. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 799-806, out./dez. 2008.

NEIS, L., PAULINO, H.B., SOUZA, E.D. de., REIS, E. F. dos., PINTO, F.A. Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região no sudoeste agrícola. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 409-416, 2010.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 407 p.

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

RAMOS, B.Z., TOLEDO, J.P.V. F., LIMA, J.M. de., SERAFIM, M.E., BASTOS, A.R.R., GUIMARÃES, P.T.G., COSCIONE, A.R. Doses de gesso em cafeeiro: influência dos teores de cálcio, magnésio, potássio e pH na solução de um Latossolo vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 37, p 1018-1026, 2013.

RAMPIM, L., LANA, M. do C., FRANDOLOSO, J.F., FONTANIVA, S. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2011.

SERAFIM, M.E., LIMA, J.M. de., LIMA, V.M.P., ZEVIANI, W.M., PESSONI, P.T. Alterações físico-químicas e movimentação de íons em Latossolo gibbsítico sob doses de gesso. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p.75-81, 2012.

SILVA, C.M.S. VASCONCELOS, S.S., MOURÃO JÚNIOR, M., RISPO, C.J.C., KATO, O.R., SILVA JÚNIOR, A.C. da., CASTELLANI, D.C. Variação temporal do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia Oriental. **Revista Acta Amazônica**, v. 46, n.1, p. 1 - 12 ,2016.

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

UNITED STATES. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds: world market and trade**. 2016. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> >. Acesso em: 21 dez. 2016.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**ALAN MARIO ZUFFO** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é 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