

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

VOLUME X



**Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera**
Organizadores

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizador

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume X



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. Msc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto
Prof. Msc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Msc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB

UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P472	Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume X / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2022. 177p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-5872-269-4 DOI https://doi.org/10.46420/9786558722694 1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. CDD 630
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume X” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas:

mapeamento do estande e distribuição longitudinal de plantas de milho; variabilidade espacial da fertilidade do solo antes e após aplicação de calcário para o cultivo da soja; variabilidade espacial de micronutrientes catiônicos do solo; variabilidade espacial da fertilidade do solo e mapas de recomendação; modelagem estatística utilizando o método de heatmap para a avaliação da cultura da laranja irrigada com água residuária; água tratada magneticamente na cultura da alface e do rabanete; omissão de Nutrientes em Espécies Florestais Nativas do Brasil; água tratada magneticamente estimula a produtividade do rabanete e da alface; plantas medicinais e seu potencial controle sobre patógenos de culturas agrícolas; melhoramento genético do feijão-fava (*Phaseolus Lunatus*); seletividade de inseticidas a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), alterações morfológicas em variedades de cana-de-açúcar induzidas pela restrição hídrica. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume X, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	6
Plantas medicinais e seu potencial controle sobre patógenos de culturas agrícolas	6
Capítulo II	20
Melhoramento Genético do Feijão-fava (<i>Phaseolus Lunatus</i>)	20
Capítulo III	51
Seletividade de inseticidas a <i>Trichogramma Pretiosum</i> Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Helicoverpa Armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)	51
Capítulo IV	66
Alterações morfológicas em variedades de cana-de-açúcar induzidas pela restrição hídrica	66
Capítulo V	88
Mapeamento do estande e distribuição longitudinal de plantas de milho	88
Capítulo VI	96
Variabilidade espacial da fertilidade do solo antes e após aplicação de calcário para o cultivo da soja	96
Capítulo VII	108
Variabilidade espacial de micronutrientes catiônicos do solo	108
Capítulo VIII	118
Variabilidade espacial da fertilidade do solo e mapas de recomendação	118
Capítulo IX	127
Modelagem estatística utilizando o método de <i>heatmap</i> para a avaliação da cultura da laranja irrigada com água residuária	127
Capítulo X	137
Omissão de Nutrientes em Espécies Florestais Nativas do Brasil	137
Capítulo XI	151
Água tratada magneticamente estimula a produtividade do rabanete	151
Capítulo XII	159
Impacto da irrigação com água tratada magneticamente na alface lisa	159
Capítulo XIII	168
Produtividade da alface crespa é impactada pelo uso de água tratada magneticamente	168
Índice Remissivo	175
Sobre os organizadores	177

Variabilidade espacial da fertilidade do solo e mapas de recomendação¹

Recebido em: 11/03/2022

Aceito em: 15/03/2022

 10.46420/9786558722694cap8

Lourenço Quintão Scalon² 

Jorge Wilson Cortez^{3*} 

Dario Alexandre Schwanbach⁴ 

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a adoção de tecnologias tem melhorado o gerenciamento dos sistemas de produção intensivo. As ferramentas de agricultura de precisão (AP) com o emprego de amostragem de solo em grade e a aplicação de fertilizantes à lanço em taxa variável tem sido uma alternativa para economia de insumos e para melhorar a fertilidade do solo (Soares Filho; Cunha, 2015).

A agricultura de precisão foi essencial para o aperfeiçoamento da agricultura, especialmente na região central do Brasil, cujos solos geralmente são considerados ácidos e de baixa fertilidade. Parte dos solos brasileiros, especialmente aqueles de expansão da fronteira agrícola como os solos na região do Cerrados, apresentam como características a acidez, toxidez de alumínio (Al^{3+}) e/ou manganês (Mn^{2+}) e baixos níveis de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). Nos últimos anos, tem-se observado alta correlação entre o pH do solo, ausência de Al^{3+} e aumento de Ca^{2+} em profundidade com a produtividade, especialmente da soja (Kerber, 2016).

A prática de adubação utilizada na maioria das áreas de produção de grãos do cerrado brasileiro, desconsidera questões ambientais nos métodos de recomendação, bem como não adota de maneira eficiente estratégias que possam reduzir as doses de fertilizante sem comprometer a rentabilidade das culturas (Mermut; Eswaran, 2001). Assim, uma aplicação bem sucedida de corretivos ou fertilizantes, em taxa fixa ou variada, dependerá de máquinas devidamente reguladas e calibradas, das propriedades físicas dos corretivos e fertilizantes e de mapas de recomendação bem elaborados. Milani et al. (2006) afirmam que o manejo localizado apresenta produtividades mais homogêneas e superiores ao manejo uniforme.

¹ Parte do Trabalho de Conclusão de Curso do primeiro autor.

² Eng. Agr., Egresso da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Rodovia Dourados-Itahum km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil.

³ Eng. Agr. Doutor, Professor, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Rodovia Dourados-Itahum km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil.

⁴ Eng. Agr., M. Sc., Egresso da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Rodovia Dourados-Itahum km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil.

* Autor correspondente: jorgecortez@ufgd.edu.br

Ressalta-se que a produtividade das culturas anuais é altamente dependente da correção do pH do solo por meio da prática da calagem, e neste contexto, a agricultura de precisão tem ganhado espaço com a utilização de técnicas, como as aplicações de calcário em taxa variada, efetuada no local e com a quantidade exata que o solo necessita.

Assim, a análise da variabilidade espacial dos atributos químicos e físicos do solo pode auxiliar na escolha da área experimental, locação das unidades experimentais, coleta de amostras e análise de produtividade (Silva; Chaves, 2006; Santos et al., 2012; Dalchiavon et al., 2012). O conhecimento da variabilidade espacial dos atributos do solo é essencial pois possibilita o manejo do solo e minimiza as consequências da variabilidade na produção final.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a variabilidade espacial da fertilidade do solo e obter os mapas de recomendação de calagem, potássio e fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma fazenda comercial, localizada no município de Ponta Porã, MS cultivada no sistema de sequeiro. O local situa-se na latitude de 22°22'58" S, longitude de 55°10'30" W e altitude média de 440 m.

O clima é do tipo tropical úmido com inverso seco - Cwa (Köppen, 1948). O solo da área é um Latossolo Vermelho distrófico (Figura 1a), apresentando em média 343 g kg⁻¹ de argila, 84 g kg⁻¹ de silte e 572 g kg⁻¹ de areia total e relevo suavemente ondulado (Santos et al., 2018).

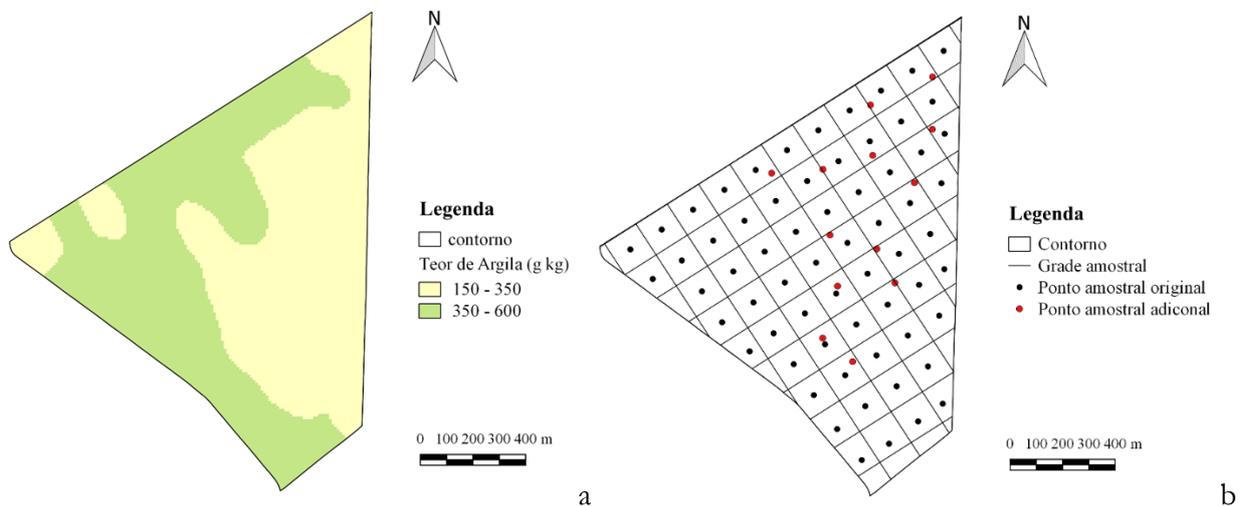


Figura 1. Mapa detalhado da variabilidade do teor de argila no talhão (a), representando a textura média (amarelo) e textura argilosa (verde); e grade regular com ponto amostral central e ponto amostral adicional para a coleta de amostras de solo (b). Fonte: Schwambach (2020).

A área experimental possui 132 hectares cultivados com semeadura direta sobre a palha, sempre com a cultura da soja no período de primavera-verão, e nos últimos 5 anos, as culturas de milho e trigo

semeados alternadamente no período do outono-inverno. Após a colheita de trigo em 2017 e milho em 2018 houve aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola nas doses de 1,3 Mg ha⁻¹ e 0,7 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Para a caracterização dos atributos químicos do solo foi georreferenciada a área de estudo de 132 ha e gerado grade amostral pelo software geoestatístico em plataforma livre QGIS (versão 2.18.24), sendo uma grade regular com 64 pontos com um ponto a cada 2,06 hectares (143,61x143,61m), e, adicionado 13 pontos amostrais de forma aleatória. Para a determinação do número de pontos coletados aleatoriamente, estipulou-se um acréscimo de aproximadamente 20% no número de pontos alocados de forma regular. Assim, a densidade amostral final foi de 01 amostra a cada 1,78 hectares, totalizando 77 pontos amostrais. A Figura 1b representa a área de estudo com a posição do ponto amostral na malha regular com 64 pontos e os 13 pontos aleatórios (pontos adicionais).

A coleta de solo foi realizada, de forma manual, com um perfurador marca Sthil®, modelo BT 45 a gasolina com trado da marca Irwin® modelo Mathieson 1 ½" x 18 mm, na profundidade de 0,0-0,2 m, formada por 10 sub-amostras, tomadas aleatoriamente ao redor de cada ponto amostral, respeitando um raio de 5 m referente ao erro do receptor GNSS. Após a coleta das amostras, o solo foi encaminhado para laboratório onde foram determinados os valores dos atributos, sendo estes: potencial hidrogeniônico em cloreto de cálcio (pH CaCl₂), matéria orgânica (M.O.), fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), hidrogênio mais alumínio (H+AL), soma de bases SB, capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC), saturação por bases (V%). A interpretação dos atributos químicos do solo (pH CaCl₂, MO, P, K⁺, Ca, Mg, Al, V% e CTC), foram baseadas de acordo Raij et al. (1997).

Para o cálculo da calagem, foi elevado a saturação de bases para 80% (V₂) e o PRNT - Poder Relativo de Neutralização Total do calcário que foi considerado de 90%.

Para os cálculos de fosfatagem em que os valores foram classificados como baixos, recomenda-se a adubação com 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, para valores médios, recomenda-se 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, para valores adequados, recomenda-se 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e para valores altos recomenda-se 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Raij et al., 1997). Para a recomendação de Fósforo, utilizou-se o Superfosfato triplo, o qual possui 41% de P₂O₅. Ou seja, todos os valores da recomendação foram divididos por 0,41 para que o mapa de recomendação estivesse pronto para este fertilizante. Para os cálculos de recomendação de Potássio em que os valores foram baixos, recomenda-se a adubação com 80 kg ha⁻¹ de K₂O, para valores médios recomenda-se 60 kg ha⁻¹ de K₂O, para os valores adequados recomenda-se 50 kg ha⁻¹ de K₂O e para valores altos recomenda-se 30 kg ha⁻¹ de K₂O (Raij et al., 1997). Para o mapa de recomendação, utilizou-se o Cloreto de Potássio, que possui 58% de K₂O, ou seja, todos os valores de recomendação de K₂O foram divididos por 0,58 para que a recomendação já saísse pronta para utilizar o fertilizante em questão.

Os dados foram inicialmente analisados pela estatística descritiva. Para a interpretação do coeficiente de variação (CV%), seguiu-se Warrick e Nielsen (1980) classificando como: baixo se menor

que 15%, médio entre 15 e 50% e alto acima de 50%. Para verificação do ajuste da distribuição normal, utilizou-se o teste de Ryan-Joiner a 5% de probabilidade.

Todos os mapas foram dimensionados para resolução espacial de 10 m e processados utilizando o interpolador IDW, inverso do quadrado da distância na potência dois, o modelo supõe que quanto mais próximo estiver um ponto do outro, maior deverá ser a correlação entre seus valores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do pH CaCl₂ (Figura 2a), encontram-se entre 5,32 e 6,12 (Tabela 1) o que segundo Raij et al. (1997), indica que alguns locais do talhão, a acidez é considerada baixa e muito baixa, respectivamente. Ao analisar o mapa, percebe-se que existem poucas áreas com valores menores, o que é facilmente explicado analisando o baixo coeficiente de variação. Analisando os valores médios dos atributos químicos do solo, observa-se que o pH em CaCl₂ representa acidez baixa.

Tabela 1. Estatística descritiva dos atributos químicos do solo. Fonte: os autores.

Atributos	Unidade	Média	DP	V	CV	Mn	Md	Mx	AMP	ASS	K	P
pH CaCl ₂		5,77	0,18	0,03	3,07	5,32	5,76	6,12	0,80	-0,20	-0,38	>0,10 ^{ns}
MO	g dm ⁻³	36,00	5,53	30,59	15,36	24,05	35,53	46,46	22,41	-0,11	-0,61	>0,10 ^{ns}
P	mg dm ⁻³	12,30	4,52	20,42	36,74	5,28	12,08	23,87	18,59	0,54	-0,44	0,030*
K ⁺	cmolc dm ⁻³	0,18	0,08	0,01	46,32	0,08	0,16	0,48	0,40	1,79	3,67	<0,01*
Ca+Mg	cmolc dm ⁻³	6,26	0,98	0,95	15,59	4,30	6,00	9,50	5,20	0,88	1,31	<0,01*
Ca ²⁺	cmolc dm ⁻³	5,09	0,90	0,81	17,71	3,10	5,00	7,30	4,20	0,42	-0,11	0,034*
Mg	cmolc dm ⁻³	1,17	0,20	0,04	17,21	1,00	1,10	2,20	1,20	4,28	19,28	<0,01*
H+Al	cmolc dm ⁻³	2,08	0,50	0,25	23,89	0,80	2,10	3,50	2,70	0,06	-0,02	>0,10 ^{ns}
SB	cmolc dm ⁻³	6,43	1,00	1,00	15,55	4,38	6,22	9,71	5,33	0,83	1,25	<0,01*
T	cmolc dm ⁻³	8,51	1,21	1,46	14,21	5,68	8,46	12,21	6,53	0,28	0,77	>0,10 ^{ns}
CTC	cmolc dm ⁻³	6,43	1,00	1,00	15,55	4,38	6,22	9,71	5,33	0,83	1,25	<0,01*
V	%	75,55	4,70	22,10	6,22	63,19	75,04	85,91	22,72	-0,12	-0,47	>0,10 ^{ns}

DP: desvio padrão; V: variância; CV(%): coeficiente de variação; Mn: mínimo; Md: mediana; Mx: máximo; AMP: amplitude; As: Assimetria; K: curtose; P: probabilidade com o teste de Ryan-Joiner (Similar a Shapiro-Wilk), onde (*) significativo em níveis de $p < 0,05$ e (ns) distribuição não significativo. Quando significativo indica que a hipótese para distribuição normal é rejeitada. fósforo (P), potássio (K⁺), matéria orgânica (MO), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), acidez potencial (H+Al+3), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica total (T), capacidade de troca catiônica efetiva (CTC), saturação por bases (V).

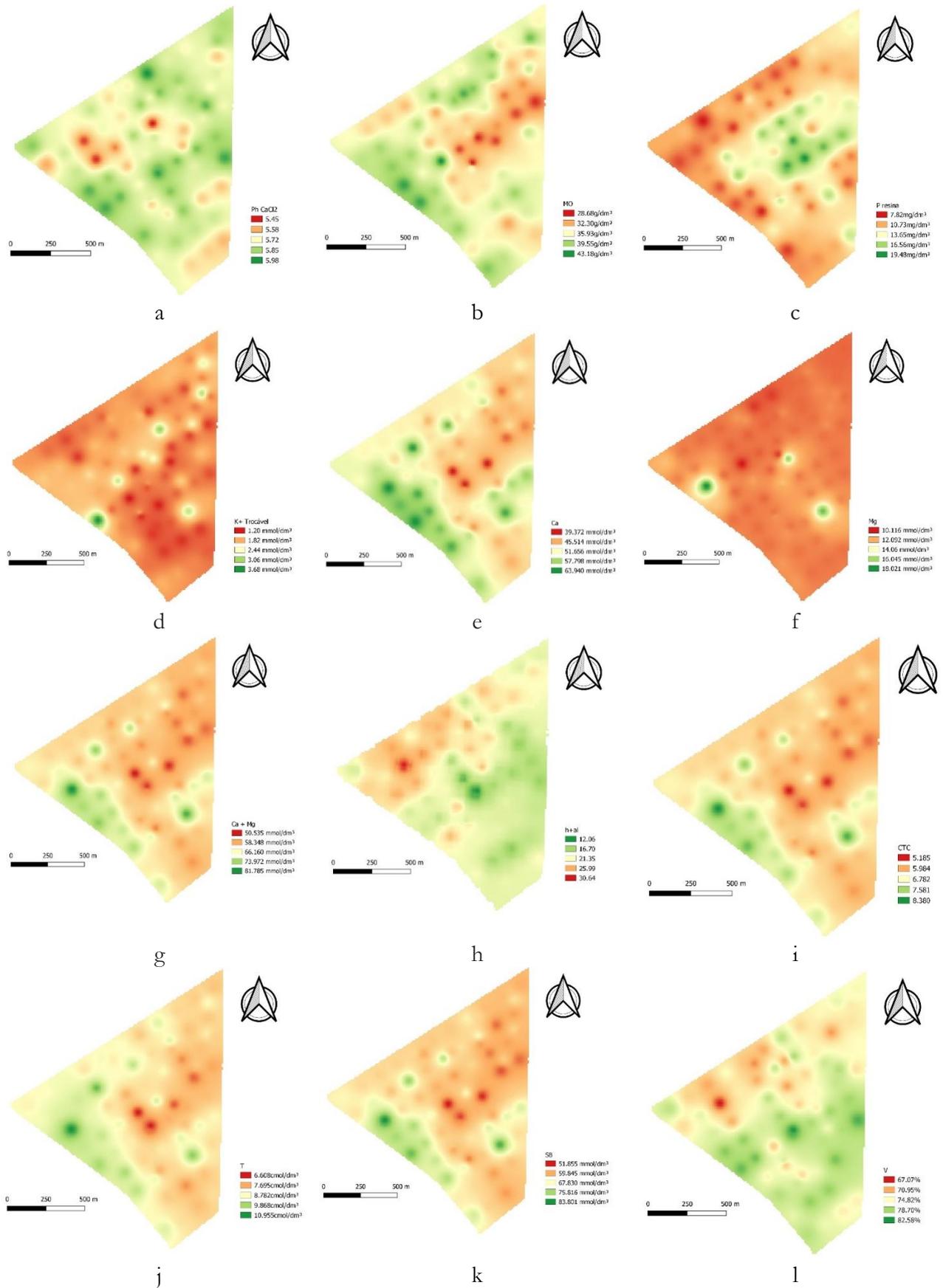


Figura 2. Mapas dos atributos químicos do solo avaliados: pH CaCl₂ (a), matéria orgânica (b), fósforo (c), potássio(d), cálcio(e), magnésio(f), cálcio + magnésio(g), H+Al (h), CTC(i), T(j), SB(k) e V%(l) Fonte: os autores.

Segundo Rajj et al. (1997), o teor de matéria orgânica é útil para dar ideia da textura do solo, com valores de até 15 g dm⁻³ para solos arenosos, de 16 a 30 g dm⁻³ para solos de textura média e de 31 a 60 g dm⁻³ para solos argilosos.

Analisando a espacialização da matéria orgânica (Figura 2b), observa-se ampla faixa com valores baixos, podendo possivelmente ser uma área com menor porcentagem de argila, visto que o solo do talhão é considerado misto, o que explica seu CV classificado como médio, e nas áreas de amarelo a verde, pode se considerar que o solo é de textura argilosa.

Analisando a espacialização da distribuição de Fósforo (P) (Figura 2c), percebe-se que a maior parte da área apresenta teores baixos, com exceção da região central da área, que se encontra em nível médio. O médio coeficiente de variação (cv) pode ser explicado devido à alta variabilidade espacial deste elemento, pois este fertilizante é aplicado parcialmente em lance e outra parte no sulco de semeadura, e pelo fator textural, visto que a área não possui solo homogêneo como pode-se analisar pela disponibilidade de matéria orgânica (Figura 2b), o fósforo é altamente adsorvido pelos componentes mineralógicos da fração argilosa (Bahia Filho et al., 1983), ficando mais disponível na área com menor teor de argila.

Analisando o valor médio do potássio (K⁺) (Tabela 1), está classificado como médio, mas seus valores variam de 0,8 a 4,8 cmolc dm⁻³, classificados como baixo e alto, respectivamente. Essa diferença pode ser explicada ao avaliar o coeficiente de variação (Tabela 1), classificado como médio. Muitos autores explicam este fato pois parte do fertilizante é aplicado a lanço e outra parte é aplicado no sulco de semeadura. Outra explicação plausível é a distribuição textural do solo, visto que solos com baixa CTC e matéria orgânica, favorecem a lixiviação deste elemento. Ou seja, presume-se que nas partes com maior deficiência deste elemento, o solo possua menor quantidade de argila. A adubação potássica é convertida inicialmente em formas não trocáveis, ou seja, são mais suscetíveis a lixiviação. Solos com baixa CTC não conseguem deixar grandes quantidades de K⁺ disponíveis, dificultando a reposição de K⁺ não trocável, pois pode ser lixiviado (Werle et al., 2008). Os cátions trocáveis são retidos no solo por meio da força de atração, ou seja, a intensidade da força bem como seu raio iônico, onde cátions menores são mais fortemente retidos. Cada cátion possui uma força diferente, e a sequência liotrópica para os principais cátions do solo seguem a seguinte ordem: Al³⁺>>Ca²⁺>Mg²⁺>>K⁺>Na⁺ (Rajj, 2017). Na maior parte do mapa (Figura 2d), os valores encontram-se baixos e médios, demandando diferentes níveis de cloreto.

Analisando a espacialização de Cálcio (Figura 2e) e magnésio (Figura 2f), pode-se verificar a variabilidade espacial quanto a disposição de cálcio, não ocorrendo tanto em relação ao magnésio. Observa-se que os valores estão muito altos, mesmo as menores quantidades representadas por vermelho no mapa, são consideradas altas, onde o teor médio de cálcio na área é provavelmente resultado de

excesso de calcário utilizado pelo produtor ao longo dos anos anteriores. Todavia, observa-se que a relação Ca/Mg mantém-se entre a recomendação clássica de 3:1.

Analisando ambos os mapas (Figura 2g e 2h), é possível identificar que as somas de Cálcio com Magnésio estão relacionadas com a diminuição de H^+ na área, efeito desejado da calagem. Todavia, a grande distribuição de cálcio e magnésio na área, pode ser efeito de usos anteriores de calcários de baixa reatividade, fato este que disponibiliza muito Ca e Mg na área, mas não havia neutralizado o H^+ .

A CTC representa a capacidade de troca catiônica, ou seja, representa a capacidade do solo em reter cátions, ou seja, elementos de carga positiva que estão retidos nos coloides no solo. Quanto maior a CTC do solo, maior será a quantidade de cátions que o solo poderá reter. Dentre esse fator, analisou-se dois principais tipos de CTC, que foram a CTC efetiva (Figura 2i) e a CTC a pH 7 (T) (Figura 2j). A CTC a efetiva é calculada a partir da soma de bases dos cátions básicos e alumínio, os quais mantem o solo próximo ao valor do pH natural. A CTC a pH 7 (T) é calculada a partir dos cátions básicos e também os cátions ácidos, levando em conta a quantidade de Hidrogênio disponível. Em resumo, pode-se dizer que a diferença de ambos os mapas são basicamente a quantidade de Hidrogênio, visto que a quantidade de Alumínio na área é 0.

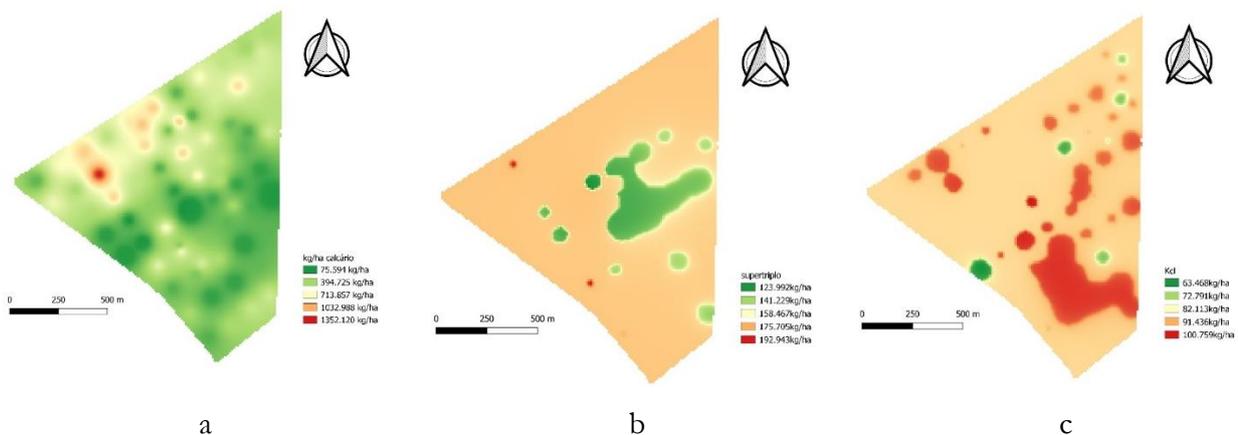


Figura 3. Mapas de recomendação de calcário, de fósforo - Supertríplo (b) e potássio- KCl(c). Fonte: os autores.

Para saturação por bases (V), observa-se na Tabela 1 e Figura 2i o valor médio de 75,55%, classificado como alto, entretanto os valores variam de 63,19% até 85,91%, valores classificados como médio e alto, respectivamente. Como era desejado elevar a saturação por bases para 80%, e o mínimo recomendado de magnésio é de 5 mmolc dm^{-3} , observa-se que o menor valor na análise de solo é de 10 mmolc dm^{-3} , ou seja, não é necessário a reposição de magnésio no solo. Este fato levou a escolha do calcário calcítico, com PRNT de 90. Ao analisar o mapa de $H^+ + Al$ (Figura 2h) e comparar com o mapa de V% (Figura 2l), é possível notar que se assemelham em suas cores, e o mapa de recomendação de calcário traz como resposta a correção com as quantidades necessárias de corretivos.

Para a recomendação de calcário (Figura 3a), é importante analisar os mapas de Ca + Mg (Figura 2g) e H+AL (Figura 2h) e V% (Figura 2l). Pois se assemelham por estarem diretamente ligados entre si e com a correção do solo, pois altas quantidades de H+ Al influenciam em baixa saturação por bases, e altos níveis de Ca + Mg influenciam em altas somas de bases. Baseado na Figura 3a o mapa de recomendação de calcário sugere que a maioria da área deve receber baixa quantidade de calcário com exceção do terço superior que apresenta algumas manchas que necessita de doses mais elevadas.

Para o mapa de recomendação de Supertriplo (Figura 3b), observa-se que no centro da área será aplicado menores quantidades, e os entornos receberão as maiores dosagens. Analisando o mapa de recomendação de cloreto de potássio (Figura 3c), percebe-se que a maior parte da área receberá altas dosagens de fertilizantes, salvo algumas manchas que demandam de dosagens quase 50% inferiores.

Analisando as quantidades gastas a taxa fixa e taxa variável dos produtos para correção, verifica-se que para a aplicação a taxa fixa de calcário, iria-se utilizar 42,38 Mg, enquanto na aplicação a taxa variável, iria utilizar 56,89 Mg. Para a aplicação de fertilizantes potássicos, utilizaria 22,44 Mg na taxa fixa, enquanto que a aplicação a taxa variável, será utilizado 11,89 Mg de cloreto de potássio. Para aplicação de fertilizantes fosfatados, utilizaria 22,44 Mg na taxa fixa, enquanto na aplicação a taxa variável será utilizada 22,27 Mg de superfosfato triplo.

Erroneamente, imagina-se que a aplicação a taxa variável utiliza menos fertilizante. Sua real função é a de aplicar a quantidade certa nos locais certos, enquanto que a aplicação a taxa fixa trabalha com médias, ou seja, a aplicação será insuficiente nas áreas que necessitam, e excessivamente nas áreas saturadas.

CONCLUSÕES

De maneira geral, observa-se para todos os atributos avaliados a ocorrência de variabilidade espacial ao longo da área.

Como resultado de anos de cultivo e correções na área ocorre baixa necessidade de calagem, pois os mapas correlacionados aos atributos químicos de V% estão próximo ao recomendado.

Para o fósforo observa-se que a região central do talhão receberá as menores doses, e em volta dela, serão as maiores dosagens. Enquanto que para o potássio, percebe-se que há uma ampla variabilidade na aplicação, pois os valores do mapa de potássio em sua maioria apresentam valores baixos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dalchiavon FC et al. (2012). Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico sob Sistema Plantio Direto. *Revista Ciência Agronômica*, 43(3):453-461.
- Kerber L (2016). O impacto da variação entre as doses de calcário na distribuição a lanço. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria. 29p.

- Koppen WP (1948). *Climatologia, com un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica. 478p.
- Mermut AR, Eswaran H (2001). Some Major Developments in Soil Science Since the Mid-1960s. *Geoderma*, 100(3-4):403-426.
- Milani L et al. (2006). Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. *Acta Scientiarum Agronomy*, 28(4):591-598.
- Raij BV et al. (1997). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2.ed.* Campinas, Instituto Agrônomo/Fundação IAC. 285p. Boletim 100.
- Santos HG et al. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5 ed. Brasília: Embrapa. 356 p.
- Santos EOJ et al. (2012) Variabilidade espacial de cálcio, magnésio, fósforo, potássio no solo e produtividade da pimenta-do-reino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(10):1062-1068.
- Silva PCM, Chaves LHG (2006). Avaliação da variabilidade espacial de atributos químicos de um solo do perímetro irrigado de Petrolina, PE. *Agropecuária Técnica*, 27(?):5-12.
- Soares Filho R, Cunha JPAR (2015). Agricultura de precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de Goiás – Brasil. *Engenharia Agrícola*, 35(4):689-698.
- Warrick AW, Nielsen DR (1980). Spatial variability of soil physical properties in the field. In: *Environmental soil physics*. New York: Academic. p. 665-675.
- Werle R et al. (2008). Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(6):2297-2305.

Índice Remissivo

- A**
- água tratada magneticamente, 152, 153, 156, 157, 158, 161, 165, 166, 167, 170, 173, 174
 alface, 169, 170, 172, 173, 174
 amarelecimento, 140
 Angico-amarelo, 145
 arborização urbana, 139
 aroeira, 144
- B**
- baru, 145
 Bignoniaceae, 139
- C**
- cálcio, 139
 cedro doce, 141
 cerejeira, 142
 clorose, 140
 Controle de patógenos, 19
 controle químico, 54
 copaíba, 140
Croton heliotropifolius, 7, 8, 13, 14
 cupuaçuzeiro, 142
- D**
- deficiência de nitrogênio, 140
 desenvolvimento, 161, 165, 166
- E**
- enxofre, 139
 Exigências nutricionais, 144
- F**
- Fertilidade do solo, 108
 fitoterápicas, 145
 Fósforo, 139
- H**
- heatmap, 130, 132, 133, 134, 135
 hortaliças, 160
- I**
- ipê-amarelo, 139
- ipê-roxo, 141
 irrigação, 152, 153, 155, 157, 160, 161, 162, 163, 164, 166
- J**
- jequitibá-branco, 146
- L**
- Lactuca sativa*, 160, 169, 172
 lodo de esgoto, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135
- M**
- macronutrientes, 139
 magnésio, 139
 Mapas de recomendação, 125
 massa seca, 141
 mogno - brasileiro, 146
 Mulungu, 147
- N**
- nitrogênio, 139
 nutriente faltante, 143
- O**
- omissão, 139
 ornamental, 139
- P**
- parasitoide, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61
 paricá, 147
 pequi, 143
 pinhão-manso, 143
 pinheiro do paraná, 139
 potássio, 139
 produção, 170, 174
 produtividade, 152, 158
 propriedade medicinal, 140
- R**
- rábano, 156, 158
 raquitismo, 140
 reflorestamento, 139

S

seletividade, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 61, 63

V

Variabilidade espacial, 116

T

Trichogramma, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 69 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 48 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br