

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

LUCAS JACOMINI PIASSA

IDENTIFICAÇÃO ESPACIAL, CONTROLE DE *Digitaria insularis* EM TAXA
VARIADA E SUA RELAÇÃO COM ATRIBUTOS DO SOLO

UBERLÂNDIA – MG

2022

LUCAS JACOMINI PIASSA

IDENTIFICAÇÃO ESPACIAL, CONTROLE DE *Digitaria insularis* EM TAXA
VARIADA E SUA RELAÇÃO COM ATRIBUTOS DO SOLO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
como parte dos requisitos para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Sandro Manuel
Carmelino Hurtado.

UBERLÂNDIA – MG

2022

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	MATERIAL E MÉTODOS	2
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	4
4	CONCLUSÕES.....	8
	REFERÊNCIAS	9

RESUMO

PIASSA, Lucas Jacomini. IDENTIFICAÇÃO ESPACIAL, CONTROLE DE *Digitaria insularis* EM TAXA VARIADA E SUA RELAÇÃO COM ATRIBUTOS DO SOLO. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2022.

O potencial produtivo das culturas é afetado pela competição por plantas infestantes e o seu controle cria dependência no uso de herbicidas, com consequente impacto ao solo. Sabendo que as plantas infestantes se encontram espacialmente em reboleiras, pode-se correlacionar esta distribuição à disponibilidade de nutriente no solo. O presente trabalho teve como objetivo o uso de Vants para identificação de touceiras de Capim Amargoso, a sua correlação com a distribuição espacial de atributos do solo e a validação do controle químico a partir de mapas de infestação. O experimento foi desenvolvido na fazenda Santa Cruz, no município de Araguari, Minas Gerais, no período de 01 a 23 de dezembro de 2020. Foi utilizada a ferramenta digital Xarvio® (BASF). Com a ferramenta foi possível identificar, a partir do uso de VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), a localização das touceiras de capim amargoso no talhão. Foram gerados mapas para aplicação de herbicidas e realizada conferência *in loco*. Os dados de atributos do solo foram avaliados pela geoestatística, com ajuste de variograma, interpolação por krigagem e obtenção de mapas de distribuição espacial. Conclui-se que o uso da ferramenta Xarvio auxiliou no controle da *Digitaria insularis*, também que há presença de variabilidade espacial para o capim amargoso e os atributos do solo, sendo o comportamento espacial da planta infestante explicado com base na variabilidade espacial do nutriente fósforo.

Palavras-chave: Agricultura de precisão, Fertilidade do solo, Variabilidade espacial

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merr.) desempenha papel fundamental na produtividade de grãos do Brasil devido à maior rentabilidade, em relação a outras culturas. O grão é importante na fabricação de ração animal e na alimentação humana. É também uma das culturas que mais cresceu no Brasil nas últimas três décadas, chegando a 49% da área de grãos plantada no país (BRASIL, 2014). O crescente aumento está atrelado a evolução e desenvolvimento de novas tecnologias (TANCREDI et al., 2020), passando a influenciar o desenvolvimento de pesquisas, tecnologias e o próprio agronegócio (HANYU et al., 2020). Em 2021, o Brasil se consolidou como maior produtor mundial do grão com uma produção de 135,8 milhões de toneladas, área cultivada próxima de 37 milhões de hectares e produtividade de 3.379 kg ha⁻¹ (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2021).

A soja é sensível à infestação de plantas infestantes, podendo a matocompetição comprometer o desenvolvimento da cultura (SILVA et al., 2011). O controle químico das infestantes, método mais empregado no cultivo da soja transgênica resistente a molécula de Glyphosate, pode causar até 40% de perdas na produtividade e elevar em até 40% os custos com produtos fitossanitários (PEREIRA et al., 2018). A aplicação de químicos traz outros inconvenientes como os relacionados à tecnologia de aplicação, em relação à deriva (GANDOLFO et al., 2013), e a redução do crescimento vegetativo por aplicação de herbicidas em pós-emergência (PEREIRA et al., 2016).

Apesar das vantagens comparativas do controle químico é necessário a adoção de estratégias de controle de forma integrada. Uma alternativa é o uso de veículos aéreos não tripulados – VANTs, para identificação, mapeamento e aplicação de herbicidas em taxa variável. O uso de mapas de aplicação permite reduzir o volume utilizado, podendo gerar economias de até 70% no custo total (REGHINI; CAVICHIOLI, 2020). O uso dessas novas ferramentas aumenta, assim, a produtividade e competitividade das lavouras.

Os mapas de aplicação são elaborados a partir de técnicas de detecção manual, com grades de aplicação ou por técnicas de detecção automatizada, com uso de mapas de aplicação a partir do imageamento por VANTs (LUTMAN & PERRY, 1999). Posteriormente, as imagens são tratadas e os grids sobrepostos as manchas, para serem finalmente serem realizadas as aplicações com base em mapas de aplicação ou com detecção em tempo real (STAFFOED & MILLER, 1996). No talhão as plantas infestantes podem apresentar padrão de distribuição espacial em reboleiras, podendo ser ainda

correlacionadas à disponibilidade dos nutrientes no solo (ÁVILA et al., 2019; SHIRATSUCHI et al., 2005).

O uso da ferramenta Xarvio, da empresa Basf, permite a partir do imageamento com VANTs, a geração de mapas de aplicação de plantas infestantes, o que torna o controle mais eficaz. Com um algoritmo desenvolvido e aprimorado pela empresa a partir das imagens obtidas, geram-se mapas que, posteriormente, são importados para o pulverizador. A tecnologia possibilita reduzir os custos que o produtor pode ter com as suas aplicações.

O presente trabalho teve como objetivo o uso de Vants para identificação de touceiras de Capim Amargoso, a sua correlação com a distribuição espacial de atributos do solo e a validação do controle químico a partir de mapas de infestação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na fazenda Santa Cruz, no município de Araguari, Minas Gerais, no período de 01 a 23 de dezembro de 2020. O talhão experimental, apresenta solo classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006), relevo suave ondulado e clima tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen. A área tem uma altitude média de 930 m, e destina-se ao cultivo da soja em sucessão ao milho ou sorgo em sistema plantio direto, desde 2012.

A identificação de touceiras de Capim Amargoso foi realizada com o uso de Vants e da plataforma Xarvio® da empresa Basf. A plataforma disponibiliza mapas de biomassa, potencial produtivo (Powerzone), elevação e inclinação do talhão, gerados a partir de imagens do satélite Sentinel 2 (Figura 1).

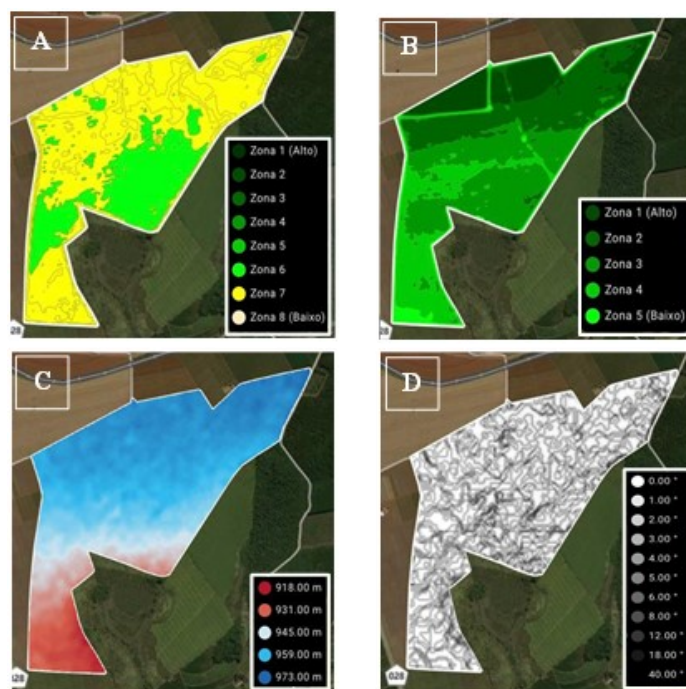


Figura 1. Mapas de biomassa (A), potencial produtivo (B), elevação (C) e inclinação (D). Araguari, 2020.

O imageamento foi realizado no dia 01/12/2020, com uso da câmera S.O.D.A®, embarcada no VANT eBee Classic®, marca SenseFly. As imagens foram obtidas em número de 10 fotos por ha, com sobreposição de imagens de 70 por 70% e altitude de 120 metros. Na data a lavoura encontrava-se semeada com a cultura da soja em estágio V₄. O mosaico final foi realizado pela plataforma da Basf®, com base em algoritmos que possibilitaram a obtenção de mapas de pressão da infestação e de recomendação da aplicação. Para o controle químico da infestante o mapa de recomendação (extensões DBF, .SHP e .SHX) foi carregado no monitor TOPPER 5500, instalado no pulverizador Imperador 3000® da Stara (Figura 2). O controle, do tipo liga/desliga (ON/OFF) foi realizado no dia 11/12/2020, com o herbicida a base de Haloxifope-P-metílico (Verdict Max), na dose de 0,25 l/ha e vazão de 75 l/ha.



Figura 2. Detalhe do monitor utilizado e do mapa gerado no momento da aplicação. Araguari, 2020.

A validação do controle químico foi mediante reconhecimento de 20 pontos de controle, considerando um máximo de 5% de escape. A campo, foi realizada a conferência da mesma, com auxílio do mapa de aplicação criado em ambiente Qgis e com uso do aplicativo Avenza Maps®.

Na área foi realizada amostragem de solo georreferenciada, com coleta de 86 pontos, em grade de 1 ponto por hectare. Foram obtidas informações dos atributos textura, matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), capacidade de troca de cátions (CTC) e soma de bases (SB). Após análise de laboratório foi realizada análise de dependência espacial com auxílio da geoestatística. A obtenção de modelos de semivariogramas, interpolação por krigagem e geração dos mapas dos atributos foi realizada com auxílio do Smart Map Plugin (SMP), em ambiente Qgis (QGIS GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM, 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise descritiva dos atributos do solo (Tabela 1), pode-se observar um comportamento normal dos dados, com valores de média e mediana próximos entre si. Altos valores de CV% (> 30%) (GOMES, 2000) foram observados para os atributos fósforo e potássio, o que pode indicar a presença de variabilidade espacial na área.

O teor de MOS variou de 2,47 g dm⁻³ a 4,39 g dm⁻³ (Tabela 1). O atributo é considerado como indicador do solo ao ser influenciado pelo manejo (LEMOS FILHO; FERREIRA; LYRA, 2017). O fósforo teve seus teores variando de 26,73 a 109,46 mg

dm^{-3} , sendo classificados entre alto a muito alto, de acordo com o Boletim Técnico 100 (RAIJ et al., 1997). O K apresentou amplitude de valores entre 36 a 188 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, níveis considerados adequados de acordo com o Boletim Técnico 100 (RAIJ et al., 1997). Os menores teores do nutriente K podem estar relacionadas à elevadas perdas por lixiviação.

Tabela 1. Análise estatística descritiva dos atributos químicos e físicos do solo, Uberlândia-MG, 2021.

Atributos	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CV (%) ¹
Areia	34,00	68,00	45,51	45,00	13,15
Argila	28,00	62,00	46,82	47,00	13,06
Matéria orgânica (MOS)	2,47	4,39	3,40	3,41	10,74
CTC	3,96	7,51	5,76	5,81	14,17
Fósforo (P)	26,73	109,46	62,96	62,55	31,64
Potássio (K)	36,00	188,00	74,61	68,00	37,19
Soma de Bases (SB)	3,96	7,51	5,76	5,81	14,17

¹CV (%): coeficiente de variação, em %.

O monitoramento via Vant permitiu visualizar a maior pressão da planta infestante na parte inferior do talhão, significando o seu controle uma economia de 67,6% do produto químico utilizado na área tratada, onde tal porcentagem foi disponibilizada na plataforma on-line do Xarvio(Figura 3).

A

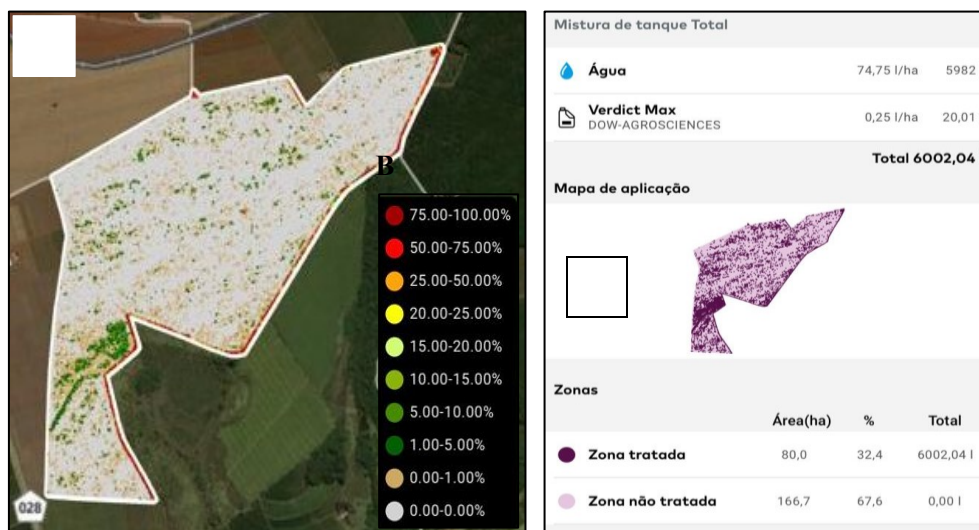


Figura 3. Mapas de pressão da infestação (A) e de recomendação de aplicação química (B). Araguari, 2020.

A partir dos dados de solo foi verificada presença de variabilidade espacial para os atributos argila, MO, CTC, P, K e SB, com ajuste de semivariogramas a modelos linear e gaussiano, e coeficientes de determinação (R^2) superiores a 88% (Tabela 2). Os maiores valores de alcance encontrados para o fósforo e SB estariam indicando uma maior continuidade nos dados desses atributos. O grau de dependência espacial (CAMBARDELLA et al., 1994), permitiu verificar uma forte estrutura nos dados dos atributos CTC, P e K. Valores moderados de GDE (Grau Dependência Espacial) foram registrados para a argila, MO e SB. O ajuste dos modelos é de suma importância no processo de interpolação e geração dos mapas, que por sua vez, irão influenciar diretamente na distribuição de insumos e viabilidade econômica da atividade (SANTOS et al., 2020; SOUZA et al., 2014).

Tabela 2. Semivariogramas teóricos, coeficiente de determinação e grau de dependência espacial para os atributos de solo com presença de dependência espacial.

Atributos	Modelo	C_0	C_0+C	a	R^2	GDE
Argila	Linear	16,93	46,73	1220,93	0,88	Moderado
Matéria Orgânica	Linear	0,08	0,16	1498,61	0,94	Moderado
CTC	Linear	0,06	0,91	1443,55	0,95	Forte
Fósforo	Gaussiano	102,27	498,55	1751,27	0,97	Forte
Potássio	Linear	573,45	931,06	891,31	0,88	Forte
Soma de Bases	Gaussiano	0,34	0,96	1818,95	0,95	Moderado

C_0 : efeito pepita; C_0+C : patamar; a: alcance prático; R^2 : coeficiente de determinação; GDE: grau de dependência espacial; CTC: Capacidade de troca catiônica.

Os mapas obtidos por krigagem permitiram verificar a presença de maiores teores dos atributos na parte central e superior do talhão, enquanto, os menores teores foram registrados na parte inferior (Figura 4). Quando visualizados os mapas de solo, em conjunto ao mapa de pressão da planta infestante, pode-se observar uma relação direta entre a maior presença do capim amargoso e os menores teores dos atributos do solo (Figuras 4A-F).

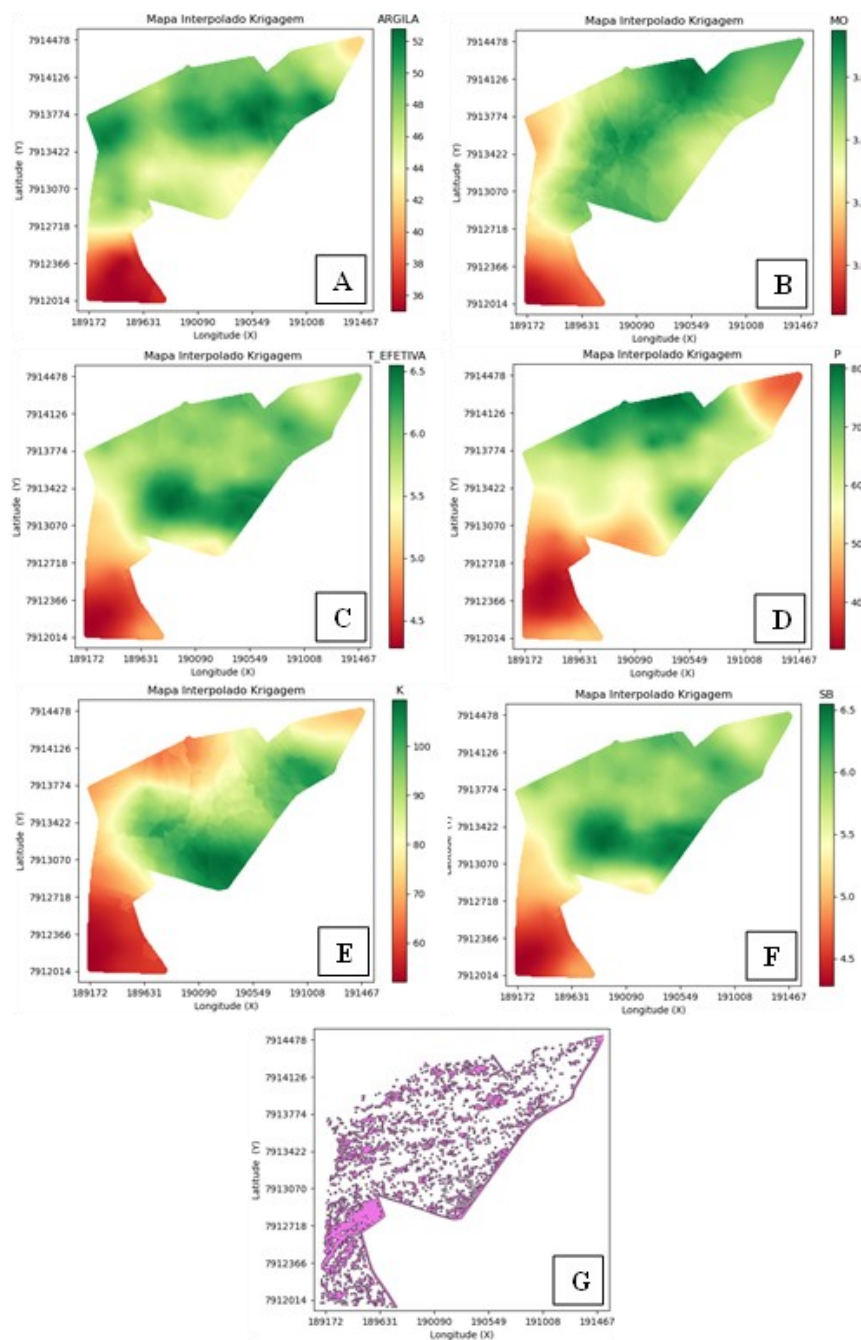


Figura 4. Mapa interpolados de argila (A), matéria orgânica do solo (B), capacidade de troca catiônica, (C), fósforo (D), potássio (E), soma de bases (F) e distribuição de plantas infestantes (G).

De acordo com Avila et al. (2019), áreas arenosas são mais propensas à lixiviação, e conseqüentemente, à menor disponibilidade de herbicidas para o controle em pré emergência de plantas infestantes. Áreas arenosas apresentam menores teores de argila, e este último se relaciona positivamente com os teores de MOS (Figuras 1A e 1B). Nesse sentido é possível observar que, os locais com menores teores de matéria orgânica do solo

(parte inferior do talhão), foram também os que tiveram maior presença do capim amargoso (Figuras 1B e 1G).

Na parte inferior do talhão houve também uma menor concentração do teor de P (Figura 1D). A disponibilidade de P no solo é afetada pela concentração de MOS, em razão a ocupação dos sítios de troca catiônica por ácidos orgânicos. Reduz-se dessa maneira a fixação do nutriente no solo, aumentando a sua disponibilidade para as plantas (MELO; MENDONÇA, 2019). Comportamento espacial similar ao observado para o fósforo foi encontrado para o potássio (Figuras 1D e E).

De uma forma visual pode-se relatar que há uma correlação espacial com referência a algumas texturas de solo e maior incidência de *Digitaria insularis*.

Os resultados obtidos contribuem neste trabalho para o manejo químico de capim amargoso, quando utilizadas técnicas de agricultura de precisão, visando a redução de custos e o aumento na sustentabilidade do sistema.

4 CONCLUSÕES

O uso da ferramenta Xarvio auxiliou no controle da *Digitaria insularis*.

Há presença de variabilidade espacial para a planta infestante capim amargoso e os atributos do solo.

O comportamento espacial da planta infestante capim amargoso pode ser explicado com base na variabilidade espacial do nutriente fósforo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Ricardo Guimarães et al. Análise espacial do índice de área foliar de pastagens utilizando Crop Circle e imagem WorldView-2. **Embrapa Monitoramento por Satélite. Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014.
- ANTUNIASSI U. R.; BAILO, F. H. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. Manual de manejo e controle de plantas daninhas, 2010.
- AVILA, I. A. M. et al. Soil attributes and weed seedbank spatial correlation. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 6, p. 1871-1877, 2019.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2013/2014 a 2023/2024**. Brasília: MAPA/ACS, 2014. 100 p.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.
- CHRISTENSEN, S.; HEISEL, T.; BENLLOCH, J.V. Patch spraying and rational weed mapping in cereals. In: THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., Minneapolis, 1999. **Proceedings**. Wisconsin: ASA, CSSA, SSSA, 1999a.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Custos de Produção Agrícola: A metodologia da Conab**. Brasília: 2010. 60p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/0086a569bafb14cebf87bd111936e111..pdf>>.
- CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v.7 – safra 2020/21 – n.12 – décimo segundo levantamento, setembro 2021. Brasília: Conab, 2021.
- CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M S.; GIONGO, V. Matéria orgânica do solo. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2015.
- FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p.1- 12, 2011.
- GANDOLFO, M. A.; CHECHETTO, R. G.; CARVALHO, F. K.; GANDOLFO, U. D.; MORAES, E. D. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 44, n. 3, p. 474-480, Jul./Set. 2013.
- GAZZIERO, L. P. D.; VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manejo e controle de plantas daninhas em soja. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual e controle de plantas daninhas**. 1 ed. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2004. p. 595-635.

HANYU, J.; COSTA, S.; CECON, P.; MATSUO, É. Genetic parameters estimate and characters analysis in phenotypic phase of soybean during two evaluation periods. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 6, p. 1-12, 2020.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2010, 47P.

KAZMI, Wajahat et al. Adaptive surveying and early treatment of crops with a team of autonomous vehicles. In: **European Conference on Mobile Robots**. 2011. p. 253-2

LEMOS FILHO, L. C. A.; FERREIRA, L. L. N.; LYRA, D. L. Variabilidade espacial de atributos do solo indicadores de degradação ambiental em microbacia hidrográfica. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 11, n. 1, p. 11-20, 2017.

LIMA, S. F.; TIMOSSI, P. C.; ALMEIDA, D. P.; SILVA, U. R. Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de cobertura. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.2, p.37-47, 2014.

LUTMAN, P. J. W.; PERRY, N. H. Methods of weed patch detection in cereal crops. In: THE 1999 BRIGHTON CONFERENCE – WEEDS, Brighton, 1999a. **Proceedings**. Brington: BCPC, 1999.

MECHI, Ivan Arcanjo. **Atributos químicos do solo, produtividade da soja e infestação de plantas daninhas em função de anos de milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis***. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2017.

MELO, F. M.; MENDONÇA, L. P. C. Avaliação da disponibilidade de fósforo em solo argiloso com diferentes teores de matéria orgânica. **Humanidades e Tecnologia (FINOM)**, v. 18, n. 1, p. 52-67, 2019.

PEÑA, José Manuel et al. Weed mapping in early-season maize fields using object-based analysis of unmanned aerial vehicle (UAV) images. **PloS one**, v. 8, n. 10, p. e77151, 2013.

PEREIRA, C. S.; BEVILACQUA, U. C.; SOUZA S. T.; MATTE, W. D.; CHAPLA, M. V. Phytotoxicity in transgenic soybean treated with glyphosate doses. **Scientific Electronic Archives**, v. 3, p. 52–61, 2016.

PEREIRA, C. S.; LIMA, C.; MEDEIROS, A. L.; ARANTES, S. A. C. M.; ASSIS, R. P.; FIORINI, I. V. A.; CARVALHO, G. News Techniques for the Application of Herbicides on Soybean Crops. **Planta Daninha**, v. 36, n. 0, p. 1–7, 2018.

PEREIRA, C. S.; LIMA, C.; MEDEIROS, A. L.; ASSIS, R. P.; FIORINI, I. V. A.; CARVALHO, G. News Techniques for the Application of Herbicides on Soybean Crops. **Planta Daninha**, v. 36, p. 1–7, 2018.

QGIS Geographic Information System. **Open Source Geospatial Foundation Project**. <http://qgis.osgeo.org>, 2021.

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C. **Análise Química do Solo para fins de Fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987.

RIEKE, Matthes et al. High-precision positioning and real-time data processing of UAV systems. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 38, p. 119-124, 2011.

SAARI, Heikki et al. Miniaturized hyperspectral imager calibration and UAV flight campaigns. In: **Proc. SPIE**. 2013. p. 888910.

SANTOS, M. L.; COMPAGNON, A. M.; NETO, A. M. P.; ARRIEL, F. H.; CINTRA, P. H. M. Variabilidade espacial das propriedades físicas do solo em primeiro ano de colheita de cana-de-açúcar. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 27667-27682, 2020.

SCHNEIDER, J. L.; OLIVEIRA, G. M.; BALAN, R. E.; CANTERI, M. G.; ABI SAAB, O. J. G. Cobertura de gotas de pulverização obtida com diferentes pontas e taxas de aplicação na parte aérea da cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 5, 2013.

SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E. A.; GALON, L.; COELHO, A. T. C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A. Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p.75-84, 2009(a).

SILVA, F. M. L.; CAVALIERI, S. D.; SÃO JOSÉ, A. R.; ULLOA, S. M.; VELINI, E. D. Atividade residual de 2,4-D sobre a emergência de soja em solos com texturas distintas. **Revista Brasileira de Herbicidas, Londrina**, v. 10, n. 1, p. 29-36, 2011.

SILVA, J.; CUNHA, J. L. X. L.; OLIVEIRA, F. S.; SILVA, R. G. S.; GOMES, C. B.; CARVALHO, A. P. V.; SILVA JUNIOR, A. B.; SILVA, C. A. Composição do banco de sementes em diferentes profundidades de uma área cultivada com capim Aruana. **Revista Agrarian**, Dourados, v.11, n.40, p.140-149, 2018.

SILVA, M. R. M.; COSTA, E. A.; MARQUES, L. J. P.; CORRÊA, M. J. P. Banco de sementes de plantas daninhas em áreas de cultivo de arroz de sequeiro na Pré-Amazônia Maranhense. **Revista de Ciências Agrárias Amazônia**, Belém, v.57, n.4, p.351-357, 2014.

SOUZA, Z. M. D.; SOUZA, G. S. D.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Número de amostras na análise geoestatística e na krigagem de mapas de atributos do solo. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 261-268, 2014.

STAFFORD, J. V.; MILLER, P. C. H. Spatially variable treatment of weed patches. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 3., Minneapolis, 1996. **Proceedings**. Wisconsin: ASA, CSSA, SSSA, 1996.

TANCREDI, F. D.; SILVA, F. C. S.; MATSUO, E.; SEDIYAMA, T. Origem, distribuição geográfica e importância econômica. In MATSUO, E.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, T. (Eds.) **Aplicações de técnicas biométricas no melhoramento genético da soja**. (pp.13-24). Londrina-PR: Editora Mecenas, 2020.

REGHINI, F. L.; CAVICHIOLI, F. A. Utilização de geoprocessamento na agricultura de precisão. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 329-339, 2020.