

Mapeamento preliminar de zonas de manejo em sistema de produção milho-soja no Cerrado

Marina de Fátima Vilela^{1*}, Sandro Manuel Carmelino Hurtado^{2*},
Álvaro Vilela de Resende^{3*}, Edemar Joaquim Corazza^{4*},
Robélio Leandro Marchão^{1*}, Charles Martins de Oliveira^{1*},
Alexandre Moura Cintra Goulart^{1*}

¹ Pesquisador Embrapa Cerrados

² Bolsista CNPq, Embrapa Cerrados

³ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo

⁴ Pesquisador Embrapa Informação Tecnológica

*e-mail: marina@cpac.embrapa.br; sandroelbat@gmail.com; alvaro@cnpmc.embrapa.br;
edemar@sct.embrapa.br; robelio.leandro@cpac.embrapa.br; charles@cpac.embrapa.br;
goulart@cpac.embrapa.br

Resumo: A variabilidade espacial constitui a principal justificativa para o emprego da agricultura de precisão, conhecer e gerenciar corretamente essa variabilidade pode representar vantagem competitiva e ambiental. Baseado na existência de variabilidade espacial, este trabalho objetivou a definição e o mapeamento preliminar das zonas de manejo em sistema comercial de produção milho-soja no Cerrado, empregando uma abordagem integrada dos fatores que afetam a produtividade. O trabalho foi realizado em área de produção comercial de grãos localizada em Planaltina-GO. Foram coletados os dados de produtividade do milho (safra 2010/11) e de condutividade elétrica do solo em duas profundidades além de fotografias aéreas não convencionais tomadas no início da floração da cultura. A análise dos dados mostrou baixa correlação entre a produtividade de milho e a condutividade elétrica do solo. A coloração da cultura não apresentou relação direta com a produtividade e a condutividade elétrica do solo, o que pode indicar um erro no procedimento metodológico de aquisição das fotografias aéreas, sobretudo com relação à faixa do espectro eletromagnético empregada e a data de coleta das fotografias. Os dados coletados até o momento não permitiram a definição e o mapeamento de zonas de manejo na área, devendo-se ressaltar que os dados referem-se à primeira safra estudada em um sistema de sucessão milho-soja, sendo necessário, portanto, o acompanhamento e coleta de dados das culturas sucessoras.

Palavras-chave: condutividade elétrica do solo, fotografia aérea, produtividade, variabilidade espacial.

Preliminary mapping of management zones in the system of corn-soybean production in Brazilian Savannah

Abstract: The spatial variability is the main justification for the use of precision agriculture, the knowledge and properly manage this variability may represent a competitive advantage and environmental. This study aimed to define and preliminary mapping of the management zones in commercial corn-soybean production system, located in Brazilian Savannah. The study was conducted in Planaltina, State of Goiás, Brazil. Data on productivity of maize (crop 2010/11) and electrical conductivity of soil at two depths were collected as well as non-conventional aerial photographs taken at the beginning of flowering of culture. Data analysis showed low correlation between corn yield and soil electrical conductivity. The coloration of the culture showed no direct relationship with productivity and soil electrical conductivity, which may indicate a methodological error in the procedure for acquisition of aerial photographs, particularly with respect to the portion



of the electromagnetic spectrum used and the date of collection of photographs. The data collected in the first crop system studied did not allow the definition and mapping of management zones in the area, so the monitoring and data collection succeeding crops are necessary.

Keywords: aerial photography, electrical conductivity of the soil, productivity, spatial variability.

1. Introdução

O principal pressuposto que justifica o emprego da agricultura de precisão (AP) é a existência de variabilidade espacial nas áreas de produção, variabilidade esta definida em termos de produtividade e, ou, de fatores que a condicionam (MULLA; SCHEPERS, 1997; COELHO, 2003). Conhecer e gerenciar corretamente essa variabilidade pode representar vantagem competitiva e ambiental, como aumento da produtividade e racionalização no uso de insumos. Na pesquisa em AP, esforços têm sido direcionados para caracterizar a variabilidade espacial dos fatores de produção (COELHO, 2003; MACHADO; SILVA; BERNARDI, 2004; OLIVEIRA et al., 2005a; MACHADO et al., 2005; RESENDE et al., 2006) visando estabelecer procedimentos amostrais que garantam a representatividade das amostras georreferenciadas. Alguns desses trabalhos têm indicado a necessidade de grades amostrais densas, comumente mais de uma amostra composta por hectare, para que se possa identificar a variabilidade das áreas e caracterizar sua estrutura espacial. Isso significa coleta e avaliação de grande número de amostras, implicando em elevados custos, sobretudo para o Cerrado, onde normalmente o tamanho dos talhões de produção supera aos padrões observados em outras regiões do país e mesmo do exterior.

O manejo por talhões da propriedade (COELHO, 2003) e a identificação de zonas de manejo dentro das áreas de cultivo (MOLIN, 2002; ARAÚJO, 2004; LUCHIARI JUNIOR et al., 2004) vêm sendo propostos como estratégias potencialmente viáveis para a implementação da AP em escala comercial no Brasil. Critérios baseados em características topográficas da área, atributos do solo, mapas de produtividade, mapas de condutividade elétrica, histórico da área, além de critérios conjugados, podem ser utilizados para orientar a delimitação

de zonas de manejo e os locais para as amostragens de interesse.

Com o objetivo de auxiliar a delimitação de zonas de manejo diversos fatores que condicionam e, ou afetam a produtividade foram mapeados, como exemplo citam-se as zonas de infestações por doenças (LAMB; BROWN, 2001), por pragas (OLIVEIRA et al., 2005a,b), por plantas daninhas (VILELA et al., 2005; CHANG et al., 2004; KOGER et al., 2004) e o teor de nitrogênio nas folhas (LUCHIARI JUNIOR et al., 2004).

Baseado nas informações apresentadas, este trabalho tem por objetivo a definição e o mapeamento preliminar das zonas de manejo em sistema comercial de produção milho-soja no Cerrado, empregando uma abordagem integrada dos fatores que afetam a produtividade.

2. Material e métodos

O estudo foi realizado na safra 2010/11 em área de lavoura pertencente à Fazenda Lambary, localizada no município de Planaltina-GO. O trabalho foi conduzido em uma área de 45 ha, a qual compõe parte de um talhão de 310 ha cultivado com a sucessão milho-soja em sistema plantio direto. A área apresenta solo classificado como Latossolo Vermelho e clima tipo Aw com presença de invernos secos e verões chuvosos, segundo a classificação de Köppen. A precipitação média anual é de 1.500 mm com chuvas concentradas de outubro a março. O milho, híbrido simples Pioneer P3862H, foi semeado em 13 de novembro, recebendo uma adubação de semeadura igual a 350 kg.ha⁻¹ do formulado NPK 07-20-15+micros e uma adubação de cobertura de 115 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio (120 kg.ha⁻¹) e uréia (200 kg.ha⁻¹) aplicados na época da terceira e na sexta folha, respectivamente. Foram coletados os dados de produtividade de grãos de milho e de condutividade elétrica do solo (CE),

e obtidas fotografias aéreas não convencionais da área em estudo. A produtividade de grãos foi obtida de forma espacializada, por meio de uma colhedora equipada com o monitor PF Advantage com sensor de umidade e fluxo de grãos e GPS (Teejet e-dif), com precisão igual a 2 m e correção de sinal por algoritmo interno. Os dados de produtividade tiveram a sua umidade corrigida para 13%, sendo posteriormente filtrados (MENEGATTI; MOLIN, 2004). Os dados de CE foram obtidos na primeira semana de novembro por meio do sensor VERIS (VERIS TECHNOLOGIES, 2008), equipamento provido de discos para emissão e medida de leituras de CE nas profundidades de 0-0,3 m e 0-0,9 m. Os mapas de condutividade elétrica e de produtividade foram gerados com auxílio do software ArcView. As fotografias não convencionais foram obtidas no início da floração, empregando câmera digital embarcada em ultraleve a uma altura média de voo de 500 m. As fotografias compuseram um mosaico, que foi geometricamente corrigido empregando 68 pontos de controle terrestres e uma equação polinomial de terceiro grau, resultando um RMSE de 9,78 m. O mosaico devidamente corrigido foi classificado automaticamente em 2 classes conforme a coloração apresentada pela cultura na região visível do espectro eletromagnético. As correlações entre produtividade e condutividade elétrica foram efetuadas por meio da correlação de Pearson, com uso do programa STAT. Para cálculo das correlações considerou-se uma malha de 30 pontos uniformemente distribuídos na área.

Para cada ponto da malha calculou-se a média dos dados de produtividade e condutividade elétrica, considerando-se um raio de 15 m ao redor dos pontos.

Para verificar a relação da coloração da cultura do milho com a produtividade e a condutividade elétrica, efetuou-se o cruzamento dos dados destes planos informacionais considerando-se a malha de 30 pontos uniformemente distribuída na área.

3. Resultados e discussão

Os mapas de condutividade elétrica e de produtividade estão representados na Figura 1. A coloração da cultura está representada na Figura 2. A Tabela 1 resume os dados referentes à coloração da cultura, a produtividade e a condutividade elétrica em cada ponto da malha amostral e a relação entre estes.

Não se observou correlação significativa de Pearson entre produtividade e condutividade elétrica medidas na profundidade de 0-0,3 m ($r = 0,44^{ns}$) e de 0-0,9 m ($r = 0,52^{ns}$). A não existência de correlação significativa pode estar relacionada a fatores como: a) o teor de umidade presente no solo no momento das leituras de condutividade elétrica; b) a profundidade das leituras e a sua relação com a profundidade da camada arável em condições brasileiras; c) o tipo de solo. Estes fatores devem, portanto, ser considerados em análises posteriores.

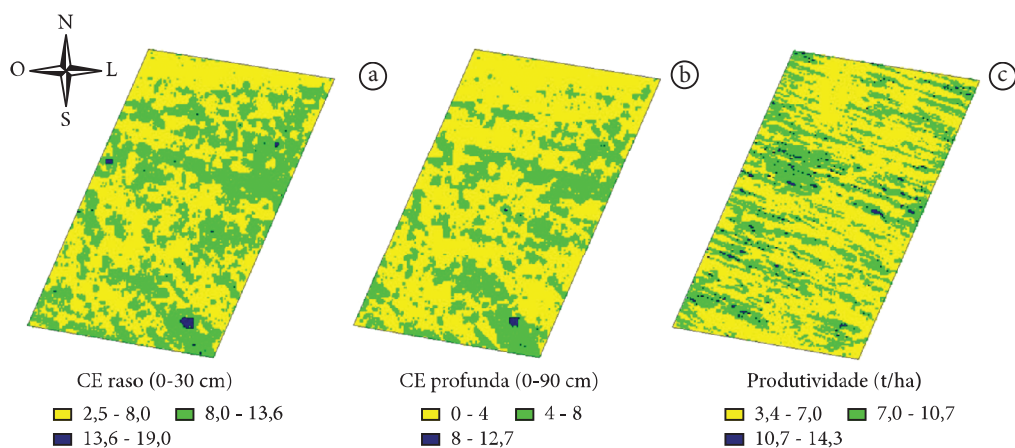


Figura 1. Mapas de condutividade elétrica aparente do solo nas faixas de 0-0,3 m (a) e de 0-0,9 m (b) e de produtividade de grãos de milho (c) gerados por meio do interpolador IDW.

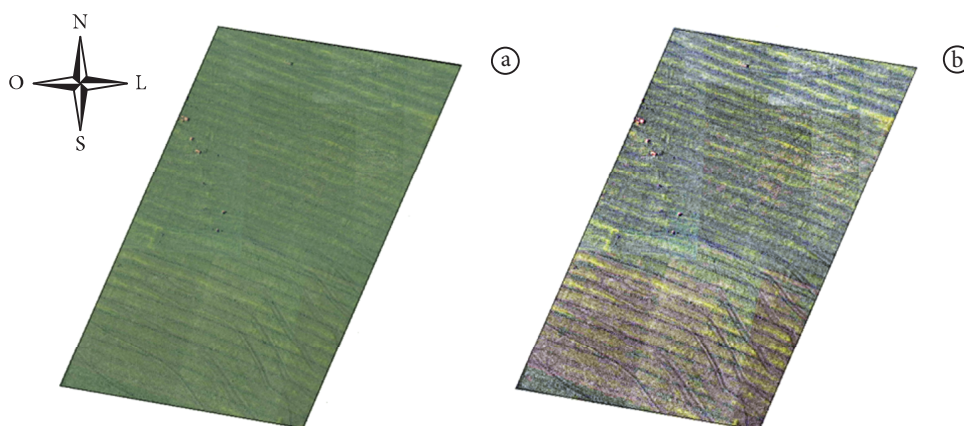


Figura 2. Mosaico aerofotogramétrico da área de estudo obtido na região visível do espectro eletromagnético (a) e Mosaico aerofotogramétrico da área de estudo submetido a contraste para evidenciar tons amarelados da cultura.

Tabela 1. Relação entre coloração da cultura no início da floração, produtividade de milho, safra 2010/11, e a condutividade elétrica do solo em Planaltina de Goiás - GO.

Classe de coloração	Produtividade (t/ha)			Condutividade elétrica (0-0,3 m)			Condutividade elétrica (0-0,9 m)		
	3,4-7,0	7,01-10,7	10,71-14,3	2,5-8,0	8,01-13,5	13,51-19,0	0-4,0	4,01-8,0	8,01-12,7
Verde	25%	20%	0	32,5%	12,5%	0	35%	7,5%	0
Amarela	37,5%	17,5%	0	32,5%	22,5%	0	35%	22,5%	0

Esperava-se que a coloração verde da cultura apresentasse uma relação direta com a produtividade, fato não corroborado pelos dados da Tabela 1, apesar da coloração amarelada ter apresentado uma ligeira relação com as baixas produtividades.

Os dados em respeito à coloração da cultura e sua relação com a produtividade e a condutividade elétrica podem indicar um erro metodológico na aquisição das fotografias aéreas, sobretudo com relação à faixa do espectro eletromagnético empregada. Outro fator que pode ter afetado os resultados refere-se à data de coleta das fotografias aéreas, quando a vegetação iniciava seu florescimento.

Os dados apresentados até o momento não permitem o mapeamento, mesmo que preliminar, de zonas de manejo. Deve-se, no entanto, ressaltar que os dados referem-se à primeira safra estudada em um sistema de sucessão milho-soja, sendo necessário o acompanhamento das culturas sucessoras.

Cabe ainda observar que foram coletadas amostras de solo e raiz para análise e identificação de nematóides e cujas amostras estão em processo

de análise. Os dados referentes à fertilidade dos solos serão somados aos dados já existentes e àqueles que serão coletados nas próximas safras.

4. Conclusões

Os dados coletados e analisados para a primeira safra do sistema de sucessão milho- soja não permitiram a definição e o mapeamento de zonas de manejo na área estudada.

A metodologia empregada para tomada de fotografias aéreas deve ser revista e posteriormente validada.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fazenda Lambary por possibilitar a realização do trabalho.

Referências

ARAÚJO, J. C. Determinação de zonas de manejo e estimativa da produtividade de culturas de grãos por meio de videografia aérea digital multispectral. Tese (Doutorado)- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. 101 p.

- CHANG, J.; CLAY, S. A.; CLAY, D. E.; DALSTED, K. Detecting weed-free and weed-infested areas of a soybean field using near-infrared spectral data. *Weed Science*, v. 52, p. 642-648, 2004. <http://dx.doi.org/10.1614/WS-03-074R1>
- COELHO, A. M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. *Tópico sem Ciência do Solo*, v. 3, p. 249-290, 2003.
- KOGER, C. H.; SHAW, D. R.; REDDY, K. N.; BRUCE, L. M. Detection of pitted morning-glory (*Ipomea lacunosa*) with hyperspectral remote sensing. II. Effects of vegetation ground cover and reflectance properties. *Weed Science*, v. 52, p. 230-235, 2004. <http://dx.doi.org/10.1614/WS-03-083R1>
- LAMB, D. W.; BROWN, R. B. Remote sensing and mapping of weeds in crops. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 78, n. 2, p. 117-125, 2001. <http://dx.doi.org/10.1006/jaer.2000.0630>
- LUCHIARI JUNIOR, A.; SILVA, A. D.; BUSCHINELLI, C. C. A.; HERMES, L. C. CARVALHO, J. R. P.; SHANAHAN, J.; SCHEPERS, J. S. Agricultura de precisão e meio ambiente. In: MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A.; BERNARDI, A. C. C. (Eds.). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto**. Rio de Janeiro: CNPS, 2004. p.19-35.
- MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A.; BERNARDI, A. C. C. Variabilidade de atributos de fertilidade e espacialização da recomendação de adubação e calagem para a soja. In: MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A.; BERNARDI, A. C. C. (Eds.). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto**. Rio de Janeiro: CNPS, 2004. p. 515-129.
- MACHADO, T. M.; SHIRATSUCHI, L. S.; SÁ, M. A. C.; CORAZZA, E. J. Correlação entre índice de cone e produtividade de milho utilizando ferramentas da agricultura de precisão. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 3., 2005, Sete Lagoas. *Anais... Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo*, 2005. CD-ROM.
- MENEGATTI, L. A. A.; MOLIN, J. P. Remoção de erros em mapas de produtividade via filtragem de dados brutos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 8, n. 1, p. 126-134, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662004000100019>
- MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. *Engenharia Agrícola*, v. 22, n. 1, p. 83-92, 2002.
- MULLA, D. J.; SCHEPERS, J. S. **The state of site-specific management for agriculture**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1997. p. 1-18.
- OLIVEIRA, C. M.; SHIRATSUCHI, L. S.; VIEIRA, A. L. N.; ABDALLA, R. P. Análise da distribuição espacial de corós na cultura da soja em plantio direto no Cerrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 3., 2005, Sete Lagoas. *Anais... Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo*, 2005a. CD-ROM.
- OLIVEIRA, C. M.; VILELA, M. F. SHIRATSUCHI, L. S.; ABDALLA, R. P.; VIEIRA, A. L. N. Amostragem em grid e imagens aéreas: métodos para estudos da distribuição espacial de corós em soja sob plantio direto no Cerrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 3., 2005, Sete Lagoas. *Anais... Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo*, 2005b. CD-ROM.
- RESENDE, A. V.; SHIRATSUCHI, L. S.; SENA, M. C.; KRAHL, L. L.; OLIVEIRA, J. V. F.; CORRÊA, R. F.; ORO, T. Grades amostrais para fins de mapeamento da fertilidade do solo em área de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2006, São Pedro. *Anais... São Pedro: Esalq/USP*, 2006. CD-ROM.
- VERIS TECHNOLOGIES. Disponível em: <http://www.veristech.com>. Acesso em: 17 set. 2011.
- VILELA, M. F.; FONTES, J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S. Mapeamento da distribuição espacial de plantas daninhas na cultura de soja por meio de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 3., 2005, Sete Lagoas. *Anais... Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo*, 2005. CD-ROM.