

Conteúdo de Água no Solo e a sua Relação com a Produtividade de Milho

Sandro Manuel Carmelino Hurtado¹, Khalil de Menezes Rodrigues², Sonia Carmela Falci Dechen³, Sidney Rosa Vieira⁴ e Bianca de Carvalho e Castro Gomes⁵

¹Pós-doutorando do Instituto Agronômico, Campinas, SP. sandroelbat@gmail.com,

²Doutorando do Instituto Agronômico, Campinas, SP. agrokhalil@yahoo.com.br.

^{3,4}Pesquisadores Científicos do Instituto Agronômico, Campinas, SP. dechen@iac.sp.gov.br, sidney@iac.sp.gov.br. ⁵Acadêmica da Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP. biancaccgomes@hotmail.com.

Apoio: FAPESP

RESUMO – A obtenção de novos patamares produtivos de milho considera fatores ligados ao ambiente e ao manejo da cultura, dentre esses, a disponibilidade hídrica no solo. Por sua vez, a existência de comportamento espacial e temporal nos atributos do solo pode auxiliar o entendimento de mudanças nas produtividades. O presente trabalho visou, assim, estudar a estrutura espacial e temporal do conteúdo de água no solo e a sua relação com a produtividade de grãos de milho. O experimento foi conduzido sob Latossolo Vermelho, em área de 3,4 ha, pertencente ao Instituto Agronômico, Campinas-SP. Foram realizadas leituras de umidade volumétrica do solo aos 55, 62 e 77 dias após a semeadura, em 75 pontos amostrais e obtida a colheita de grãos em 302 parcelas experimentais. Os dados foram submetidos à análise exploratória e geoestatística e obtidos mapas para o estudo do comportamento espacial. Foi evidenciado comportamento espacial para a produtividade de milho e comportamento espacial e temporal para o conteúdo de água no solo, com valores de alcances seguindo a mesma tendência encontrada para os dados médios. Os dados permitem concluir a existência de zonas homogêneas vinculadas à maior produtividade e umidade do solo, oferecendo estratégias para o manejo da cultura visando altas produtividades.

Palavras-chave: *Zea mays* L., agricultura de precisão, zonas de manejo.

Introdução

O milho é considerado uma cultura com elevada expressão produtiva, vinculada diretamente ao seu ambiente produtivo e estratégias de manejo (Fancelli, 2010), onde condições desfavoráveis podem representar até 70% das perdas em produtividade (Fancelli & Dourado-Neto, 2000). Dentre os fatores destacam-se a população de plantas e o espaçamento utilizados, a época de semeadura, o híbrido selecionado, a qualidade do solo e o manejo nutricional, a presença de plantas voluntárias, pragas, doenças, assim como, a disponibilidade hídrica.

Esse último merece destaque pelas exigências da cultura nas fases de emergência, florescimento e formação dos grãos, especialmente, no período compreendido entre os 15 dias prévios e posteriores ao aparecimento da inflorescência masculina (Fancelli, 2003). A falta de água nesse período pode representar atraso no

desenvolvimento do óvulo e da espiga, como dessecação dos cabelos e grãos de pólen, ocasionando uma reduzida polinização e granação (Silva et al., 2006).

A procura por patamares produtivos mais competitivos visa o manejo do conteúdo de água no solo em teores ideais para a cultura. Entretanto, variações no conteúdo de água podem ser encontradas em função da textura e estrutura do solo, topografia, exposição solar e posição no relevo (McBratney, 1992), podendo mudar também em função ao espaço e tempo (Vieira et al., 2010). Assim sendo, o estudo do seu comportamento espacial e temporal pode auxiliar ao entendimento de mudanças nas produtividades de grãos de milho, possibilitando o manejo das lavouras por meio da identificação de zonas homogêneas. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo estudar a relação entre o conteúdo de água no solo nos estádios próximos ao florescimento e a produtividade de milho.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido a campo nas instalações da Fazenda Santa Elisa, pertencente ao Centro Experimental Central do Instituto Agrônomo, Campinas-SP, com coordenadas 287127L e 7470420S e 640m de altitude. A área experimental, de 3,42 ha e 3,2% de inclinação média, apresenta solo Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa (Embrapa, 2006) e vem sendo cultivada com culturas de grãos, em sistema plantio direto, desde 1985.

O milho híbrido AG8088YG foi semeado em novembro de 2011, utilizando um espaçamento entre linhas de 0,45m e uma adubação de 300 kg ha⁻¹ do formulado 8-20-10 NPK (24, 60 e 30 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente). A cobertura nitrogenada consistiu na aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N no estádio V₅-V₆.

Foram avaliadas a umidade volumétrica do solo () e a produtividade. As determinações de umidade volumétrica do solo foram realizadas aos 55, 62 e 77 dias após a semeadura (DAS), com auxílio do TDR modelo HydroSense (Campbell Scientific Austrália Ltd.). As amostragens foram realizadas em 75 pontos seguindo uma malha regular de 20 x 20m. Em cada ponto foi obtida a média de duas leituras, considerando uma área útil de 1m de raio para cada uma.

A colheita de grãos foi realizada em 25 de abril de 2012, em 302 parcelas com área útil igual a 3,6m², constituindo uma malha amostral regular de 10 x 10m. A produtividade final considerou uma umidade de grãos igual a 15%.

Os dados de umidade volumétrica de solo e produtividade foram submetidos à análise estatística exploratória por meio do programa Sisvar (Ferreira, 2008). Na sequência foi utilizada a geoestatística para a geração de semivariogramas, ajuste de modelos e interpolação por krigagem (Vieira, 2000), e obtidos mapas de distribuição espacial com auxílio do programa Surfer (Surfer, 2011).

Resultados e Discussão

Foram observadas produtividades de milho variando entre 9,0 e 16,5 Mg ha⁻¹, com média igual a 12,5 Mg ha⁻¹, superior às 5,7 Mg ha⁻¹ obtidas como média para o Estado de São Paulo (CONAB, 2011). Os valores médios de umidade volumétrica do solo () variaram de 19,2 a 48,4 cm³ cm⁻³, os que, considerando o curto intervalo de tempo refletem a estrutura do solo própria de Latossolos (Tabela 1). O coeficiente de variação foi considerado baixo (<12%) para a produtividade de milho e variando de baixo a médio (12<x<75) para (Warrick & Nielsen, 1980). O menor CV%, obtido aos 62 DAS, correspondeu a leituras de realizadas logo após as chuvas, podendo ser considerados, portanto, valores próximos à capacidade de campo. Já os valores de assimetria e curtose, próximos de zero, indicam uma tendência à normalidade nos dados.

Dependência espacial foi observada para todos os atributos estudados, com modelos de semivariograma esférico para a produtividade e esférico, exponencial e gaussiano para a umidade volumétrica do solo, nas três datas avaliadas (Tabela 2, Figura 1). O alcance, considerado como a distância limite de dependência espacial (Vieira, 2000) foi de 28,7m para a produtividade e variou de 57,2 a 214,5m para . Observando os dados de umidade volumétrica (Tabela 1), percebe-se que os alcances efetivos foram diretamente proporcionais aos valores médios obtidos. Já o grau de dependência espacial (GDE), que expressa à relação entre o efeito pepita e patamar, foi fraco para a produtividade e moderado para a umidade volumétrica do solo (Tabela 2, Figura 1).

A distribuição espacial dos dados de produtividade permitiu evidenciar zonas de maior produtividade na região inferior esquerda da área (Figura 1). Por sua vez, zonas homogêneas com estabilidade temporal foram observadas na mesma região para os teores de umidade volumétrica do solo (Figura 1). Sendo o teor de água no solo em estádios próximos ao florescimento um fator importante para a obtenção de maiores patamares produtivos (Fancelli, 2003), o padrão espacial e temporal encontrado para

esse atributo pode ser considerado ferramenta para a delimitação de zonas de manejo que visem, incrementar as produtividades.

Conclusões

Os dados permitem concluir que há zonas de maior produtividade de milho associadas aos maiores conteúdos de água no solo.

Literatura Citada

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2011. Brasília: CONAB, 2011.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FANCELLI, A.L. Milho. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Ed.). Boas práticas para o uso de fertilizantes. Piracicaba: IPNI, 2010. p.39-93.

FANCELLI, A.L. Milho: ambiente e produtividade. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D (Ed.). Milho: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba: ESALQ/USP. 2003. p.174-197.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. Revista Symposium, v6, p.36-41, 2008.

MCBRATNEY, A.B. On variation, uncertainty and informatics in soil management. Australian Journal of Soil Research, v.30, p.913-935, 1992.

SILVA, W.J.; SANS, L.M.A.; MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. Exigências climáticas do milho em sistema plantio direto. In: Informe agropecuário-Cultivo do milho em sistema plantio direto. Belo Horizonte: EPAMIG, 2006. p.14-25.

SURFER. Surfer 10.0. Contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers: New York, Golden Software Inc., 2011.

VIEIRA, S.R. Uso de geoestatística em estudos de variabilidade espacial de propriedades do solo. In: NOVAIS, R.F. (Ed.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.1-54.

VIEIRA, S.R.; GONZÁLEZ-GARCIA, M.A.; PAZ-GONZÁLEZ, A.; SIQUEIRA, G.M. Variabilidade espacial e temporal do teor de água do solo sob duas formas de uso. Bragantia, v.69, p.181-190, 2010.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). Applications of soil physics. New York: Academic Press, 1980. p.319-344.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos descritivos para a produtividade de grãos de milho e a umidade volumétrica do solo (). Campinas, 2012.

Atributos	n	Mínimo	Máximo	Média	CV%	Coeficiente	
						Assimetria	Curtose
Produtividade (Mg ha ⁻¹)	302	9,0	16,5	12,5	10,4	-0,03	0,11
_55das (cm ³ cm ⁻³)	75	23,7	47,7	33,5	14,1	0,50	0,45
_62das (cm ³ cm ⁻³)	75	37,7	57,0	48,4	7,6	-0,30	0,75
_77das (cm ³ cm ⁻³)	75	13,7	25,7	19,2	13,8	0,52	-0,05

* n: número de pontos avaliados; das: dias após semeadura.

Tabela 2. Parâmetros do semivariograma para a produtividade de grãos de milho e a umidade volumétrica do solo (). Campinas, 2012.

Atributos	Modelo	C ₀	C ₁	a	a efetivo	GDE (%)	Classe
Produtividade	Esférico	1,26	0,37	28,7	28,7	77	Fraco
_55das	Exponencial	13,61	8,14	48,0	144,0	63	Moderado
_62das	Gaussiano	10,73	4,36	126,2	214,5	71	Moderado
_77das	Esférico	3,70	3,61	57,2	57,2	51	Moderado

*das: dias após semeadura; Co: efeito pepita; C1: contribuição; a:alcance, em metros; GDE: grau de dependência espacial; : umidade volumétrica.

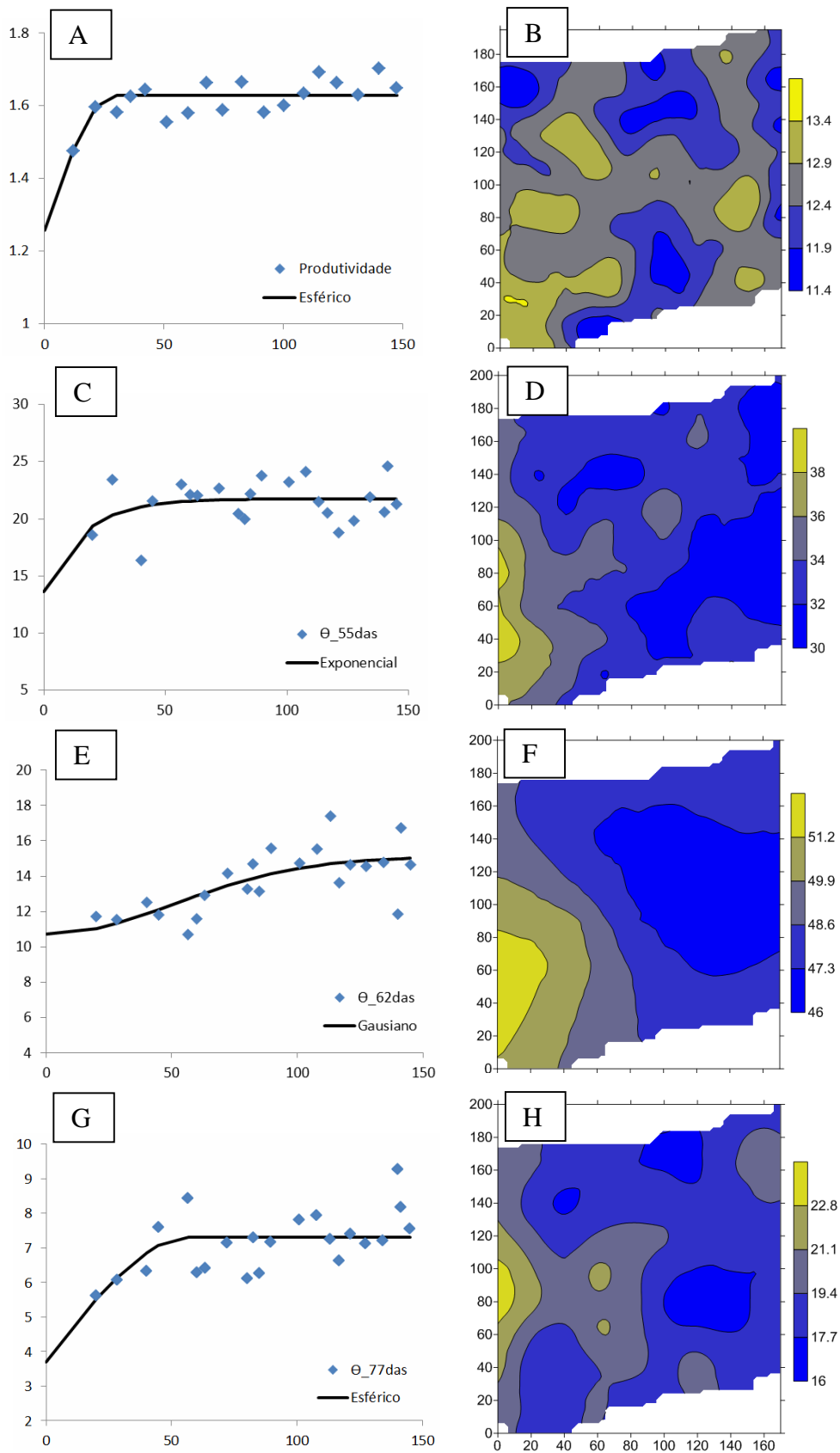


Figura 1. Semivariogramas e mapas de interpolação por krigagem para a produtividade de grãos de milho, em Mg ha^{-1} (A e B) e umidade volumétrica do solo, em $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$, aos 55 (C e D), 62 (E e F) e 77 (G e H) dias após semeadura.