



### 3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão

#### Variabilidade espacial de um Latossolo Vermelho Amarelo sob cultivo intensivo. II. Relação dos atributos químicos e produtividade

J. H. M. Viana<sup>1</sup>, E. C. Mantovani<sup>2</sup>, G. E. França<sup>2</sup>, E. I. Fernandes Filho<sup>3</sup>, C. E. G. R. Schaefer<sup>3</sup>

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre a produtividade do milho, gerada a partir de mapas de colheita, o status e a distribuição espacial de alguns dos principais atributos químicos usados para avaliação de fertilidade. A produtividade do milho em um sistema de produção sob plantio direto foi obtida em três anos consecutivos, a partir de dados obtidos por um monitor de colheita. Os dados de fertilidade foram obtidos a partir de amostras de solo colhidas em uma grade regular georreferenciada de 25 por 25 metros na área. Os resultados indicaram que, para esta área, não houve relação aparente entre a produtividade e as análises químicas dos principais nutrientes e matéria orgânica, em função dos níveis elevados de fertilidade já atingidos pelo sistema de manejo. A falta de correlação entre produtividades entre anos consecutivos também indicou que a produtividade neste caso deve esta sendo determinada principalmente por outros fatores, como regime hídrico do solo.

**Termos de indexação:** solos, fertilidade, análise geoestatística, mapa de colheita

**Abstract:** This work studied the relation between corn productivity, accessed by yield maps, the status and spatial distribution of some chemical properties used for fertility analysis. Corn productivity in a no-till production system was taken in three consecutive years, from a harvest monitor. Fertility data were collected in a regular georefered grid of 25 x 25 meters. The results showed no apparent relation between chemical and yield data for this area, as a result of the high fertility status reached by this management system. The lack of correlation among consecutive years also indicated that the productivity may be controlled by other factors, including soil water regime.

**Index terms:** soils, fertility, geostatistical analysis, yield maps.

**INTRODUÇÃO:** O incremento da competição em nível mundial no mercado agrícola trouxe a necessidade do aumento da eficiência no gerenciamento do processo produtivo. A modernização da agricultura permitiu elevar a produtividade e baixar custos, mas novas exigências econômicas e ambientais levaram à necessidade de técnicas mais refinadas para controle e gestão do uso destes insumos, denominadas Agricultura de Precisão. O objetivo final da pesquisa em Agricultura de Precisão é compreender as razões da variabilidade de produtividade possibilitando um conhecimento detalhado do processo que permita o planejamento e implementação de ações pelo produtor. A forma de implementação varia conforme o local e a cultura, mas os princípios básicos que permeiam esta implementação permanecem os mesmos. O presente trabalho tem como objetivo

<sup>1</sup>Doutorando, bolsista CNPq, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Av.P. H. Rolfs, s/n CEP 36.570-000 Viçosa – MG [jherbertmviana@yahoo.com.br](mailto:jherbertmviana@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG

<sup>3</sup>Professor, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos

Trabalho com recursos da FAPEMIG, do CNPq e dos Projeto PRODETAB - 030 - 01/99 e SEP - 12.1999.021(Agricultura de Precisão)



### 3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão

avaliar a relação entre a produtividade do milho, gerada a partir de mapas de colheita, o status e a distribuição espacial de alguns dos principais atributos químicos usados para avaliação de fertilidade. Tendo em vista que se trata de um trabalho exploratório, visa também identificar pontos críticos do método em uso e propor alternativas a serem implementados em futuros trabalhos nesta área.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A produtividade do milho em um sistema de produção sob plantio direto foi obtida em três anos consecutivos, a partir de dados obtidos por um monitor de colheita Fieldstar (Agco do Brasil), acoplado a uma colhedora MF – 34. O sistema foi implantado em uma área experimental de 38 ha, localizada na EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, latitude sul 19° 28', longitude oeste 44° 15' e altitude de 780 m, sobre um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (EMBRAPA, 1999), derivado de cobertura coluvial relacionada a rochas pelíticas aluminosas do Grupo Bambuí (figura 1). Soja e feijão também são plantados na área, sendo o último nos períodos de inverno, sob pivô central. Os dados de fertilidade foram obtidos a partir de amostras de solo colhidas em uma grade regular georreferenciada de 25 por 25 metros na área sob o pivô. As análises estatísticas foram efetuadas a partir dos dados de produtividade retirados dos mapas de produtividade gerados pelo monitor de colheita, de modo a que os valores pontuais de produtividade correspondam aos mesmos pontos de amostragem dos atributos químicos, tendo sido usado um valor de média local pelos vizinhos mais próximos. No caso do segundo ano, as análises correspondem apenas à parte inferior da área, uma vez que a parte superior foi plantada com soja.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os dados globais de produtividade são mostrados na Tabela 1, onde se observa a maior produtividade média no primeiro ano, mas valores extremos de máxima e mínima produtividade no segundo ano. Existe uma clara dependência espacial para a produtividade mostrada pelo semivariogramas, mas os o ajuste dos modelos foi pouco adequado, especialmente para o segundo ano (Figura 2). Houve uma inversão no padrão de produtividade entre o primeiro e o terceiro ano, sendo a parte superior do pivô mais produtiva no primeiro ano e a inferior a mais produtiva no terceiro ano (Figura 3). As correlações entre os dados de produtividade indicam a baixa correlação (Tabela 2). Uma correlação positiva mais elevada e significativa foi encontrada entre produtividade e matéria orgânica no primeiro ano, mas no terceiro esta correlação foi negativa. Fato equivalente ocorreu para potássio, no sentido inverso. Análises de tendências temporais realizadas na Inglaterra por Blackmore et al. (2003) em mapas de colheita de 6 anos consecutivos mostraram a inexistência de tendências nas áreas em estudo, sugerindo possíveis compensações em função de flutuações dos outros fatores de produção, como o clima. Outro fator relevante se refere ao fato que os dados de análises químicas são referentes apenas ao primeiro ano, ao passo que os resultados de produtividade são relativos a três anos consecutivos. Este fato compromete as correlações com o segundo e terceiro anos, mas, dados os valores iniciais elevados ou adequados para as variáveis medidas, não se esperaria alterações tão significativas dos teores neste período a ponto de justificar as modificações observadas dos padrões de produtividade. Esta baixa correlação pode ser devida ao fato dos níveis das variáveis medidas estarem acima dos limites mínimos necessários para obtenção de altas produtividades, conforme os níveis críticos adotados pela Comissão de Fertilidade de Solo do Estado de Minas Gerais (1999). Outro problema diz respeito às diferentes escalas de medida das variáveis correlacionadas, uma vez que a produtividade representa uma média local relativa à área colhida pela máquina, ao passo que as análises químicas



### 3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão

foram realizadas a partir de amostras pontuais. As médias de produtividade ainda foram agregadas para se obter um valor de produtividade correspondente a cada ponto da análise química. Sugere-se que novos trabalhos levem em consideração as escalas de amostragem, para que a consistência das análises seja mantida, usando-se uma área comum para todas as coletas. A análise em curso levou em consideração os dados brutos conforme saídos da máquina, tendo sido apenas agregados por uma média local. Blackmore e Moore (1999) afirmam que os dados brutos podem conter distorções relacionadas a erros sistemáticos, levando a mapas de baixa acurácia. Outro problema identificado refere-se ao fato que a máquina utilizada nas operações de colheita não estava equipada com sensor de umidade para correção automática dos dados. Os resultados indicam que a análise de fertilidade dos dados de 0 a 20 cm pode não ser suficiente para a obtenção de correlações entre a fertilidade e a produtividade, uma vez que, embora os resultados indiquem níveis relativamente elevados em superfície, a exploração de um volume maior do solo pelo sistema radicular pode eventualmente levar a uma compensação de diferenças locais de fertilidade.

**CONCLUSÕES:** Os resultados indicam que, para esta área, não há relação aparente entre a produtividade e as análises químicas dos principais nutrientes e matéria orgânica, em função dos níveis elevados de fertilidade já atingidos pelo sistema de manejo. A falta de correlação entre produtividades entre anos consecutivos também indica que a produtividade neste caso está sendo possivelmente determinada por outros fatores, de natureza físico-hídrica do solo.

#### REFERÊNCIAS

- BLACKMORE, B. S.; GODWIN, R. and FOUNTAS, S. The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. Biosystems Engineering, (submitted) 2003.
- BLACKMORE, B. S. and MOORE, M. Remedial correction of yield map data. Precision Agriculture Journal, 1: 53-66. 1999.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5º Aproximação. A.C. Ribeiro, P.T.G. Guimarães, V.H. Alvarez V., editores. Viçosa, 1999.
- EMBRAPA-CNPNS - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro. 2ª ed. EMBRAPA-CNPNS. 1997. 212 p.
- EMBRAPA Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. EMBRAPA Produção de Informação, Brasília; EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro. 1999. 412 p.



### 3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão

**Tabela 1 – Dados de produção da área em estudo.**

Ano	Número de dados	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação	Máximo	Quartil superior	Mediana	Quartil inferior	Mínimo
Rend 99/00	578	7692	1655	0,215	10896	9138	7863	6474	3627
Rend 00/01	324	7049	2394	0,340	13415	8116	6686	5649	1969
Rend 01/02	578	6470	1046	0,162	9034	7152	6525	5939	2520
Média <sup>(*)</sup>	324	6861	1064	0,155	9310	7542	6885	6246	3342

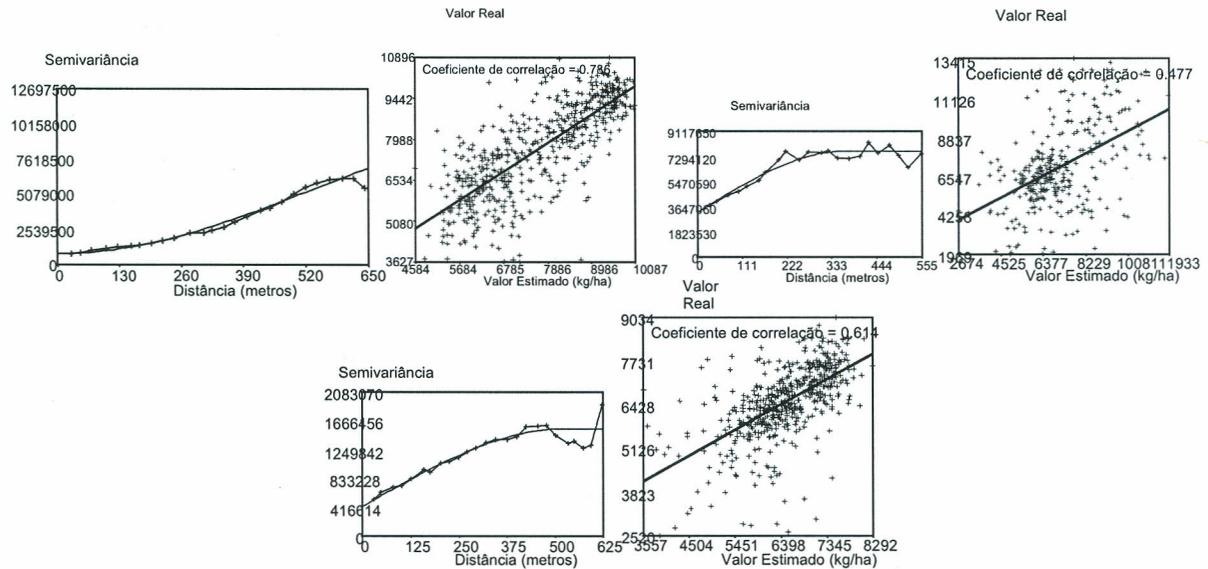
<sup>(\*)</sup>Valores relativos apenas à área plantada nos 3 anos seguidos com milho.

**Tabela 2 – Dados de correlação entre valores de produtividade em kg ha<sup>-1</sup> para cada safra e atributos químicos.**

Ano agrícola	Atributo	Número de dados	Coefficiente de correlação	Coefficiente de correlação rankeada	p
99/00	pH	578	-0,025	1,490	0,5459
	Mat. Org.		0,502	1,478	0,0166
	Ca		-0,100	0,890	0,0033
	Mg		0,122	0,287	0,0000
	P		-0,014	2,705	0,7293
	K		-0,323	-0,317	0,0000
00/01	pH	324	0,085	4,639	0,1279
	Mat. Org.		0,086	2,457	0,0017
	Ca		0,174	3,282	0,0005
	Mg		0,192	0,770	0,6884
	P		0,128	8,861	0,0209
	K		-0,022	0,432	0,1208
01/02	pH	578	0,134	1,504	0,0013
	Mat. Org.		-0,286	0,444	0,00004
	Ca		0,171	1,047	0,0055
	Mg		0,115	0,250	0,0000
	P		0,102	2,418	0,0141
	K		0,337	0,506	0,0000



### 3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão



**Figura 1 – Gráficos do semivariograma omnidirecional e da validação cruzada da produtividade de milho no primeiro ano (1999/00, modelo gaussiano), segundo ano (2000/01, modelo esférico) e terceiro ano (2001/02, modelo esférico).**