

COMPORTAMENTO ESPACIAL DAS VARIÁVEIS VOLUME DE COPA E DIÂMETRO DE CAULE DA VARIEDADE MAXI GALA COM A UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE COKRIGAGEM SOBRE POMAR COMERCIAL EM VACARIA RS.

Márcio Eduardo Boeira Bueno¹, Leo Rufato², Leonardo Josué Biffi³, Luciano Gebler⁴, Aike Anneliese Kretschmar⁵

¹ Engº Agrônomo Doutorando do Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal / UDESC - CAV Lages- SC
marciobueno2003@yahoo.com.br

² Engº Agrônomo Dr. em Fruticultura, UDESC - CAV, Lages – SC, leoruffato@yahoo.com.br

³ Engº Agrônomo M.Sc. Produção Vegetal, UDESC - CAV, Lages – SC, leonardo_biffi@yahoo.com.br

⁴ Engº Agrônomo Dr. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Embrapa Uva e Vinho, Vacaria - RS,
luciano.gebler@embrapa.br

⁵ Engª Agrônoma Dr. em Fitotecnia, UDESC - CAV, Lages, SC, aikeanneliese@yahoo.com.br

Apresentado no
Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão – ConBAP 2014
São Pedro – SP, Brasil. 14 a 17 de setembro de 2014

RESUMO: A Agricultura de Precisão (AP) permite a utilização de diferentes geotecnologias na obtenção de informações, e estas se tornam ferramentas indispensáveis na tomada de decisão por parte do produtor. O objetivo do trabalho foi verificar o comportamento das variáveis espaciais Volume de Copa (VC) e Diâmetro de Caule (DC) da variedade Maxi Gala com a utilização da técnica da cokrigagem. O experimento foi conduzido em uma área de 0,90 ha de produção comercial da variedade Maxi Gala na Fazenda São Paulino da empresa RASIP, em Vacaria – RS, durante as safras 2010/11 e 2011/12. Coletou-se 75 amostras para cada parâmetro em uma malha de 12x10m. Foram feitas a análise estatística descritiva dos dados e a análise espacial através dos semivariogramas. De posse dos modelos ajustados realizou-se a interpolação pelo método da krigagem. Após, foi realizada a correlação simples dos parâmetros, elaborado os semivariogramas cruzados para interpolação pela técnica da cokrigagem. As variáveis analisadas apresentaram forte correlação, porém somente na safra 2012 apresentaram dependência espacial reduzindo-se a coleta de 20 amostras do VC, pela técnica da cokrigagem.

PALAVRAS- CHAVE : *Malus domestica* BORKH, Agricultura de Precisão, Geoestatística.

Spatial behavior of variables canopy volume and diameter range of Maxi Gala with the use of the technique of cokriging on commercial orchard in Vacaria RS.

ABSTRACT : Precision Agriculture (PA) allows the use of different geo in obtaining information, and these become indispensable tools in decision making on the part of the producer. The objective was to verify the behavior of spatial variables Cup Volume (CV) and stem diameter (DC) of the variety Maxi Gala with the use of the technique of cokriging. The experiment was conducted in an area of 0.90 ha of commercial production of the variety Maxi Gala at São Paulino company RASIP in Vacaria - RS, during seasons 2010/11 and 2011/12. Was collected 75 samples for each parameter in a mesh of 12x10m. Descriptive statistical analysis and spatial analysis were made through the semivariogram. Possession of the adjusted models was performed by kriging interpolation method. After the simple correlation between parameters, prepared the cross semivariogram for the interpolation technique of cokriging was performed. The analyzed variables were strongly correlated, but only in the 2012 spatial correlation reducing the collection of 20 samples of the VC, the technique of cokriging.

KEYWORDS: *Malus domestica* Borkh, Precision Agriculture, Geostatistics.

INTRODUÇÃO: O agronegócio é um setor que contribui de forma significativa ao PIB brasileiro, abrindo novas divisas e gerando renda e emprego. Neste contexto a cultura da macieira merece destaque por ocupar uma posição importante entre os grandes produtores mundiais. Fioravanzo (2009) destaca que a tecnologia foi um fator importante e decisivo para a competitividade da maçã brasileira no mercado externo, sendo que o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade do produto estão fortemente relacionados com inovações tecnológicas e a sua adoção.

A agricultura de precisão surge como um conjunto de tecnologias que são capazes de auxiliar o produtor rural a identificar as estratégias de manejo a serem adotadas para aumentar a eficiência no gerenciamento do processo de produção, podendo maximizar a rentabilidade das colheitas e reduzir os custos de aplicação de insumos, tornando a atividade mais competitiva (CARVALHO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2007; SILVA; SOUZA; ALVES, 2008), citado por Ferraz et al. (2012). Entre as diversas tecnologias avançadas ou “geotecnologias” a técnica da cokrigagem pode ser utilizada segundo GUIMARÃES 2004, citado por Landin et al. (2011) em situações onde a determinação de variáveis é cara e de difícil amostragem, comprometendo assim o estudo da variabilidade espacial de tal variável. Para esses casos aplica-se a técnica da cokrigagem que se baseia nos parâmetros expressos por um variograma cruzado entre duas variáveis para a estimativa de novos valores em locais não amostrados. Este trabalho teve por objetivo verificar o comportamento das variáveis espaciais Volume de Copa (VC) e Diâmetro de Caule (DC) da variedade Maxi Gala com a utilização da técnica da cokrigagem.

MATERIAIS E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em uma área de produção comercial da variedade Maxi Gala da Fazenda São Paulino da empresa Randon Agrosilvopastoral S.A. (RASIP), em Vacaria – RS, situado a aproximadamente 962m de altitude, apresentando como coordenadas geográficas 28°31’17” de latitude sul e 50°49’17” de longitude oeste durante as safras 2010/11 e 2011/12. A área analisada é ocupada com 66% da variedade Maxi Gala e 34% com a variedade Fuji Moore, plantadas no ano de 2006, dispostas em quatro fileiras de Maxi Gala para duas fileiras de Fuji Moore. As variedades foram enxertadas sobre porta enxerto marubakaido com filtro de EM9, tendo em média 3,5m de altura. O espaçamento para a variedade Maxi Gala é de 4m entre linhas e 1m entre plantas e para a variedade Fuji Moore é de 4m entre linhas e 1,20m entre plantas. Amostrou-se de forma regular na linha de plantas, formando uma malha de 12mx10m, sendo que a área representada por cada planta amostrada foi de 120m². O número de plantas amostradas foi de 75 plantas, representando 0,90 ha. Utilizou-se para o georreferenciamento das plantas amostradas, um GNSS (Global Navigation Satellite Systems), marca Topcon (GPS Classe IV), modelo Hiper Lite+, com dupla frequência L1+L2 usando o sistema GPS (Americano) e o sistema GLONASS (Russo) com acurácia inferior a 0,5m. Os dados foram levantados pelo aparelho no Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, fuso 22, hemisfério sul. O volume de copa (VC) e o Diâmetro de caule (DC) foram determinados no mês de julho de 2011 e 2012. O DC foi obtido através da média das medidas longitudinal e transversal à linha de plantio do diâmetro do tronco a 20 cm do solo, aproximadamente, e acima do ponto de enxertia com o auxílio de um paquímetro graduado em milímetros. No VC as medições foram realizadas com o auxílio de uma régua de madeira com 4 m de comprimento. Mediu-se a altura da copa (m), a partir do ponto de inserção do primeiro ramo no tronco, largura (m) e a espessura da copa (m) e multiplicaram-se as três informações. Os parâmetros foram avaliados através da estatística descritiva por meio do software Winstat versão 2.0. Determinou-se a normalidade dos parâmetros através do teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade. As análises geoestatísticas foram realizadas no programa GS+ versão 7.0, ROBERTSON, 2004 citado por Landin et al. (2011). O grau de dependência espacial das variáveis foi analisado com base na classificação de Cambardella et al. (1994), em que são considerados de forte dependência espacial os semivariogramas com efeito pepita de 25% do patamar, moderada quando entre 25% e 75% e de fraca quando >75%. A interpolação dos dados foi feita por krigagem ordinária usando o software Surfer 8.02 – Surface Mapping System. As correlações foram determinadas com base no método de correlação de Pearson, ao nível de probabilidade de 5%, por meio do software Winstat versão 2.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para o semivariograma cruzado VC versus DC da safra 2011 figura 1A o modelo que mais se ajustou foi o esférico, com alcance de 17,10 m e com coeficiente de determinação de 0,01. Nesta situação apesar das variáveis possuírem correlação, não houve dependência das amostras. O semivariograma cruzado VC versus DC da safra 2012 figura 1B o modelo gaussiano foi o que mais se ajustou apresentando um alcance de 14,20 m com coeficiente de determinação de 0,71. Nesta situação houve dependência entre as amostras. Pela cokrigagem o DC utilizado como covariável provocou alteração no alcance da dependência espacial, assim como no patamar do semivariograma do VC. O alcance diminuiu em 1,70 m, o patamar (Co+C) aumentou 72%. A dependência espacial manteve-se forte e o coeficiente de determinação reduziu 0,07%. Na tabela 1 foi apresentado a cokrigagem entre VC e DC. Foram retiradas 5, 10, 15 e 20 amostras, sempre demonstrando dependência espacial entre os parâmetros. Quando se retirou 25 amostras não houve dependência espacial entre eles.

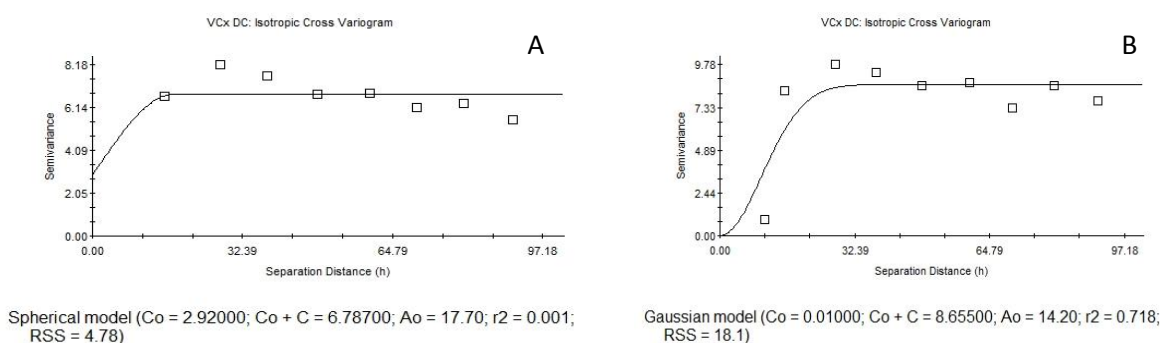


Figura 1 – Semivariograma cruzado volume de copa x diâmetro de caule 2011 (A) e 2012 (B). Vacaria 2013.

Tabela 1 - Parâmetros dos semivariogramas cruzados ajustados das variáveis: volume de copa (VC) versus diâmetro de caule (DC) com número diferente de amostras de volume de copa (VC) da variedade Maxi Gala, na safra 2012. Vacaria, 2013.

Variáveis	Modelo	C	Co	Co+C	Co/(Co+C)	Ao	Classif.	R ²
Safr 2012								
VC	GAUS	2,439	0,001	2,44	0,0004	15,90	Forte	0,78
VCXDC	GAUS	8,640	0,01	8,65	0,0010	14,20	Forte	0,71
VCXDC(-5)	GAUS	8,970	0,01	8,98	0,0010	13,90	Forte	0,67
VCXDC(-10)	GAUS	9,620	0,01	9,63	0,0010	13,80	Forte	0,65
VCXDC(-15)	GAUS	9,400	0,01	9,41	0,0010	13,10	Forte	0,53
VCXDC(-20)	GAUS	9,400	0,01	9,45	0,0010	12,70	Forte	0,49
VCXDC(-25)		0	0,83	0,83	1	91,07	E.P.Puro	0,19

Efeito Pepita (Co): semivariância no ponto zero; Patamar (Co+C): semivariância a um espaço maior que a distância do alcance; Alcance (Ao): distância após a qual os valores das propriedades não são espacialmente correlacionados; Dependência espacial (forte < 25%; moderada 25 a 75%; fraca > 75% a 100 e > 100 efeito pepita puro); Modelo ajustado aos semivariogramas experimentais: Gaussiano.

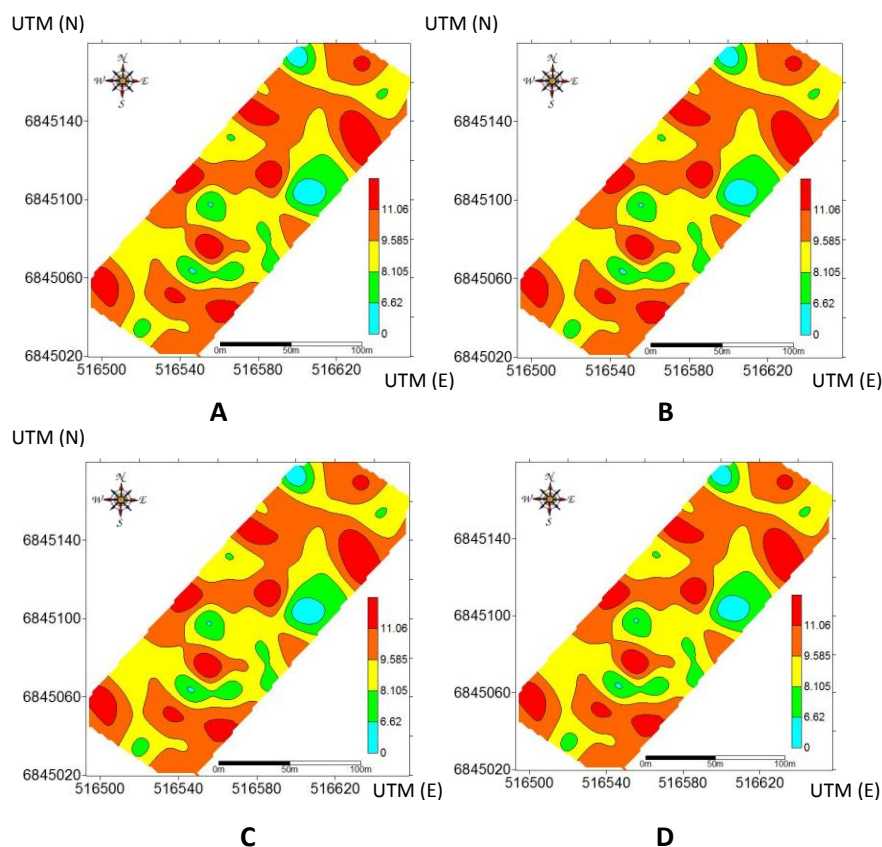


Figura 2 - Mapa temático volume de copa *versus* diâmetro de caule (A) com 5 amostras a menos, (B) com 10 amostras a menos, (C) com 15 amostras a menos e (D) com 20 amostras a menos safra 2012. Vacaria, 2013.

CONCLUSÕES: Pela técnica da cokrigagem dos parâmetros VC (variável) e DC (covariável) na safra 2011 não houve dependência espacial entre eles. Na safra 2012 houve uma redução de 20 amostras do parâmetro VC. A técnica da cokrigagem pode ser uma ferramenta da AP para melhorar a qualidade da informação reduzindo-se a amostragem da variável (difícil coleta) e consequentemente custos.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos a CAPES, empresa Rasip, grupo de fruticultura do CAV UDESC pelo apoio ao projeto.

REFERÊNCIAS:

- CAMBARDELA, C. A. et al. Fieldscale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, Sept./Oct. 1994.
- FERRAZ, S. A.G.; SILVA, M.F.; COSTA, N.A.P.; SILVA, C.A.; CARVALHO, M.F. Agricultura de precisão no estudo dos atributos químicos do solo e da produtividade de lavoura cafeeira, **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 59-67, jan./abr. 2012.
- FIORAVANÇO, J. C. MAÇÃ BRASILEIRA: Da importação à auto-suficiência e exportação - A tecnologia como fator determinante. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.39, n.3, p.56-67, 2009.
- KONOPATZKI, S.R. M.; SOUZA, S.G.E.; NOBREGA, P.H.L.; OPAZO, U.A.M.;
- SUSZEK, G. Variabilidade espacial da produtividade e outros parâmetros associados com pés de pera. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.381-392, mar./abr. 2012
- LANDIM, B.M.P QUARTEZANI, Z.W.; ZIMBACK, L.R.C.; OLIVEIRA, B.R. Eficiência da cokrigagem na estimativa da produtividade do café conilon. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 26, n.1, 2011, p.113-125.