

## DEFINIÇÃO DA MALHA DE AMOSTRAGEM DO TEOR FOLIAR DE CLOROFILA EM VIDEIRA PARA OBTENÇÃO DE ZONAS DE MANEJO

ELIEL F. DO NASCIMENTO<sup>1</sup>, LUIS H. BASSO<sup>2</sup>, ALESSANDRA F. DA SILVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tecnólogo em Viticultura e Enologia, Me., Professor, IF Sertão PE/Petrolina-PE, elielpet@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE.

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Me., Pós-Graduanda, UNESP/Botucatu-SP.

Apresentado no  
XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2013  
04 a 08 de Agosto de 2013 - Fortaleza - CE, Brasil

**RESUMO:** A definição do número de amostras necessárias para representar adequadamente a variabilidade espacial dos atributos da planta é importante para a aplicação da agricultura de precisão. Este trabalho foi desenvolvido em 2012 em Petrolina – PE com o objetivo definir a malha de amostragem do teor foliar de clorofila total em videira irrigada, para obtenção de zonas de manejo. As medidas foram realizadas em 4 datas ao longo do ciclo, utilizando um medidor portátil de clorofila, em folhas completamente expandidas e com bom aspecto fitossanitário. Os dados das diferentes datas e intensidades amostrais foram submetidos à análise geoestatística, interpolação por krigagem e geração de mapas de contorno, que auxiliaram na delimitação e avaliação das diferentes zonas homogêneas do teor de clorofila. Foi definido o número de amostras necessárias para delimitar com confiabilidade as zonas homogêneas para o manejo da cultura, de modo praticável pelo produtor agrícola.

**PALAVRAS-CHAVE:** semiárido, clorofilômetro, agricultura de precisão

## DEFINITION OF SAMPLING GRID OF FOLIAR CHLOROPHYLL CONTENT IN GRAPEVINE TO OBTAIN MANAGEMENT ZONES

**ABSTRACT:** The definition of the necessary number of samples to adequately represent the spatial variability of plant attributes is crucial for the feasibility of precision agriculture. This work was carried out in 2012 in Petrolina, Pernambuco State, Brazil, to analyze the different sampling grid of leaf total chlorophyll content in an irrigated grapevine orchard towards delimitation of management zones. Measurements were provided in 4 dates by a hand-portable chlorophyll meter, in developed leaves with good phytosanitary conditions. Data from different times and sampling grids were analyzed by geostatistics, followed interpolation by kriging and generation of contour maps, which supported the delimitation and evaluation of different homogeneous zones of chlorophyll content. It was possible to define the necessary number of samples to define with reliability the homogeneous zones for plant management, in a way that can be performed by the grower.

**KEYWORDS:** semi-arid, chlorophyll meter, precision agriculture

**INTRODUÇÃO:** A definição do número de amostras necessárias para representar adequadamente a variabilidade espacial dos atributos da planta é importante para a aplicação da agricultura de precisão. Segundo Carvalho et al. (2002), uma vez definida a população objeto de estudo, necessita-se escolher a melhor maneira de estudar algumas de suas características. Nesse caso, delimita-se a observação a uma amostra da população, a qual deve reproduzir, o mais fielmente possível, suas características, com um número mínimo de amostras para estimar o valor médio com determinada exatidão. Segundo Amarante et al. (2009), as determinações de clorofila em folhas de videira são utilizadas em estudos fisiológicos e agrônômicos para avaliar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, e as repostas das plantas às técnicas de manejo que visam a aumentar o potencial fotossintético e de rendimento. O uso de equipamentos portáteis e de ferramentas geoestatísticas permite a rápida determinação de zonas de manejo no campo. Dessa forma, este estudo foi desenvolvido para avaliar a variabilidade espacial

de diferentes intensidades amostrais do teor foliar de clorofila total em videira de mesa irrigada em Petrolina - PE.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi realizado no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Núcleo 5, em Petrolina-PE (lat.: 9° 23' 12,8" S, long.: 40° 39' 13,8" O, alt.: 394 m). A área apresenta um solo classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2006). O pomar de videira cv. Thompson Seedless sobre o porta-enxerto SO4 foi plantado em abril de 2004 no espaçamento de 4 x 2,5 m, e as plantas foram conduzidas no sistema de latada. O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com 1 difusor por planta. Para a medição do teor foliar de clorofila total foi utilizado um medidor portátil digital. As leituras foram realizadas em folhas completamente desenvolvidas e com bom aspecto fitossanitário, nos dias 16/17 de maio de 2012 (57/58 dias após a poda de produção - dapp, início de crescimento do fruto), 13/14 de junho de 2012 (85/86 dapp, parada de crescimento do fruto) e 2/3 de julho de 2012 (104/105 dapp, início do amadurecimento do fruto), entre plantas na linha de cultivo, de modo que o espaçamento entre cada ponto de amostragem fosse de 5,0 m. A colheita da área foi iniciada em 17 de julho de 2012 (120 dias após a poda de produção). Os dados foram submetidos a análise por meio do software GS+ 7,0 para determinar a dependência espacial. O índice de dependência espacial (IDE) dos atributos, que é dado por  $[C/(C_0+C)]*100$ , foi determinado e classificado, segundo Zimback (2001), como baixo ( $IDE < 25\%$ ), moderado ( $25\% < IDE < 75\%$ ) e forte ( $IDE > 75\%$ ). Posteriormente, as zonas homogêneas quanto ao teor foliar de clorofila total foram determinadas. Para as análises dos dados foram considerados cinco intensidades de amostragem de clorofila total (810, 410, 180, 90 e 45 pontos).

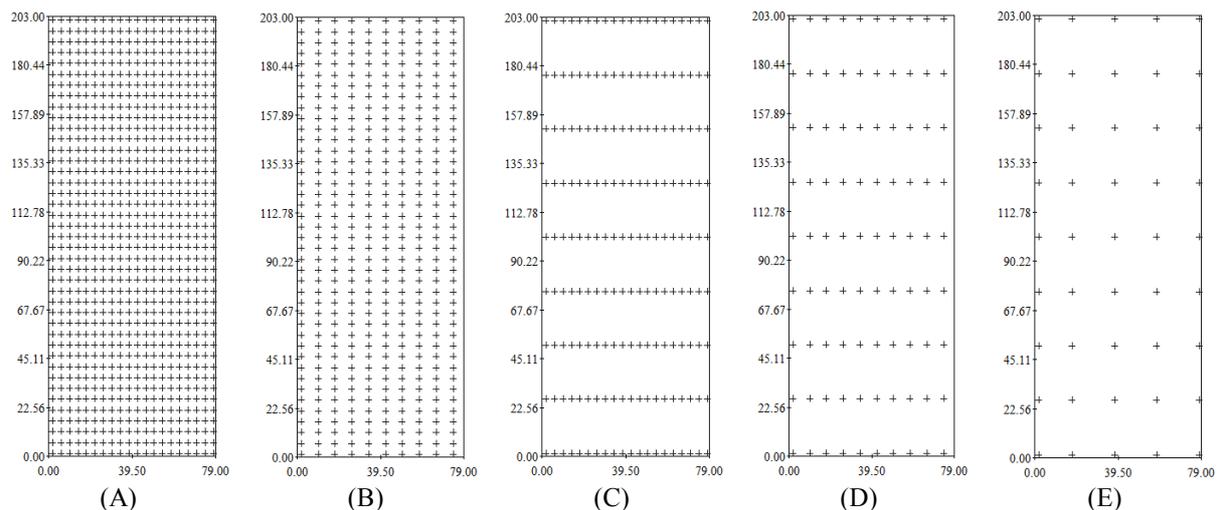


FIGURA 1. Croqui das diferentes intensidades de amostragem da clorofila total: A (820), B (410), C (180), D (90) e E (45).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na tabela 1 estão apresentados os parâmetros geoestatísticos para os diferentes períodos de avaliação e intensidades amostrais na cultura da videira. Os modelos matemáticos que melhor se ajustaram aos dados coletados foram o esférico e o gaussiano. O modelo matemático exponencial foi observado em um único momento (57/58 dapp) ao utilizar a densidade amostral de 180 pontos. A variação na intensidade amostral não influenciou no ajuste matemático adequado para os números de pontos testados e período de avaliação aos 85/86 dapp. As intensidades amostrais e períodos de avaliação analisados apresentaram IDE variando entre moderado e forte, apresentando um único ajuste com dependência espacial fraca.

TABELA 1. Estimativa dos parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados para o teor foliar de clorofila total aos 57/58, 85/86 e 104/105 dias após a poda de produção (dapp) da videira de mesa, nas intensidades amostrais de 820, 410, 180, 90 e 45 pontos.

dapp	Pontos	Modelo	A (m)	Co	Co + C	IDE (%)	r <sup>2</sup>
57/58	820	esférico	83,6	8,98	17,27	47,9	95,7
	410	esférico	87,0	9,45	16,79	43,7	95,4
	180	exponencial	114,0	9,30	18,61	50,0	83,6
	90	efeito pepita puro	-	-	-	-	-
	45	efeito pepita puro	-	-	-	-	-
85/86	820	gaussiano	62,4	18,20	80,94	77,5	98,2
	410	gaussiano	65,5	17,80	73,27	75,7	98,2
	180	gaussiano	89,37	32,40	90,98	64,4	99,0
	90	gaussiano	68,76	26,80	68,06	60,6	99,8
	45	gaussiano	88,68	14,10	74,48	81,1	93,7
104/105	820	esférico	45	14,62	18,88	22,5	96,7
	410	esférico	56	13,12	18,7	29,8	96,1
	180	efeito pepita puro	-	-	-	-	-
	90	efeito pepita puro	-	-	-	-	-
	45	efeito pepita puro	-	-	-	-	-

A - alcance; Co - efeito pepita; Co + C - patamar; IDE - índice de dependência espacial ; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação

Os mapas da distribuição espacial do teor foliar de clorofila total aos 57/58 dapp (figura 1) mostra que esse atributo foi superior no lado esquerdo da área, pois a sequência da poda da videira ocorreu da esquerda para a direita (fileiras 1 à 20), e teve duração de 5 dias. É possível a redução do número de amostras no campo para 180 pontos, sem redução do IDE e com a mesma tendência de distribuição espacial vista com 820 pontos. As amostragens com 90 e 45 pontos resultaram em efeito pepita puro.

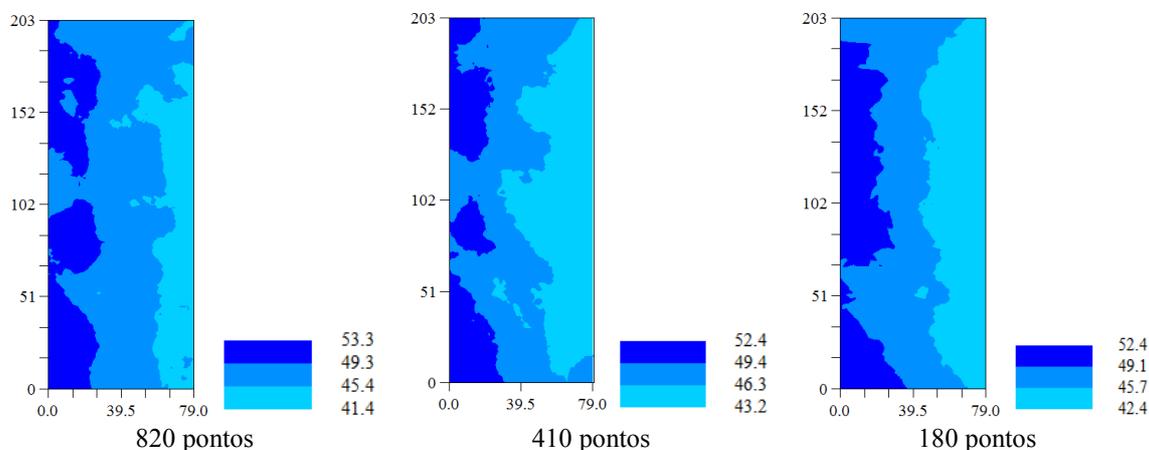


FIGURA 1. Distribuição espacial da clorofila total aos 57/58 dias após a poda de produção, em diferentes densidades amostrais.

O teor de clorofila total aos 85/86 dapp foi menor nas fileiras do lado esquerdo e maior no lado direito do mapa (figura 2), pois houve a redução do nível de clorofila em função da senescência natural das folhas da videira ao longo do ciclo. Folhas jovens de videira em expansão mostram uma curva de crescimento sigmoideal, sendo a concentração de clorofila máxima alcançada quando elas atingem o tamanho máximo, o que ocorre de 30 a 40 dias após seu desdobramento do ápice. Como a poda iniciou à esquerda da área, a degradação da clorofila iniciou nesse lado. A tendência na distribuição espacial do atributo em todas as intensidades amostrais foi a mesma, sem redução do IDE, ao contrário do ocorrido aos 57/58 dapp. Nesta fase da videira (parada de crescimento do fruto), é possível reduzir a amostragem para 45 pontos.

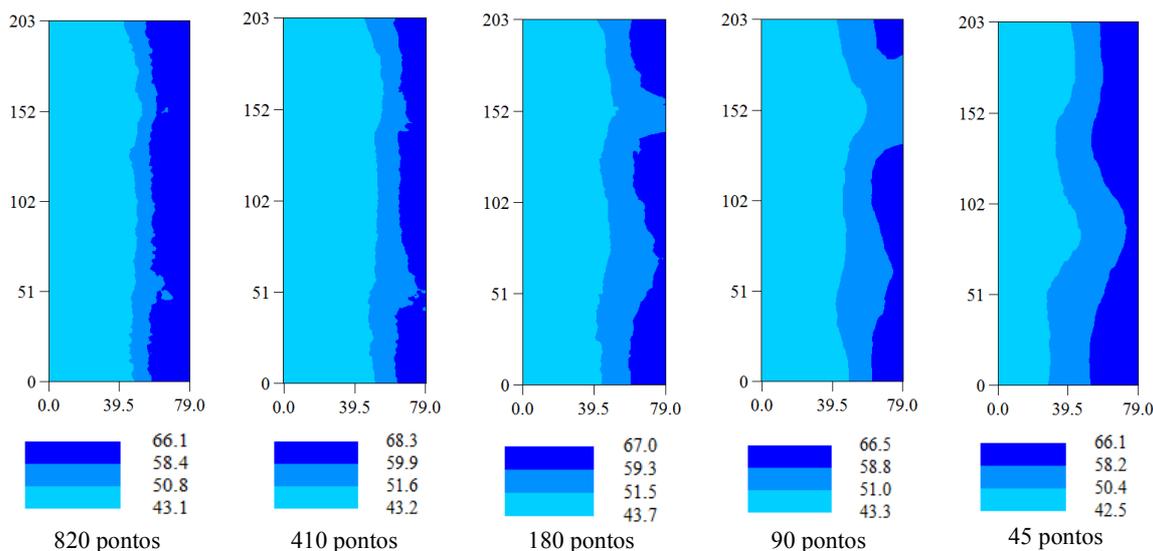


FIGURA 2. Distribuição espacial do teor foliar de clorofila total aos 85/86 dias após a poda de produção, em diferentes intensidades amostrais.

Aos 104/105 dapp (figura 3), os valores de clorofila total foram menores, pela degradação natural da clorofila, mais intensa nessa fase final da maturação. Somente as amostragens com 820 e 410 pontos possibilitaram a geração de mapas; para as demais ocorreu efeito pepita puro. A redução do número de amostras nessa fase é somente para 410 pontos.

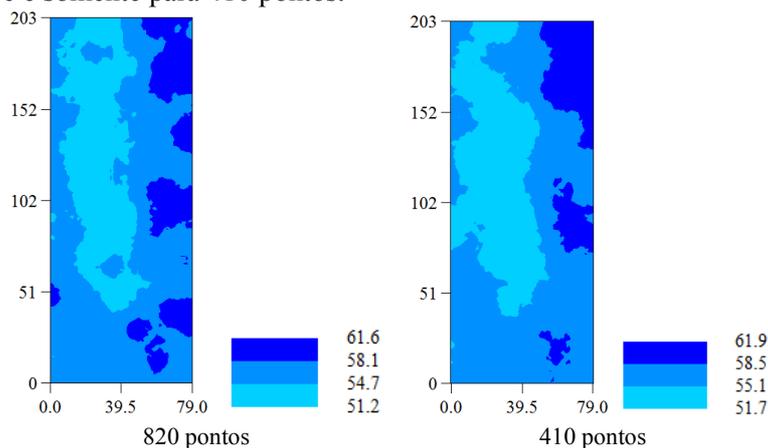


FIGURA 3. Distribuição espacial da clorofila total aos 104/105 dias após a poda de produção, em diferentes densidades amostrais.

**CONCLUSÕES:** O número mínimo de amostragem do teor foliar de clorofila total para a geração de mapas de zonas de manejo variou ao longo do ciclo da videira, sendo recomendado o mínimo de 410 pontos para a área em questão.

## REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C.V.T.; ZANARDI, O.Z.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C.A.; ERHART, J.; ALMEIDA, J.A. Quantificação da área e do teor de clorofilas em folhas de plantas jovens de videira 'Cabernet Sauvignon' mediante métodos não destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p.680-686, 2009.
- CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S.R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8, p.1151-1159, 2002.
- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa SPI, Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114f. Tese (Livres-Docência em Levantamento do solo e Fotopedologia) -Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.