

ESTUDO DA MELHOR MALHA AMOSTRAL PARA O CAFEIEIRO SOB PIVÔ CENTRAL

VANESSA CASTRO FIGUEIREDO¹; GABRIEL ARAÚJO E SILVA FERRAZ²; FABIO MOREIRA DA SILVA³, JOSÉ ANJO ARCHANJO DE CASTRO⁴

¹Eng. Agrônoma, Doutoranda em Eng. Agrícola, Bolsista Fapemig, Universidade Federal de Lavras/UFLA, Lavras-MG, vcfigueiredo.agro@gmail.com

²Eng. Agrícola, Prof. Dpto. Engenharia/UFLA, gabriel.ferraz@deg.ufla.br

³Eng. Agrícola, Prof. Dpto. Engenharia/UFLA, famsilva@ufla.br

⁴Graduando em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Lavras/UFLA, joseanjoarchanjo@yahoo.com.br

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: A agricultura de precisão vem se expandindo e, para implantação desta tecnologia torna-se necessário a formação de malhas amostrais. Assim, o objetivo do trabalho foi aplicar uma metodologia para avaliar a qualidade de malhas amostrais e definir a que melhor caracterize a variabilidade espacial da lavoura cafeeira. Para testar a metodologia, realizou-se um experimento em 2013/2014 na fazenda Três Pontas, Presidente Olegário/MG, em um pivô de 112 ha, cultivar Catuaí 144. Demarcaram-se na área 224 pontos georreferenciados para testar os atributos fósforo e potássio. A metodologia propõe o índice de exatidão, de precisão e o Indicador de Malha Ótima para escolha da melhor malha. Para testar a aplicação dos índices foram utilizadas 4 malhas (de 0,5 com 224 pontos georreferenciados, de 1,0 com 112 pontos, de 1,5 com 79 pontos e de 2,0 com 57 pontos). A partir dos resultados, tanto para o P, como para o K a melhor malha, com maior IMO foi a de 0,5. Concluindo que a malha 0,5; com grade amostral de 2,0 pontos/ha representou com mais exatidão e precisão os atributos e que a escolha de uma malha amostral é de fundamental importância para a confiabilidade da aplicação das técnicas de cafeicultura de precisão.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, Agricultura de Precisão, *Grids* amostrais.

STUDY OF BEST KNITTING SAMPLE FOR COFFEE IN CENTRAL PIVOT

ABSTRACT: Precision agriculture is expanding and, for implantation of this technology it is necessary to the formation of sample knitting. The objective of this study was to apply a methodology to assess the quality of sample knitting and define what the best characterize the spatial variability of the coffee crop. To test the methodology, was conducted an experiment in 2013/2014 on the farm Três Pontas, Presidente Olegário/MG, in a pivot 112 ha, Catuaí 144. Delimited in the area 224 points georeferenced to test phosphorus and potassium attributes. The methodology proposes the accuracy index, precision and the great knit indicator to choose the best knit. To test the application of the parameters were used 4 knits (0,5 with 224 georeferenced points, 1,0 with 112 points, 1,5 with 79 points and 2.0 with 57 points). From the results, both for P and to K the best knit, with greater IMO was the 0.5. Concluding that the knit 0.5; with sample grid of 2,0 points/ha represented with more accuracy and precision attributes and that the choice of a sampling grid is of fundamental importance to the reliability of the application of precision coffee techniques.

KEYWORDS: *Coffea arabica*, Precision Agriculture, Sampling grids.

INTRODUÇÃO: O café tem uma importância muito grande na história do Brasil, sendo um dos principais produtos agrícolas. As rápidas transformações que a agricultura vem sofrendo nas últimas décadas tornaram a atividade altamente competitiva. A cada dia, produtores investem ainda mais em

tecnologias e práticas que possibilitem o aumento da produtividade e conseqüentemente, crescimento da renda (INAMASU, 2011). Associado a isto está a Cafeicultura de Precisão, tecnologia que aplica os conceitos da agricultura de precisão para a cultura do cafeeiro, fundamentada no conjunto de técnicas que explora a variabilidade espacial e temporal da área, através de informações georreferenciadas, possibilitando decisões mais precisas, acuradas e de forma mais sustentável, buscando a redução de custos e impactos ao meio ambiente. Porém para o entendimento da variabilidade espacial da lavoura é preciso uma grande quantidade de informações, as quais podem ser obtidas a partir de amostragens. Tais amostragens, principalmente referente às malhas amostrais, que geram discussões entre cientistas e técnicos que ainda não possuem padrões bem estabelecidos para a cafeicultura. Desta forma, o objetivo do trabalho foi aplicar uma metodologia para avaliar a qualidade de malhas amostrais e definir a que melhor caracterize a variabilidade espacial da lavoura cafeeira.

MATERIAL E MÉTODOS: Para testar a metodologia, realizou-se um experimento na fazenda Três Pontas, município de Presidente Olegário/MG, em uma área de 112 hectares de lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.) da cultivar Catuaí 144, no espaçamento de 4,0 x 0,5m, totalizando 5000 plantas.ha⁻¹. Demarcou-se na área de estudo, com a utilização do GPS topográfico (com erro médio de 10 cm) 224 pontos amostrais georreferenciados (em média 2,0 pontos por hectare) e os atributos químicos do solo testados foram: fósforo e potássio, amostrados em pontos georreferenciados. Dentro da metodologia, para avaliar a qualidade das malhas amostrais Ferraz (2012) propõe dois índices: o de exatidão (IE) para determinar a exatidão entre as malhas testadas e o de precisão (IP) que compara a precisão entre as diferentes malhas testadas. Tanto o valor do IE como o IP varia de zero a um, sendo que quanto mais próximo de um mais exata e ou precisa é a malha amostral e quanto mais próximo de zero mais inexata e ou imprecisa é a malha. Para a escolha da melhor malha amostral (malha ótima) dentre as malhas em estudo, utilizou o Indicador de Malha Ótima (IMO) que leva em consideração a ponderação entre o índice de exatidão e de precisão. Este índice (IMO), também varia de zero a um e quanto mais próximo de um (ou 100%) melhor a malha e quanto mais próximo de zero (0%) pior é a malha. Para se testar a aplicação do IE, IP e IMO, foram utilizadas 4 malhas amostrais, a malha de 0,5 com 224 pontos amostrais georreferenciados, a malha de 1,0 com 112 pontos, a malha de 1,5 com 79 pontos e a malha de 2,0 tinha 57 pontos amostrais georreferenciados.

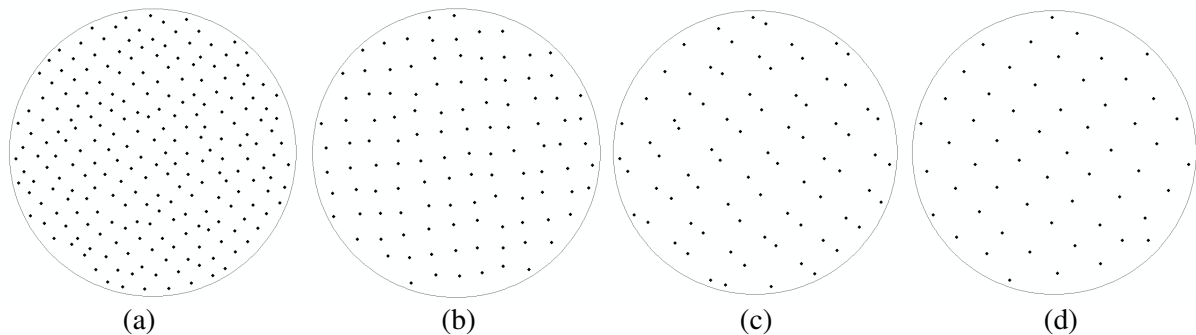


FIGURA 1. Malhas amostrais testadas: (a) Malha de 0,5; (b) Malha de 1,0; (c) Malha de 1,5 e (d) Malha de 2,0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os atributos do solo fósforo (P) e potássio (K) para cada malha amostral em estudo foram submetidos à avaliação da dependência espacial, e foi possível quantificar a magnitude da dependência destes atributos. O efeito pepita é um importante parâmetro do semivariograma e indica variabilidade não explicada. Para o atributo P o efeito pepita variou no ano de 2013 de 678,02 a 1307,80; em 2014 esta variação foi de 1395,83 a 2100,03. Já para o atributo K, este variou nos anos de 2013 e 2014 de 0,8604 a 1,1620 e 0,9655 a 1,3097 respectivamente, parâmetro não muito similar aos resultados de Ferraz (2012) encontrando para o atributo P efeito pepita entre zero e 224,51 e para o atributo K efeito pepita variando de 134,65 à 891,21. Tal variação entre autores pode ser devido ao diferente tamanho de áreas estudadas. Os valores do alcance relativos aos

semivariogramas têm uma importância considerável na determinação do limite da dependência espacial, o que pode ser também um indicativo do intervalo entre unidades de mapeamento de solos (TRANGMAR; YOST; UEHARA, 1985). Os atributos estudados apresentaram diferentes alcances de dependência espacial, onde o P teve seu alcance variando em 2013/2014 de 166,31 até 1093,16 m. E o K obteve uma variação no alcance entre os anos estudados de 167,95 à 1093,17 m. Ao ajustar o semivariograma para cada uma das malhas amostrais e encontrar os valores da validação, aplicou-se a avaliação dos índices (IE e IP) e do indicador. Observando maiores índices de exatidão e precisão, tanto para o P como para o K para a malha de 0,5. O Indicador de Malha Ótima (IMO) também apontou a Malha de 0,5 como a melhor malha para representar o teor de P e K no solo (maior IMO).

TABELA 1 Parâmetros estimados pelo semivariograma ajustado pelo método dos Mínimos Quadrados Ponderados e pelo modelo esférico para o atributo Fósforo (P) em 2013.

Malha	NPG	C ₀	C ₁	C ₀ + C ₁	a	GD	EA	DP _(EA)	IE	IP	IMO	
0,5	224	1013,14	247,54	1260,68	229,91	80,36	Fra	0,2176	35,36	0,7344	0,1160	42,52
1,0	112	1034,43	203,72	1238,15	1075,13	83,55	Fra	0,1453	33,21	0,8226	0,1698	49,62
1,5	79	1307,80	65,73	1373,53	346,44	95,21	Fra	0,8192	40,00	0,0000	0,0000	0,00
2,0	57	678,02	273,06	951,08	252,70	71,29	Mod	0,5836	30,20	0,2876	0,2450	26,63

NPG–Número de Pontos da Malha Amostral; C₀–Efeito Pepita; C₁–Contribuição; C₀+C₁–Patamar; a–alcance; GD–Grau de Dependência Espacial; EA–Erro Absoluto; DP_{EA}–Desvio Padrão do Erro Absoluto; IE–Índice de Exatidão; IP–Índice de Precisão; IMO–Indicador de Malha Ótima; For–Forte; Mod–Moderado.

TABELA 2 Parâmetros estimados pelo semivariograma ajustado pelo método dos Mínimos Quadrados Ponderados e pelo modelo esférico para o atributo Fósforo (P) em 2014.

Malha	NPG	C ₀	C ₁	C ₀ + C ₁	a	GD	EA	DP _(EA)	IE	IP	IMO	
0,5	224	2100,03	103,0235	2203,05	166,3124	95,32	Fra	0,6053	46,7332	0,5858	0,0116	29,87
1,0	112	1395,83	833,8700	2229,7	174,1200	62,60	Mod	0,7944	47,2809	0,4564	0,0000	22,82
1,5	79	1941,97	0,0000	1941,97	1093,1654	100,00	Fra	1,4615	43,3057	0,0000	0,0841	4,20
2,0	57	2008,40	0,0000	2008,40	434,9342	100,00	Fra	1,1827	46,1305	0,1908	0,0243	10,75

NPG–Número de Pontos da Malha Amostral; C₀–Efeito Pepita; C₁–Contribuição; C₀+C₁–Patamar; a–alcance; GD–Grau de Dependência Espacial; EA–Erro Absoluto; DP_{EA}–Desvio Padrão do Erro Absoluto; IE–Índice de Exatidão; IP–Índice de Precisão; IMO–Indicador de Malha Ótima; For–Forte; Mod–Moderado.

TABELA 3 Parâmetros estimados pelo semivariograma ajustado pelo método dos Mínimos Quadrados Ponderados e pelo modelo esférico para o atributo Potássio (K) em 2013.

Malha	NPG	C ₀	C ₁	C ₀ + C ₁	a	GD	EA	DP _(EA)	IE	IP	IMO	
0,5	224	1,0397	0,2448	1,2845	232,17	80,942	Fra	0,0015	1,1104	0,8214	0,0472	43,43
1,0	112	1,0780	0,3094	1,3874	250,23	77,6993	Fra	0,0012	1,1654	0,8571	0,0000	42,86
1,5	79	1,1620	0,0301	1,1921	1093,17	97,475	Fra	0,0084	1,0882	0,0000	0,0662	3,31
2,0	57	0,8604	0,2365	1,0969	348,84	78,4392	Fra	0,0010	1,0228	0,8810	0,1224	50,17

NPG–Número de Pontos da Malha Amostral; C₀–Efeito Pepita; C₁–Contribuição; C₀+C₁–Patamar; a–alcance; GD–Grau de Dependência Espacial; EA–Erro Absoluto; DP_{EA}–Desvio Padrão do Erro Absoluto; IE–Índice de Exatidão; IP–Índice de Precisão; IMO–Indicador de Malha Ótima; For–Forte; Mod–Moderado.

TABELA 4 Parâmetros estimados pelo semivariograma ajustado pelo método dos Mínimos Quadrados Ponderados e pelo modelo esférico para o atributo Potássio (K) em 2014.

Malha	NPG	C ₀	C ₁	C ₀ + C ₁	a	GD	EA	DP _(EA)	IE	IP	IMO	
0,5	224	0,9918	0,2245	1,2163	167,9524	81,54	Fra	0,0066	1,0869	0,8821	0,2106	54,64
1,0	112	0,9655	0,5287	1,4942	522,0430	64,62	Mod	0,0152	1,0488	0,7286	0,2382	48,34
1,5	79	1,2406	0,4602	1,7008	272,0000	72,94	Mod	0,0259	1,2387	0,5375	0,1003	31,89
2,0	57	1,3097	0,6319	1,9416	258,2599	67,45	Mod	0,0560	1,3768	0,0000	0,0000	0,00

NPG–Número de Pontos da Malha Amostral; C₀–Efeito Pepita; C₁–Contribuição; C₀+C₁–Patamar; a–alcance; GD–Grau de Dependência Espacial; EA–Erro Absoluto; DP_{EA}–Desvio Padrão do Erro Absoluto; IE–Índice de Exatidão; IP–Índice de Precisão; IMO–Indicador de Malha Ótima; For–Forte; Mod–Moderado.

CONCLUSÕES: Os índices permitiram a observação da exatidão e precisão das malhas amostrais e o IMO permitiu identificar a malha que melhor representa a variabilidade espacial dos atributos no campo. A malha 0,5, ou seja, com grade amostral de 2 pontos/ha representou com mais exatidão e precisão os atributos Fósforo e Potássio. Os resultados apresentados evidenciaram que a escolha de uma malha amostral é de fundamental importância para a confiabilidade da aplicação das técnicas de cafeicultura de precisão.

REFERÊNCIAS

FERRAZ, G. A. S. **CAFEICULTURA DE PRECISÃO:** Malhas amostrais para o mapeamento de atributos do solo, da planta e recomendações. 2012. 134p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

INAMASU, R. Y. et al. **Agricultura de Precisão:** um novo olhar. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011. 334 p.

TRANGMAR, B. B.; YOST, R. S.; UEHARA, G. Applications of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, New York, v. 38, n. 1, p. 45-94, 1985.