

Análise de Componentes Principais para Definição de Zonas de Manejo em Agricultura de Precisão

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

OLIVEIRA A.C., FRANÇA G.E.², AVELAR G. E MANTOVANI, E.C.²

Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424 km 65, CP 151, Sete Lagoas, MG, 35701-970
oliveira@cnpmc.embrapa.br, franca@cnpmc.embrapa.br, gisela@cnpmc.embrapa.br,
evandro@cnpmc.embrapa.br

Palavras-chave: Análise de cluster, componentes principais, variabilidade espacial.

Introdução

A heterogeneidade do solo, principalmente quanto a fertilidade e propriedades físicas, têm sido consideradas como as principais causas da variabilidade espacial no rendimento das culturas. O manejo uniforme de áreas heterogêneas, como na Agricultura Convencional, conduz a perda de eficiência no sistema produtivo. Isto é relatado por vários autores como uma prática inconveniente resultando em aumento de custos de produção, redução de lucros e prejuízos ao meio ambiente (França et al., 2001). As técnicas de Agricultura de Precisão tem sido consideradas como medidas de fundamental importância para minimizar esses problemas e aumentar a eficiência do sistema em grandes áreas de produção.

O estabelecimento de "zonas de manejo" é uma estratégia importante no processo de adoção das técnicas de Agricultura de Precisão. Esse processo pressupõe a estratificação da área a ser cultivada em sub-áreas tão homogêneas quanto possíveis com base em mapas de colheita, atributos físicos e químicos do solo, altitude, declive, drenagem, fotografia aérea, histórico da área, condutividade elétrica, etc. (França et al., 2001). O passo a seguir é a definição de um programa específico de práticas agrônômicas, para cada zona, de modo a se evitar os inconvenientes de um tratamento uniforme de toda a gleba.

Vários métodos estatísticos, aplicados a variáveis do solo e ao rendimento, têm sido utilizados para a definição das zonas de manejo. O método da redução na variância, o algoritmo fuzzy k-means (Tou e Gonzalez, 1974) e a análise de componentes principais foram utilizados por Fridgen et al. (2000), em milho, sorgo e soja. França et al. (2001) utilizaram o aplicativo FuzMe, desenvolvido no Centro Australiano de Agricultura de Precisão (Boydell & McBratney, 1999) e o método da redução na variância para a definição de zonas de manejo em uma área de 38 ha, cultivada com milho. Os autores verificaram que a utilização do aplicativo Fuzzy de agrupamento, com base na condutividade elétrica do solo e na altitude, resultou em cinco zonas de manejo, enquanto que o método da redução na variância, considerando-se o rendimento de grãos, resultou em 8 zonas.

Este trabalho tem o objetivo de verificar a eficiência da técnica multivariada de

componentes principais, aplicada sobre variáveis do solo, na validação de zonas de manejo estabelecidas, com base na condutividade elétrica e altitude, em um solo LV_d cultivado com milho.

Material e Métodos

Os dados de solos foram obtidos em uma área de 38 ha, irrigada por pivô central em latossolo-vermelho escuro distrófico (LV_d) textura argilosa, no município de Sete Lagoas, MG.

Para validar as zonas de manejo, obtidas por França et al. (2001), a técnica multivariada de componentes principais foi aplicada a 9 variáveis químicas do solo, condutividade elétrica e altitude. Utilizaram-se os mesmos dados obtidos por França et al. (2001), ou seja, 588 amostras coletadas na profundidade de 0 – 20cm em malha de 25m x 25m. As seguintes variáveis do solo foram consideradas : pH em água, H+Al (cmolc.dm⁻³), Al (cmolc.dm⁻³), Ca (cmolc.dm⁻³), Mg (cmolc.dm⁻³), P (mg.dm⁻³), K (cmolc.dm⁻³), MO (dag.kg⁻¹), saturação de bases (V%). A análise de componentes principais foi também aplicada aos dados de produção de grãos em dois anos, cada ano sendo considerado como uma variável. As análises foram desenvolvidas utilizando-se o programa de computador Genes (2001) .

A análise de componentes principais é uma técnica estatística que transforma um conjunto de variáveis correlacionadas em outro conjunto de variáveis não correlacionadas chamadas de componentes principais. Os dois primeiros componentes, que detêm a maior percentagem de variação dos dados, formaram os gráficos onde os pontos identificadores das zonas iniciais (França et al., 2001) foram distribuídos para verificar se a formação de clusters mantinha a mesma estrutura inicial. Posteriormente os gráficos foram comparados com o mapa de produtividade. Em razão do reduzido número de pontos da zona 5, apenas 4 zonas estabelecidas em França et al. (2001), foram consideradas neste trabalho.

O mapa de produtividade foi elaborado utilizando-se o programa Spring (2002).

Resultados e Discussão

As médias das variáveis de solo, altitude e condutividade elétrica, assim como a produtividade média de grãos para as zonas de 1 a 4, definidas por França et al. (2001), mostram, em geral, um comportamento diferenciado da zona 1 em relação as demais zonas. Pode-se observar que para a altitude, HAl, Al, MO, P e produtividade, a zona 1 apresentou valores médios significativamente maiores que as demais zonas. Para os atributos Ca, K e condutividade elétrica, a zona 1 apresentou valores significativamente inferiores e apenas para pH, Mg e saturação de alumínio, não diferiu de uma ou duas das demais zonas (Tabela 1).

A análise de componentes principais aplicada aos atributos do solo, altitude e condutividade elétrica mostrou que 63% da variação total foi explicada pelos dois primeiros componentes. Com exceção da saturação de alumínio e da condutividade elétrica, todas as demais variáveis foram importantes para essa variação, apresentando

coeficiente de correlação acima de 0,50 com um dos dois componentes.

A ilustração gráfica da estrutura dos dados, considerando-se os dois primeiros componentes principais e mostrando a partição das zonas de manejo potenciais, está apresentada na Figura 1. Pode-se observar que os pontos indicadores da zona 1 formam um cluster distinto se diferenciando dos demais pontos, que se apresentam dispersos ou sobrepostos, sem formar outros agrupamentos. Essa estrutura sugere de fato a existência de apenas duas zonas de manejo: uma formada pela zona 1 (zona A) e outra pelo agrupamento das zonas 2, 3 e 4 (zona B), definidas inicialmente por França et al. (2001). Essas duas novas zonas de manejo (A e B) são totalmente distintas, não se verificando nenhuma igualdade entre elas. Observando-se os valores médios das variáveis do solo pode-se verificar que a zona A apresenta H+Al, Al, Mg, satAl, MO e P significativamente superiores a zona B, e pH, Ca e K, significativamente inferiores. A altitude da zona A foi significativamente superior à zona B e a condutividade elétrica significativamente inferior. Essas diferenças afetaram de forma significativa a produtividade das duas zonas. A zona A, com uma produtividade aproximada de 7642 Kg/ha, superou em torno de 11,0% a produtividade apresentada pela zona B (Tabela 1).

A análise de componentes principais, considerando-se as produtividades de dois anos como variáveis, corrobora os resultados apresentados anteriormente (zonas A e B). Pode-se observar pela Figura 2 a formação de apenas dois clusters: uma pelos pontos indicadores da zona 1 e outro pelo conjunto dos demais pontos pertencentes às zonas 2, 3 e 4 iniciais. O mapa de produtividade, elaborado com base nos rendimentos de grãos de dois anos, corroboram igualmente com a proposta de apenas duas zonas: zona A (zona 1) e Zona B (Zonas 2, 3 e 4) (Figura 3).

Conclusão

A análise de componentes principais, aplicada sobre variáveis do solo, apresentou-se como uma técnica adequada para validar a definição de zonas de manejo, inicialmente estabelecidas com base na condutividade elétrica e altitude.

Referências Bibliográficas

- BOYDELL, B., McBRATNEY, A. B. Identifying potential within-field management zones from cotton yield estimates. In: J.V. STAFFOORD. Precision agriculture 99, 2nd European Conf. on Precision Agricultural Proc. Odense Congress Centre, Denmark, 1999. P 11-15. SCI, London, UK.
- CRUZ, C.D. Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997. 442p.
- FRANÇA, G.E.; OLIVEIRA, A.C.; INAMASU, R.Y.; MANTOVANI, E.C.; AVELLAR, G.; GOMIDE, R.L.; LUCHIARI Jr. Análise da variabilidade de atributos do solo e

altitude dentro de zonas de manejo. In: BALASTREIRE, L.A. Avanços na Agricultura de Precisão no Brasil no período de 1999/2001. Piracicaba. L.A.Balastreire, 2002. p.82-89.

FRIDGEN, J. J., KITCHEN, N. R. , SUDDUTH, K. A. Variability of soil and landscape attributes within sub-field management zones. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 5nd, 2000, Minneapolis, MN. Proceedings. ASA, CSSA and SSSA, 2000, 16 pages.

SPRING 3.5 - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas. MCT/INPE. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring> Acesso em 03 jun 2002.

Tabela 1 - Médias de atributos do solo, condutividade elétrica, altitude e produção de grãos de milho por zonas de manejo. Sete Lagoas, 2002.

Variável	Zonas de manejo				
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 234**
Nº Obs.	167	148	174	99	421
Altitude (m)	784,4000 aA	763,4000 b	758,5000 c	762,3000 b	767,1500 B
pH	5,4994 cB	5,6932 a	5,6374 ab	5,5656 bc	5,5989 A
HA1	5,3578 aA	3,9759 c	4,0075 c	4,4785 b	4,4549 B
Al	0,2051 aA	0,1037 b	0,0954 b	0,1000 b	0,1261 B
Ca	3,1995 bB	3,8215 a	3,7529 a	3,8428 a	3,6542 A
Mg	0,6563 cA	0,7107 ab	0,6356 c	0,7328 a	0,6839 A
K	0,1979 B	0,3604 c	0,4432 b	0,5092 a	0,3777 A
SatAl	9,8443 abA	9,4763 b	9,9052 ab	11,1212 a	10,0868 A
MO	3,9730 aA	3,0961 b	3,0079 b	3,0195 b	3,2741 B
P	6,3653 aA	2,7500 b	2,3678 b	2,3737 b	3,4642 B
CE	6,1904 bB	7,4750 a	7,4350 a	7,3515 a	7,1130 A
Prod. Grãos* (Kg/ha)	7642,6 aA	6922,4 bc	6796,8 c	7072,6 b	6904,6 B

Médias seguidas de letras minúsculas, ou maiúsculas, na mesma linha não diferem-se, significativamente, ao nível de 5%, pelo teste LSD.

* Produtividade média de dois anos.

** Médias das zonas 2, 3 e 4.

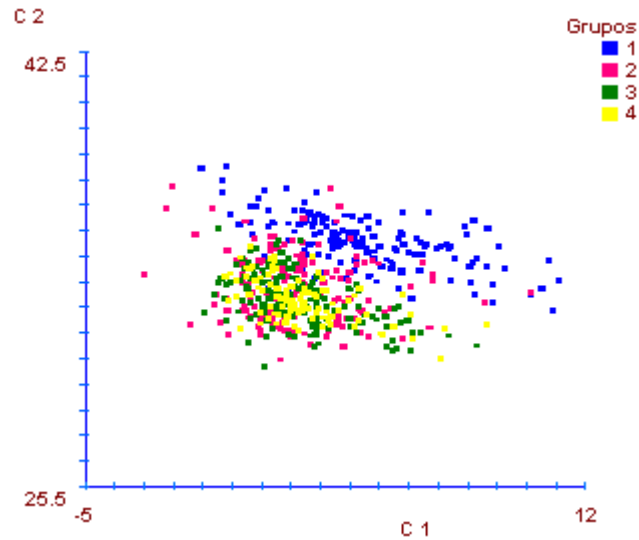


Figura 1. Dispersão dos pontos com base nos dois primeiros componentes principais utilizando-se variáveis do solo, condutividade elétrica e altitude. As cores representam as zonas de manejo iniciais, estabelecidas em França et. al. (2001). Sete Lagoas, MG, 2002.

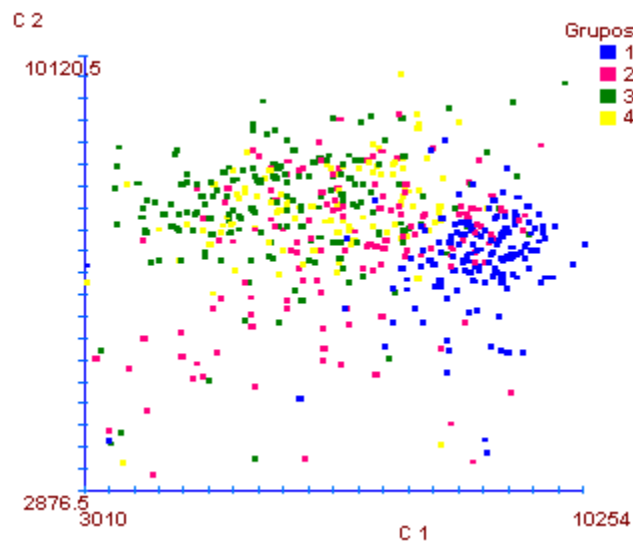


Figura 2. Dispersão dos pontos com base nos dois primeiros componentes principais utilizando-se os dados de rendimento de grãos nos anos 2000 e 2001. As cores representam as zonas de manejo iniciais, estabelecidas em França et. al. (2001). Sete Lagoas, MG, 2002.

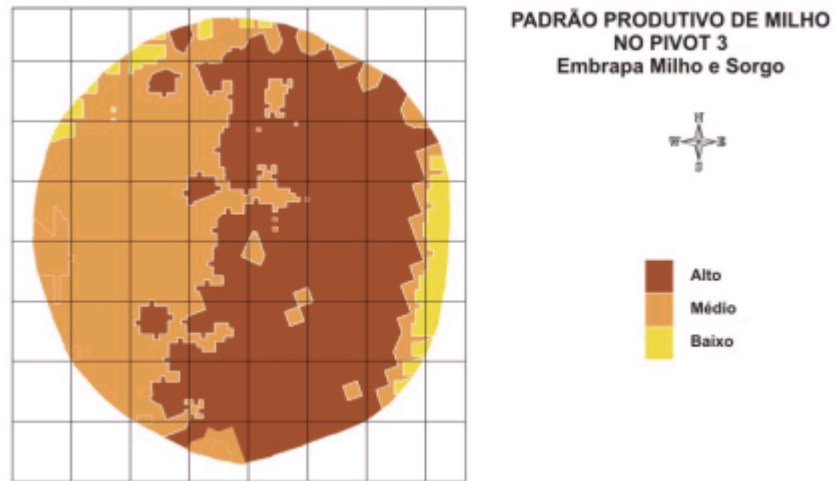


Figura 3. Mapa de produtividade com base nos dados dos anos 2000, e 2002. Sete Lagoas, MG, 2002.