

## **USO DE MATRIZES EXPERIMENTAIS NO ESTUDO DE SUPERFÍCIES DE RESPOSTA, E NA ESTIMATIVA DE DOSES RECOMENDÁVEIS E NÍVEIS CRÍTICOS DE P E S EM CASA DE VEGETAÇÃO <sup>1/</sup>**

Jaime W.V. de Mello <sup>2/</sup>  
Fábio T.T. de Oliveira <sup>3/</sup>  
Victor Hugo Alvarez V. <sup>4/</sup>

### **1. INTRODUÇÃO**

A resposta das plantas a determinado nutriente depende não só do elemento em estudo, mas também de outros fatores, controlados e não controlados. Em razão disso, em estudos de avaliação da resposta das plantas a um nutriente, no solo, por via de regra, procura-se estabelecer condições ótimas para os demais fatores. Tal procedimento, geralmente, não representa a realidade e limita as possibilidades de estudo das interações dos fatores que determinam o rendimento das culturas.

O fósforo e o enxofre, reconhecidamente, dois elementos importantes na nutrição das plantas, interagem, tanto no solo quanto na própria planta, influenciando decisivamente o rendimento das culturas. No solo, são bem conhecidos os efeitos dos fosfatos na adsorção de sulfatos (6, 8). Os efeitos das influências mútuas de P e S no rendimento de algumas plantas podem ser observados nos trabalhos de ALVAREZ V. (1), CRAVO (5) e BRIENZA Jr. (4).

Uma das principais restrições ao estudo da interação de dois ou mais nutrientes é o

---

<sup>1/</sup> Trabalho apresentado na 19ª Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Santa Maria, RS, de 23 a 27.7.1990.

Aceito para publicação em 27.9.1990.

<sup>2/</sup> Departamento de Solos - FAT/URCAMP. 96400 Bagé, RS.

<sup>3/</sup> EMBRAPA-UEPAE. 13560 São Carlos, SP.

<sup>4/</sup> Departamento de Solos da UFV. 36570 Viçosa, MG. (Bolsista do CNPq).

produção máxima são maiores e as doses recomendáveis para 90% da produção máxima e níveis críticos são menores do que para o modelo quadrático. Considerando apenas o modelo raiz quadrada, com melhor ajuste às observações, as doses recomendáveis e os níveis críticos são menores para a matriz “quadrado duplo” a matriz “Box Berard”, porém, aproxima-se mais das recomendações obtidas com todos os dados (matriz “geral”).

No “método de cortes”, no qual a soma dos níveis de P e S tem valor constante em cada corte, ajustam-se equações de regressão em que a matéria seca depende apenas de um dos fatores (P ou S). Nesse caso, foram ajustados os modelos quadrático e raiz quadrada, usando ora P ora S como variáveis independentes. Os resultados constam do Quadro 7 e da Figura 2. Com o modelo quadrático obteve-se o mesmo coeficiente de determinação, qualquer que fosse a variável independente considerada (P ou S), o que indica que as curvas ajustadas eram coincidentes. Isso não se verificou com o modelo raiz quadrada, demonstrando sua inadequação ao estudo de cortes.

Os pontos de máximo das funções quadráticas ajustadas entre os cortes definem os equilíbrios ótimos de P e S. Unindo esses pontos, obtém-se a linha de concentrações relativas ótimas. Os máximos obtidos e a projeção da linha de concentrações relativas ótimas (CRO) sobre o espaço experimental estão representados nas Figuras 2 e 3, respectivamente. A dose de S, para crescimento ótimo, nos diferentes cortes, foi diferente de zero. Nesse aspecto, o “método de cortes” é discordante das demais matrizes testadas. Ainda na Figura 3 estão representados os pontos de máximo e as “isoquantas”, para 90% da produção máxima, obtidos a partir do modelo quadrático ajustado às matrizes “Box Berard” e “geral”.

Considerando que, pelos dados obtidos, a resposta ao S não foi evidente, pode-se supor que o solo apresentava, originalmente, teores de S suficientes para o desenvolvimento das plantas de sorgo, mesmo quando aplicadas altas doses de P. Isso, até certo ponto, invalida os níveis críticos de enxofre obtidos. Nesse particular, as matrizes e modelos pelos quais as doses recomendáveis de S são iguais a zero parecem mais próximos da realidade.

#### 4. CONCLUSÕES

O modelo de regressão raiz quadrada apresentou melhor ajuste às observações e possibilitou estimativas de doses recomendáveis (para  $0,9.Y_{\text{máx.}}$ ) e níveis críticos menores, em relação ao modelo quadrático.

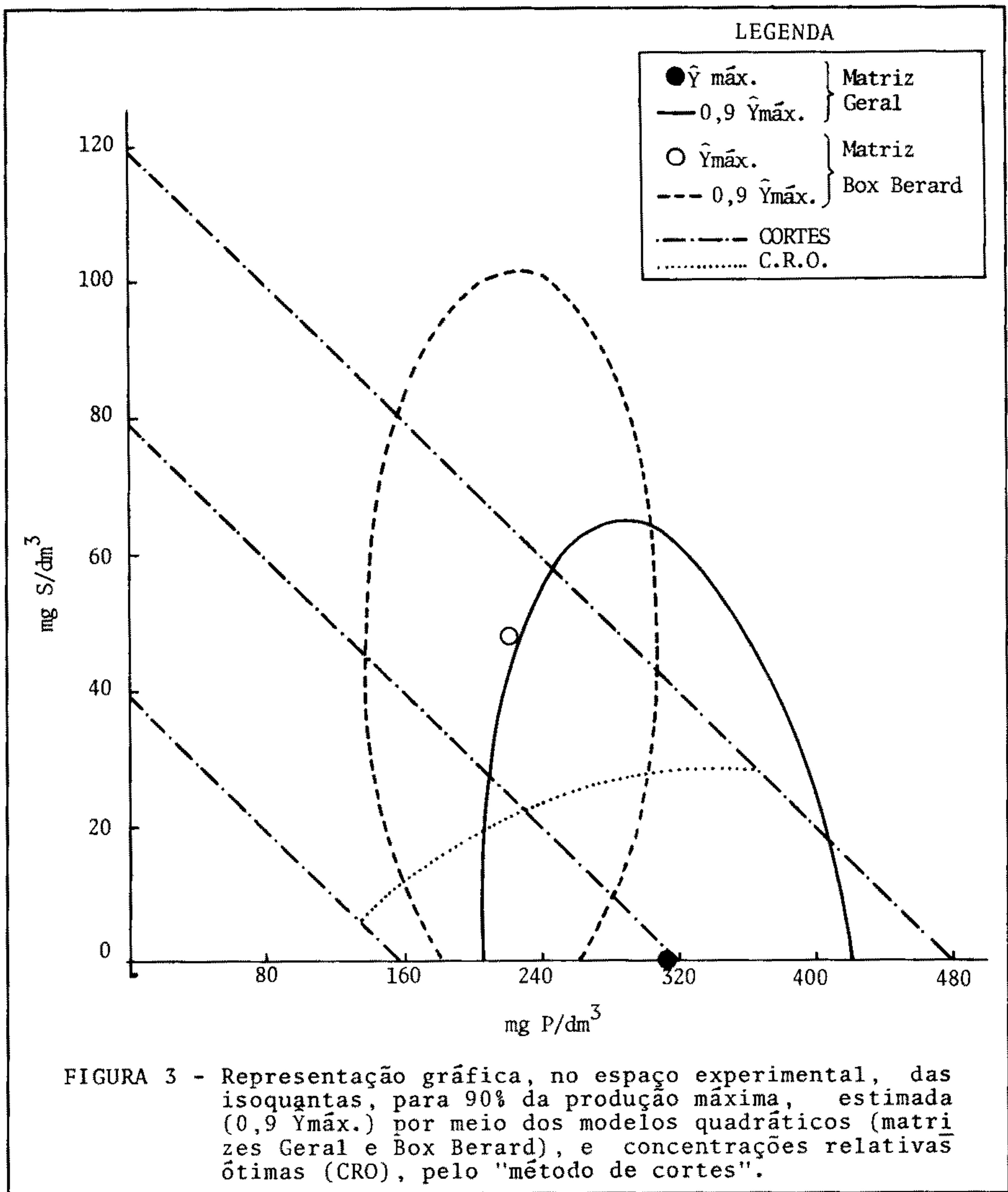
O modelo quadrático incluiu termos relativos à variável enxofre nas equações de regressão, revelando maior sensibilidade para distinguir os efeitos individuais dos fatores em estudo, nas matrizes “Box Berard aumentada 3” e “geral”.

As doses recomendáveis e os níveis críticos de P e S variaram de acordo com o tipo de matriz experimental e com o modelo de regressão considerado.

O modelo de regressão raiz quadrada mostrou-se inadequado ao estudo de equilíbrio ótimos pelo “método de cortes”.

#### 5. RESUMO

O experimento objetivou comparar diferentes matrizes experimentais e modelos de regressão no estudo das superfícies de resposta e na estimativa de doses recomendáveis e níveis críticos de P e S para plantas de sorgo cultivadas em casa de vegetação. Os tratamentos constaram de diferentes combinações de doses de P (0-480 mg/dm<sup>3</sup>) e S (0-120 mg/dm<sup>3</sup>), estabelecidas segundo os critérios das matrizes experimentais “Box



Berard aumentada 3" e "quadrado duplo" e do "método de Cortes", de Richard. As análises estatísticas foram aplicadas a cada uma das matrizes experimentais, sendo as respostas das plantas (peso da matéria seca) ajustadas a modelos de regressão, quadrático e raiz quadrada.

Os resultados obtidos variaram com o tipo de matriz experimental e com o modelo de regressão ajustado. As doses recomendáveis e os níveis críticos estimados diferiram entre matrizes experimentais distintas. De modo geral, o modelo raiz quadrada ajustou-se melhor às observações e possibilitou estimativas de doses recomendáveis (para  $0,9 \cdot \hat{Y}_{\text{máx.}}$ ) e níveis críticos de P e S menores, em relação ao modelo quadrático. Contudo, o modelo raiz quadrada mostrou-se inadequado ao estudo de equilíbrios ótimos pelo "método de cortes".

## 6. SUMMARY

### EXPERIMENTAL MATRICES IN STUDYING GREENHOUSE RESPONSE SURFACES, P AND S RECOMMENDABLE RATES AND CRITICAL LEVEL ESTIMATES)

A greenhouse pot trial was performed in order to compare experimental matrices and regression models in the study of response surfaces, as well as recommendable rates and critical level estimates of P and S for sorghum plants. The treatments were P (0-480 mg/dm<sup>3</sup>) and S (0-120 mg/dm<sup>3</sup>) rates combined according to the experimental matrices: "Box Berard increased 3", "Double Square" and the "Richard's cuts method". A statistical analysis was conducted for each experimental matrix and the independent variable (dry weight) was adjusted to quadratic and square root regression models.

The responses were different for each experimental matrix and adjusted regression model. The recommendable rates and critical level estimates were different for each experimental matrix. Generally the square root models adjusted better to the observations and allowed smaller P and S recommendable rates (to 90% maximum yield) and critical level estimates than did quadratic models. Nevertheless the square root models were unsuitable for the study of optima equilibria in the "cuts method".

## 7. LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ V., V.H. *Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofre em dois latossolos de Minas Gerais*. Viçosa, Univ. Fed. de Viçosa, 1974. 125 p. (Tese de MS).
2. ALVAREZ V., V.H. *Avaliação da fertilidade do solo (Superfícies de resposta - modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta)*. Viçosa, Imprensa Universitária da UFV, 1985. 75 p.
3. BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. *Revista Ceres*, 21: 73-85. 1974.
4. BRIENZA Jr., S. *Níveis críticos de fósforo e enxofre em plantas de sorgo em dois latossolos com níveis variáveis de fertilidade*. Viçosa, Univ. Fed. de Viçosa, 1988. 68 p. (Tese de MS).
5. CRAVO, M.S. *A interação fósforo x enxofre na produção de matéria seca de soja (Glycine max (L.) Merrill) e nos níveis críticos, em três solos de Minas Gerais, com e sem calagem*. Viçosa, Univ. Fed. de Viçosa, 1984. 73 p. (Tese de MS).
6. ENSMINGER, L.E. Some factors affecting the adsorption of sulfate by Alabama soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 18: 259-264. 1954.
7. HOEFT, R.H.; WALSH, L.M. & KEENEY, D.R. Evaluation of various extractants for available soil sulfur. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 37: 401-404. 1973.
8. KAMPRATH, E.J.; NELSON, W.L. & FITTS, J.W. The effect of pH, sulfate and phosphate concentrations on the adsorption of sulfate by soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 20: 463-466. 1956.
9. LEITE, R. de A. *Uso de matrizes experimentais e de modelos estatísticos no estudo do equilíbrio fósforo-enxofre na cultura da soja em amostras de dois latossolos de Minas Gerais*. Viçosa, Univ. Fed. de Viçosa, 1984. 87 p. (Tese de MS).