

EFEITOS DO FÓSFORO E DO ZINCO NO ARROZ DE SEQUEIRO EM LATOSSOLO VERMELHO ESCURO*

PHOSPHORUS AND ZINC EFFECTS ON DRYLAND RICE IN A DARK RED LATOSOL

Rosaura Maria Albuquerque Leão** Osmar Souza dos Santos***

RESUMO

Foi conduzido um experimento em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria, com o objetivo de estudar os efeitos de combinações de doses de fósforo e zinco sobre a produção de massa seca e acumulação de fósforo e zinco na planta do arroz de sequeiro. Utilizou-se vaso de plástico contendo 3,0kg de solo, Latossolo Vermelho Escuro sob vegetação de Cerrado, proveniente de Chapadão do Sul-MS, com teores iniciais de 2,1ppm de P e 0,50ppm Zn (extratores Mehlich e HCl 0,1N, respectivamente). Adotou-se o delineamento blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos constituíram um fatorial 4x4 pela combinação de quatro doses de fósforo (zero, 60, 120 e 180kg/ha de P_2O_5), tendo como fonte o superfosfato triplo, e quatro doses de zinco (zero, 2,5; 5,0 e 10,0kg/ha de Zn), tendo como fonte o sulfato de zinco, aplicados no solo. Os resultados evidenciaram que a produção de massa seca da planta aumentou com a aplicação de doses mais elevadas de P e Zn. A aplicação de fósforo no solo aumentou sua acumulação e a acumulação de zinco na planta e reduziu o teor de zinco na planta e no solo. A aplicação de zinco no solo aumentou sua acumulação e reduziu o teor e acumulação de fósforo na planta. A translocação do fósforo e do zinco não foram afetadas pelos tratamentos.

Palavras-chave: fósforo, zinco, produção de massa seca, acumulação de fósforo, acumulação de zinco.

SUMMARY

A greenhouse experiment was carried out

aiming to observe the effect of different phosphorus and zinc combinations on dry matter production of dryland rice as well to measure phosphorus and zinc accumulation in the plant. It were used samples of dark red latosol cerrado soil with 2.1ppm of P and 0.5ppm of Zn, in plastics containers with 3kg. The treatments were four phosphorus doses (0, 30, 60 e 90ppm P - source superphosphate triple) and four zinc doses (0; 1.25; 2.5 and 5.0ppm Zn - source sulphate zinc) applied in the soil. The experiment was a 4x4 factorial and randomized block design with four replications. It were used IAC-165 rice variety. The results indicated the dry matter production increased with raiser doses of P and Zn. That soil applied phosphorus increased its accumulation and content the zinc in plant, and whereas reduced concentration the zinc on the plant and the soil, while applied Zn on the soil increased its accumulation and reduced the concentration and the accumulation of phosphorus in the plant. The translocation of phosphorus and zinc were'nt affected in the treatments.

key words: phosphorus, zinc, dry matter production, P accumulation, Zn accumulation.

INTRODUÇÃO

Os solos sob vegetação de Cerrado ocupam 1,8 milhões de km^2 ou cerca de 22% do território do Brasil, sendo sua fertilidade muito baixa devido à intensa intemperização, que prevaleceu durante sua formação, apresentando alta acidez e saturação de alumínio, baixa capacidade de troca de cátions e deficiência de diversos nutrientes.

Segundo LOPES (1984) cerca de 92% das amostras analisadas, de solos sob Cerrados, apresentaram menos de 2ppm de P (extrator Mehlich), valor mui-

* Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 97119-900 - Santa Maria, RS.

** Engenheiro Agrônomo, Mestre, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, CCR, UFSM.

*** Engenheiro Agrônomo, Doutor, Prof. Titular, Departamento de Fitotecnia, CCR, UFSM.

to abaixo do nível crítico de 5ppm de P para solos argilosos e 10ppm de P para solos de textura média a arenosa, recomendados pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1989), e 95% das amostras apresentaram menos de 1ppm de Zn (extrator Mehlich), valor este adotado como nível crítico.

A interação entre fósforo e zinco é um aspecto de grande importância no manejo dos solos tropicais, onde é bastante comum a utilização de altas doses de fósforo, em solos com baixa disponibilidade natural de fósforo e de zinco. Em diversos trabalhos foi constatada a deficiência de zinco associada a altos níveis de fósforo disponível ou induzida pela adubação fosfatada (BAHIA, 1973; PEREIRA, 1985; ALAM et al, 1985).

OLSEN (1972) tenta explicar a interação P x Zn apontando causas para o fenômeno: formação de $Zn_3(PO_4)_2$ insolúvel; diminuição da taxa de translocação de zinco das raízes para a parte aérea das plantas, como efeito da adubação fosfatada; simples efeito de diluição da concentração de zinco na parte aérea, como resultado da resposta de crescimento das plantas ao fósforo, o que, em geral, ocorre quando o solo é deficiente em fósforo e apresenta o zinco disponível ao redor do nível crítico; distúrbio metabólico, nas células das plantas, provocado pelo desequilíbrio entre fósforo e zinco, ou interferência da concentração excessiva de fósforo na função metabólica do zinco.

Na literatura, os trabalhos com fósforo e zinco referem-se ao arroz irrigado, sendo escassas as pesquisas sobre o assunto com arroz de sequeiro.

Trabalhos realizados por GIORDANO & MORTVEDT (1974) com arroz irrigado, evidenciaram que a aplicação de fósforo resultou em aumento da sua absorção, mas não da produção de massa seca, havendo decréscimo da concentração de zinco nas plantas na presença de 24ppm de P. Entretanto VAHL et al (1978) observaram que a aplicação de zinco, isoladamente, não provocou resposta no arroz irrigado, mas na presença de 21ppm de P, aumentou a produção.

PEREIRA (1985) verificou interação entre fósforo e zinco na planta de arroz irrigado, principalmente nas raízes, reduzindo a translocação de zinco para a parte aérea. Já ALAM et al (1985) relatam que a aplicação de fósforo mostrou pequeno efeito depressivo na concentração de zinco e que este ao ser translocado da raiz para a parte aérea tendeu a decrescer com a aplicação de fósforo, na ausência do zinco, mas aumentou na presença do zinco.

O trabalho objetivou estudar o efeito de combinações de doses de fósforo e de zinco sobre a produção de massa seca e acumulação de fósforo e zinco nas plantas do arroz de sequeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria.

O solo utilizado estava originalmente sob vegetação de Cerrado na região de Chapadão do Sul, MS, classificado como Latossolo Vermelho Escuro (LE). A análise inicial revelou: pH $CaCl_2$ = 4,0; Al = 0,5; Ca = 0,5; Mg = 0,2meq/100ml; P = 2; K = 37; Zn = 0,5ppm; argila = 66,8%. As análises foram realizadas no IBRA - Análises Químicas seguindo a metodologia proposta por TEDESCO et al (1985) e RAIJ et al (1987) e o zinco foi extraído com HCl 0,1N.

Os tratamentos formaram um fatorial 4 x 4, em blocos ao acaso, com quatro repetições. Utilizou-se, como unidade experimental, um vaso de plástico com capacidade de 3,0kg de solo.

Procedeu-se calagem com dose equivalente a 3,8t/ha de calcário, com $CaCO_3$: $MgCO_3$ (4 : 1). A adubação constou da aplicação de 90kg/ha de K_2O (fonte KCl, 60,0% K_2O) e de doses de fósforo, que variaram com os tratamentos (fonte superfosfato triplo, 42,0% P_2O_5). O solo foi incubado por 60 dias. O nitrogênio foi aplicado, parceladamente, na dose de 40kg/ha de N na semeadura, 80kg/ha de N 15 dias após a emergência (DAE) e 80kg/ha de N 24 DAE, em solução aquosa nos vasos (fonte Uréia, 45,0% N).

Os níveis de zinco variaram de acordo com os tratamentos, sendo aplicados em solução aquosa nos vasos (fonte $ZnSO_4 \cdot 4H_2O$, 22,7% Zn).

Os tratamentos foram correspondentes as doses de zero, 60, 120 e 180kg/ha de P_2O_5 e suas combinações com doses de zero, 2,5, 5,0 e 10,0kg/ha de Zn.

O arroz de sequeiro (cv. IAC-165) foi semeado em 10 de março de 1988, com 25 sementes/vaso e seis DAE procedeu-se o desbaste, deixando 12 plantas/vaso.

O solo foi irrigado diariamente, com água destilada, através de pesagens para manter o teor de umidade em 70% da capacidade de campo.

A colheita foi realizada no dia 27 de maio de 1988, sendo conduzido o experimento durante 77 dias. As plantas, no início da floração, foram cortadas rente ao solo e, posteriormente, foram retiradas as raízes.

Os parâmetros avaliados foram: massa seca da parte aérea e raízes (toda planta); teor de fósforo e zinco da parte aérea e raízes, cujos valores foram utilizados para o cálculo da acumulação dos nutrientes na planta; translocação de fósforo e zinco das raízes para a parte aérea e teor de fósforo e de zinco no solo após o cultivo.

Os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão. Sempre que a interação foi significativa optou-se pelo estudo dos efeitos do zinco dentro das doses de fósforo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção de massa seca da planta, obtidos em função de doses de fósforo e de zinco aplicadas no solo, encontram-se na Figura 1. A análise de variância revelou significância ($P < 0,01$) para doses de fósforo, zinco e a interação entre elas.

Houve resposta crescente para a produção de massa seca da planta com aplicação de fósforo até a dose de 120kg/ha de P_2O_5 , a qual se equivaleu estatisticamente a dose de 180kg/ha de P_2O_5 , na ausência de zinco.

Na presença de zinco, para as diferentes doses de fósforo, ajustaram-se as equações: $\hat{y}_0 = 13,8312 +$

$0,9940 Zn - 0,0672 Zn^2$ com produção máxima de 17,51g/vaso; $\hat{y}_{60} = 19,0436 + 1,0511 Zn - 0,0751 Zn^2$ com produção máxima de 22,72g/vaso; $\hat{y}_{120} = 30,4020 + 0,7224 Zn - 0,1264 Zn^2$ com produção máxima de 31,43g/vaso e $\hat{y}_{180} = 29,4287 + 0,7735 Zn - 0,0407 Zn^2$ com produção máxima de 33,11g/vaso, para as doses estimadas de 7,4; 7,0; 2,9 e 9,5kg/ha de Zn, respectivamente (Figura 1).

A maior contribuição para a produção de massa seca da planta foi da parte aérea em relação a raiz (1,4 : 1).

Em geral, a produção de massa seca da planta aumentou com aplicações de doses de fósforo até 180kg/ha de P_2O_5 e com doses de zinco até 9,5kg/ha. Vários trabalhos, também, demonstraram respostas favoráveis à produção de massa seca da planta de arroz a doses de fósforo e de zinco aplicados no solo (VAHL et al, 1978; FAGERIA & ZIMMERMANN, 1979; PEREIRA, 1985).

Quanto ao teor de fósforo, este se reduziu na parte aérea e raízes na presença de doses de zinco, por efeito de diluição devido ao aumento na produção de massa seca em resposta ao fósforo, sendo maior a concentração na parte aérea em relação a raiz, na proporção de 1,5 : 1 (LEÃO, 1990).

Os dados de acumulação de fósforo nas plantas, obtidos em função de doses de fósforo e zinco aplicadas no solo, encontram-se na Figura 2. A análise de variância foi significativa ($P < 0,01$) para doses de fósforo e ($P < 0,05$) para doses de zinco e para a interação entre elas.

Houve aumento da acumulação de fósforo na planta, à aplicação de fósforo até 120kg/ha de P_2O_5 , sendo a dose de 180kg/ha de P_2O_5 equivalente à de 120kg/ha de P_2O_5 , na ausência de zinco.

Na ausência de fósforo, os dados de acumulação de fósforo na planta, obtidos com variação de doses de zinco, ajustaram-se à equação $\hat{y}_0 = 1075,9100 + 24,4991 Zn$, indicando que se poderia obter maior acumulação de fósforo nas plantas com doses de zinco superiores a 10kg/ha de Zn. Na dose de 60kg/ha de P_2O_5 , ajustou-se a equação $\hat{y}_{60} = 1748,1864 + 134,2727 Zn - 14,1051 Zn^2$, estimando-se a dose de 4,8kg/ha de Zn, a que proporcionou acumulação máxima (2067,7mg/vaso) de P. Quando aumentou a dose de fósforo para 120kg/ha ajustou-se a equação $\hat{y}_{120} = 2931,7168 - 1,8144Zn - 6,1175Zn^2$, indicando que a acumulação máxima ocorreu na ausência de zinco. Na dose de 180kg/ha de P_2O_5 não houve diferenças significativas para acumulação de fósforo nas plantas em função das doses de zinco aplicadas (Figura 2).

O acúmulo de fósforo na planta recebeu maior contribuição da parte aérea (1300mg/vaso de P) em re-

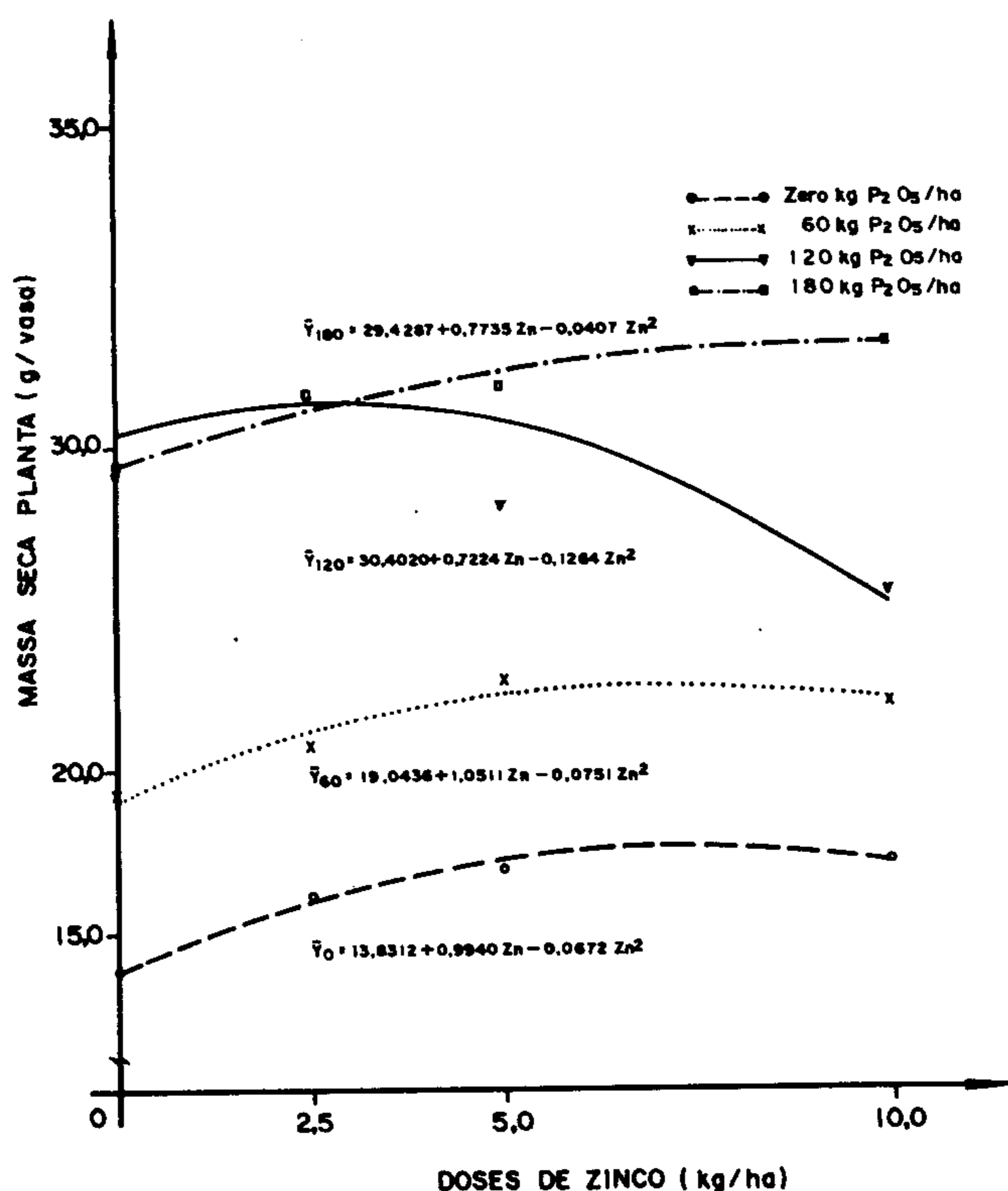


FIGURA 1 - Massa seca da planta de arroz de sequeiro, cv. IAC-165, obtida em função de doses de fósforo e zinco aplicadas no solo, em LE sob Cerrado. Santa Maria, RS, UFSM, 1988.

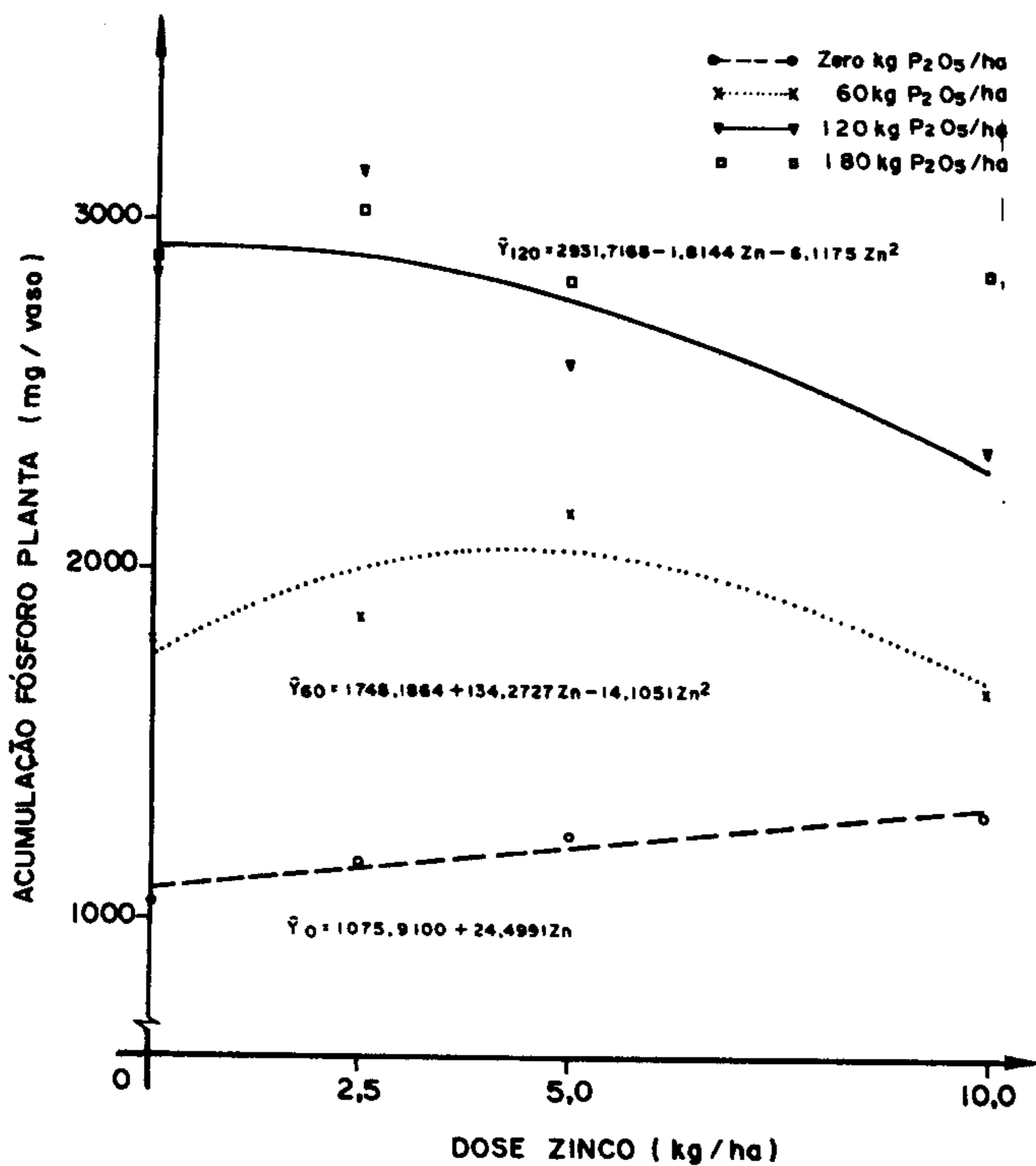


FIGURA 2 - Acumulação de fósforo na planta do arroz de sequeiro, cv. IAC-165, obtida em função de doses de fósforo e zinco aplicadas no solo, em LE sob Cerrado. Santa Maria, RS, UFSM, 1988.

lação à contribuição das raízes (868mg/vaso de P), na proporção de 1,5:1. Em média, a aplicação de zinco reduziu a acumulação de fósforo nas plantas, concordando parcialmente com PEREIRA (1985), que verificou ausência de efeito do zinco sobre a acumulação de fósforo na parte aérea, porém nas raízes houve redução da acumulação do fósforo.

O teor de zinco nas plantas (parte aérea e raízes) reduziu-se em presença de doses de fósforo, sendo maior o teor de zinco nas raízes do que na parte aérea (1,6:1), (LEÃO, 1990).

Os valores de acumulação de zinco nas plantas, obtidos em função das doses de fósforo e zinco aplicados no solo, encontram-se na Figura 3. A análise de variância foi significativa ($P < 0,01$) para doses de fósforo, zinco e interação entre elas.

Na ausência de zinco, aumentou a acumulação de zinco na planta até a dose de 120kg/ha de P₂O₅ e ocorreu pequena redução com 180kg/ha de P₂O₅.

Através da análise de regressão, ajustou-se aos dados de acumulação de zinco nas plantas as equações: $\hat{y}_0 = 0,5807 + 0,2441Zn - 0,0122Zn^2$ com acumula-

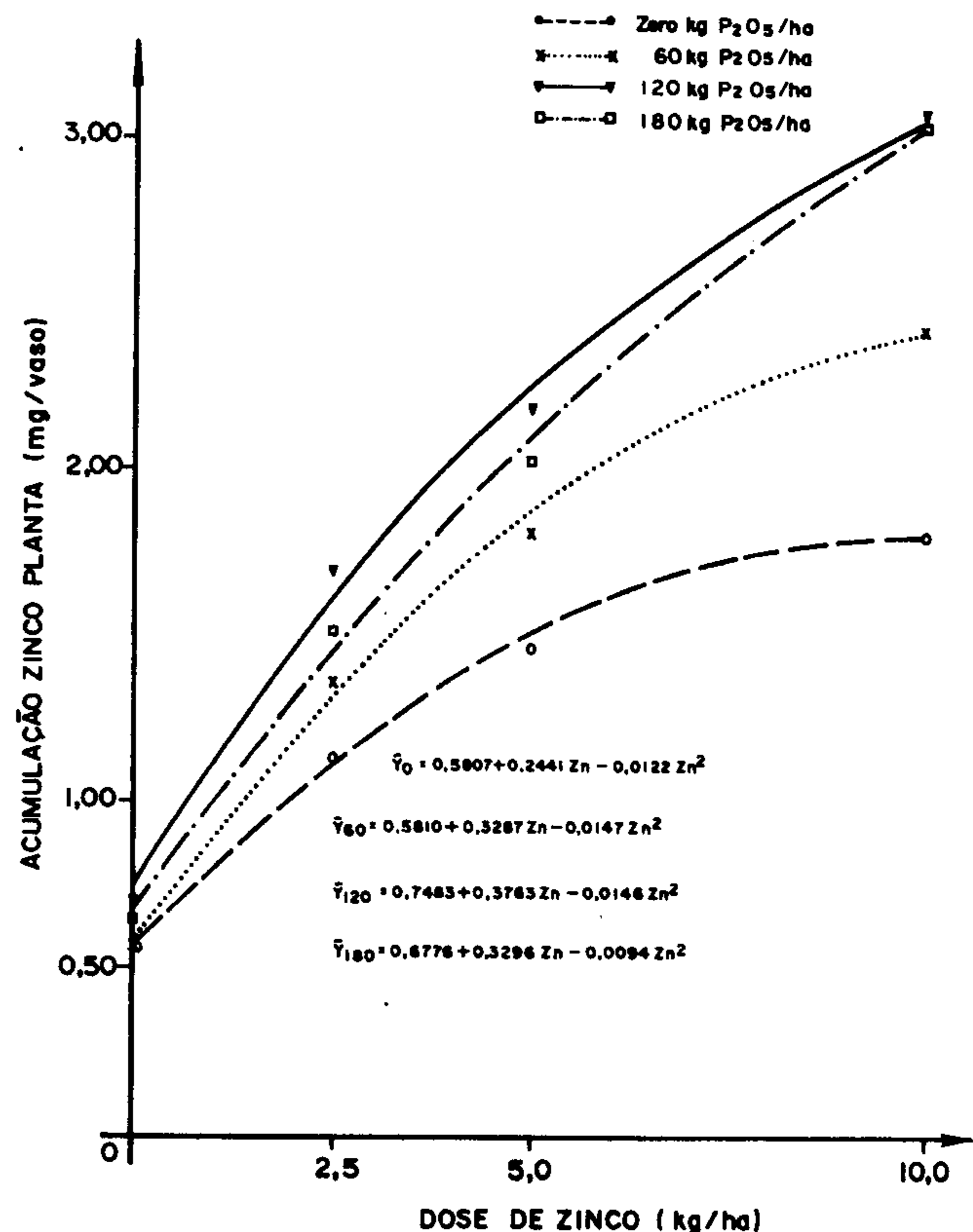


FIGURA 3 - Acumulação de zinco na planta do arroz de sequeiro, cv. IAC-165, obtida em função de doses de fósforo e zinco aplicadas no solo, em LE sob Cerrado. Santa Maria, RS, UFSM, 1988.

ção máxima de 1,80mg/vaso de Zn; $\hat{y}_{60} = 0,5810 + 0,3287Zn - 0,0147Zn^2$ com 2,42mg/vaso de Zn de acumulação máxima; $\hat{y}_{120} = 0,7483 + 0,3763Zn - 0,0146Zn^2$ com 3,17mg/vaso de Zn de acumulação máxima e $\hat{y}_{180} = 0,6776 + 0,3296Zn - 0,0094Zn^2$ com 3,57mg/vaso de Zn de acumulação máxima, para as doses estimadas de 9,97; 11,2; 12,9 e 17,6kg/ha de Zn, respectivamente. Porém, estas doses, com valores acima do intervalo estudado, não podem ser extrapoladas ou interpretadas com segurança.

A acumulação de zinco nas plantas, em média, aumentou com aplicação de doses de fósforo e zinco. Esses resultados concordam com os observados por ALAM et al (1985) e PEREIRA (1985) nos quais a adubação fosfatada aumentou a acumulação de zinco nas plantas e, principalmente nas raízes.

Em média, a acumulação de zinco nas plantas recebeu maior contribuição da parte aérea (0,78mg/vaso de Zn).

Os dados de translocação de zinco das raízes para a parte aérea do arroz de sequeiro, obtidos em

função de doses de fósforo e zinco aplicadas no solo, encontram-se na Tabela 1. A percentagem média de translocação de zinco foi de 48,3%, o que indica certa acumulação do zinco nas raízes, comparativamente ao fósforo, cuja translocação média foi de 60,0%. Resultados semelhantes foram encontrados por BAHIA (1973), em milho, e PEREIRA (1985) em arroz irrigado, com a presença da adubação fosfatada aumentando a acumulação de zinco e inibindo sua translocação das raízes para a parte aérea. Entretanto ALAM et al (1985) observaram que a translocação de zinco decresceu com aplicação de fósforo, na ausência de zinco, porém aumentou na presença de zinco.

Em média, houve decréscimo no teor de zinco solúvel no solo (HCl 0,1N), na presença de fósforo. A aplicação de doses de zinco elevou os teores de zinco no solo e a esses dados, ajustou-se a equação $\hat{y} = 0,4572 + 0,2940 \text{ Zn}$. BUZETTI (1988) também verificou aumento linear no teor de zinco com aplicação do nutriente em solo incubado por 30 dias, antes da semeadura da soja.

TABELA 1 - Percentagem média de translocação de zinco das raízes para a parte aérea do arroz de sequeiro, cv. IAC-165, obtida em função de doses de fósforo e zinco aplicadas no solo, em Latossolo Vermelho Escuro sob Cerrado. Santa Maria - RS, UFSM, 1988.

Doses de Fósforo (kg/ha)	Doses de Zinco (kg/ha)				Médias
	0	2,5	5,0	10,0	
	----- % -----				
0	54,4	56,1	51,4	33,3	48,8
60	53,6	48,5	52,7	43,3	49,5
120	52,1	41,5	46,6	44,8	46,3
180	46,2	43,4	50,0	55,1	48,7
Médias	51,6	47,4	50,2	44,1	48,3

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM, S.M., SHARIF, M., LATIF, A. Effect of phosphate and zinc applications on growth and chemical composition of rice. *The Nucleus*, v. 22, n. 3-4, p. 57-61, 1985.
- BAHIA, F.G.T.C. **Absorção de zinco em relação à adubação fosfatada e à calagem, em dois solos de Minas Gerais.** Viçosa, UFV, 1973. 31 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1973.
- BUZETTI, S. **Efeito de doses de boro e de zinco, em diferentes condições de acidez de um solo de cerrado, na cultura da soja (Glycine max L. Merrill).** Piracicaba, ESALQ, 1988. 112 p. Dissertação (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1988.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 4ª aproximação.** Lavras: 1989. 176 p.
- FAGERIA, N.K., ZIMMERMANN, F.J.P. Interação entre fósforo, zinco e calcário em arroz de sequeiro. *R Bras Ci Solo*, Campinas, v. 3, p. 88-92, 1979.
- GIORDANO, P.M., MORTVEDT, J.J. Response of several rice cultivars to Zn. *Agronomy Journal*, Madison, v. 66, p. 220-223, 1974.
- LEÃO, R.M.A. **Efeito do fósforo e do zinco no comportamento do arroz de sequeiro em Latossolo Vermelho Escuro sob vegetação de Cerrado.** Santa Maria, UFSM, 1990. 123 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM, 1990.
- LOPES, A.S. **Solos sob Cerrado: características, propriedades e manejo.** Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e Fósforo, 1984. 162 p.
- OLSEN, S.R. Micronutrients interaction. In: MORTVEDT, J. J. et al, **Micronutrients in Agriculture** Madison: Soil Sci Soc Amer, 1972. p. 243-264.
- PEREIRA, L.F. **Efeitos da aplicação de calcário, fósforo e zinco no crescimento e nutrição do trigo (Triticum aestivum L.) e arroz (Oryza sativa L.) em dois solos de várzea do Estado de Minas Gerais.** Lavras, 1985. 135 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1985.
- RAIJ, B.V., QUAGGIO, J.A., CANTARELLA, H., et al. **Análise química do solo para fins de fertilidade** Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.
- TEDESCO, M.J., VOLKWEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análise de solos, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: UFRGS, 1985 (Boletim Técnico, 5).
- VAHL, L.C., GOMES, A.S., BOTELHO, R.C. Influência do Ca + Mg, Zn e P sobre o rendimento e outras características da cultura do arroz irrigado. *Agros*, Pelotas, v. 13, n. 2-3, p. 65-75, 1978.