

ESTUDOS SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL DO SORGO GRANÍFERO.
IX - EFEITOS DO POTÁSSIO *

C.A. ROSOLEM **
E. MALAVOLTA ***
J.R. MACHADO ****

RESUMO

Cinco cultivares de sorgo granífero foram cultivados em solução nutritiva, com o objetivo de se estudar os efeitos da deficiência de potássio no crescimento, produção e absorção de nitrogênio, fósforo e potássio.

O sorgo foi cultivado em solução nutritiva completa ou com potássio diluído a 1/2, 1/5 e 1/10 da concentração usual, até o final do ciclo, ou seja 110 dias.

* Parte da dissertação de Mestrado do 1º autor, com suporte financeiro da FAPESP e BNDE. Entregue para publicação em 12/05/80.

** Departamento de Agricultura e Silvicultura, FCA/UNESP, Botucatu. Com bolsa do CNPq.

*** Departamento de Química e CENA, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

**** Departamento de Agricultura e Silvicultura, FCA/UNESP, Botucatu.

As plantas foram então colhidas e separadas em raiz, colmo, folhas, raquis e grãos, sendo a seguir secadas e moídas. Foram feitas análises de nitrogênio, fósforo e potássio em cada uma das partes das plantas.

Os resultados obtidos permitiram concluir que, em média, os níveis de potássio tiveram efeito apenas na produção dos grãos de sorgo, não afetando a matéria seca produzida das demais partes da planta. Os níveis de potássio tiveram ainda efeito significativo sobre as quantidades de nitrogênio; fósforo e potássio absorvidas pelas plantas; a translocação de nitrogênio para os grãos foi também afetada significativamente.

INTRODUÇÃO

A planta de sorgo granífero é relativamente exigente em potássio (BOGULAWSKI *et alii*, 1975; MALAVOLTA & LOURENÇO, 1976; ARRIVETS, 1976), embora se tenha encontrado pouca ou nenhuma resposta à aplicação deste nutrientes no limitado número de ensaios conduzidos (RONDON & SANCHEZ, 1969; SADER *et alii*, 1976).

No entanto, VILLACHICA (1973) relata que a aplicação de diferentes doses de potássio no solo causou um aumento de características quadráticas na concentração do nutriente nas folhas do sorgo, assim como na produção de matéria seca. O autor relata ainda que a aplicação de até 234 ppm de potássio fez aumentar a concentração do fósforo na parte aérea do sorgo, enquanto que doses maiores a diminuíram. Estes mesmos efeitos foram encontrados por VILLACHICA & QUEVEDO (1972). Estes resultados concordam em parte com LANE & WALKER (1961), segundo os quais plantas bem nutridas em potássio apresentam maiores níveis de fósforo.

Segundo HIPPI & THOMAS (1968), a produção de matéria se

ca das plantas em casa de vegetação aumenta rapidamente com o aumento do teor de potássio nas folhas até um máximo, quando a concentração do nutriente neste órgão é de 1,5%. Os autores relatam ainda que plantas cultivadas em solução nutritiva com 5 ppm de K na solução nutritiva continham 0,64% de K nas folhas, mas não exibiam deficiência visível de K, exceto uma redução no tamanho. SADER *et alii* (1976), no Brasil, notaram que havia aumento na altura das plantas com doses maiores de potássio, embora não ocorresse tal aumento na produção de grãos.

Por outro lado, MALAVOLTA & LOURENÇO (1976) notaram a ocorrência de sintomas típicos de deficiência de potássio em folhas de sorgo com 0,30% de K. Estes autores relaram ainda que a deficiência de potássio foi mais prejudicial à produção de matéria seca do que a deficiência de fósforo.

No presente trabalho foram estudados os efeitos das deficiências de potássio na produção de matéria seca e nas absorções de nitrogênio e fósforo de cinco cultivares de sorgo granífero.

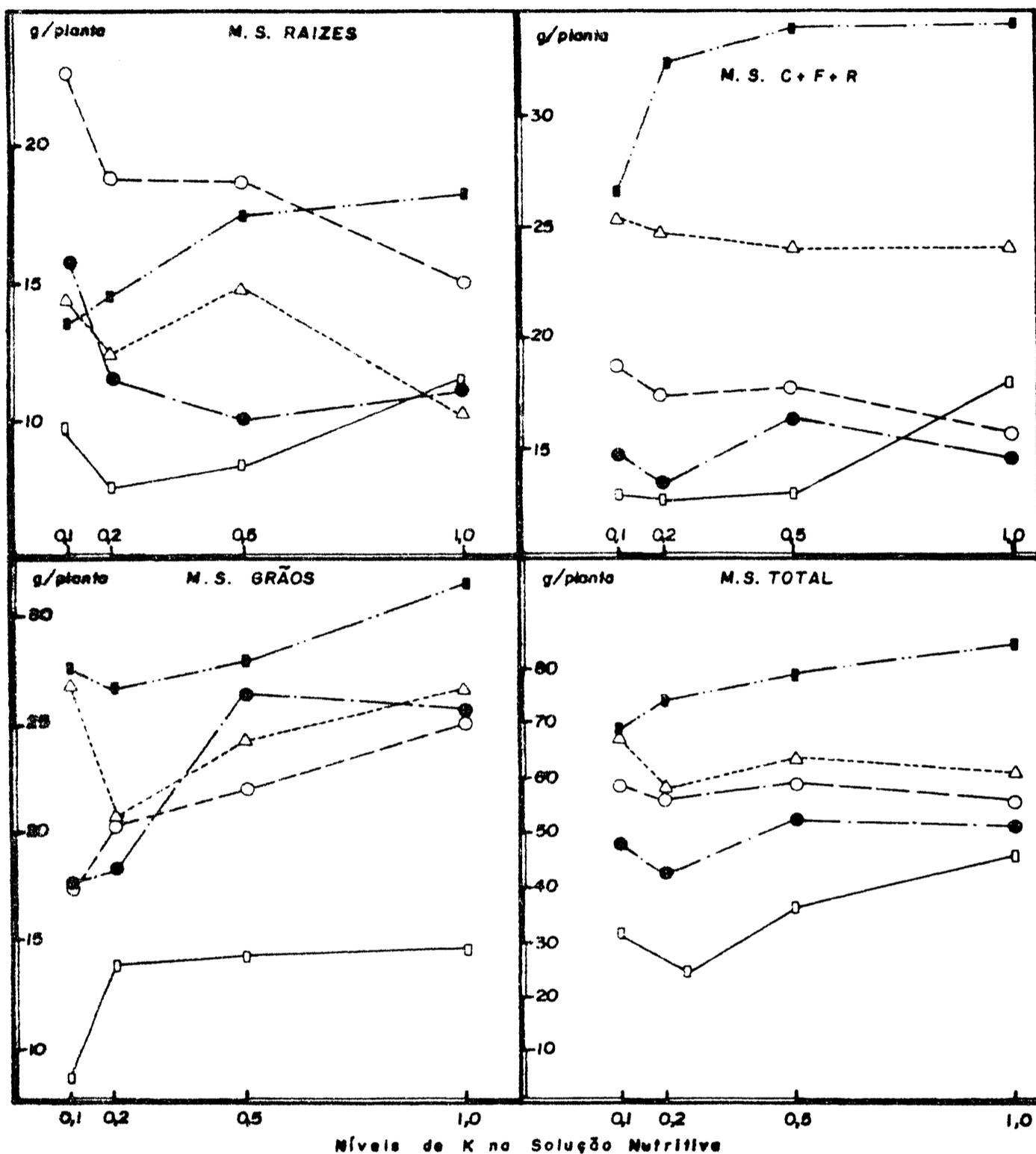
MATERIAL E MÉTODOS

Os detalhes experimentais foram descritos em trabalho anterior (ROSOLEM *et alii*, 1980)*. A diferença é que no presente estudo foram utilizados os seguintes tratamentos: solução de HOAGLAND & ARNON (1950) nº 1 completa, e o potássio foi diluído a 1:2, 1:5 e 1:10 da concentração normalmente utilizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de K na solução não afetaram significativamente as produções de matéria seca de raízes, colmos + fo-

* Rosolem, C.A.; Malavolta, E.; Nakagawa, J., 1980. Estudo sobre a nutrição mineral do sorgo granífero. VII. Efeitos do nitrogênio



	M.S. Raízes	M.S. C+F+R	M.S. Grãos	M.S. Total
● P 8417	$y = 17.34 - 25.37x + 9.05x^2$	-	$17.5 + 9.86x$	-
○ TEY 101	-	-	$17.8 + 17.73x$	-
□ C 102	-	$y = 13.54 - 6.12x + 10.88x^2$	-	-
△ C 101	-	-	-	-
■ E 57	-	-	-	-

Figura 1 - Produção de matéria seca de raízes, de colmos + folhas + raquis, de grãos e total do sorgo em função dos níveis de K na solução nutritiva.

lhas + raquis e matéria seca total da planta, apesar de terem aparecido algumas regressões significativas; entretanto, apresentaram efeitos na produção de grãos de sorgo (Figura 1).

HIPP & THOMAS (1968) relatam que as plantas de sorgo, antes de apresentarem deficiências visíveis de K, mostravam redução no tamanho. No presente caso, não foi notada deficiência visível e nem redução no tamanho, mas a produção de grãos já era afetada mesmo na ausência destes sintomas, mostrando que antes de terem ocorrido desordens no balanço de aminoácidos com acúmulo de piteína nas folhas (Crocomo, 1974, citado por MALAVOLTA, 1976), já existia dificuldade de transporte de carboidratos para os grãos (talvez por desarranjo no floema), e na síntese de amido (MALAVOLTA, 1976).

A análise de regressões para matéria seca de grãos (Figura 1) mostra respostas lineares apenas para os cultivares P 8417 e TE Y 101.

Não foram encontradas interações significativas, mas o estudo das regressões (Figura 1) mostrou uma tendência a respostas diferentes entre os cultivares. Talvez com níveis mais baixos de K estas diferenças ficassem mais marcantes. ROSOLEM *et alii* (1977) encontraram, em condições de campo, resposta linear do cultivar TE Y 101 ao potássio, mas a resposta do cultivar C 102 não foi significativa, o que concorda com os resultados do presente trabalho.

Os níveis de K tiveram efeito nas quantidades de N absorvido pela planta de sorgo grãífero, e houve uma tendência, nos cultivares P 8417, C 102 e E 57, de diminuição da absorção de N quando era diminuída a disponibilidade de potássio (Figura 2), mas apenas os cultivares C 102 e E 57 apresentaram regressões positivas e lineares entre absorção de N e níveis de K na solução.

Como, apesar da ausência de significância na análise da variância das produções de matéria seca total, o cultivar C 102 apresentou regressão positiva (Figura 1), e os outros cultivares apresentaram tendências de diminuição da matéria seca total quando era diminuída a disponibilidade de K, pode

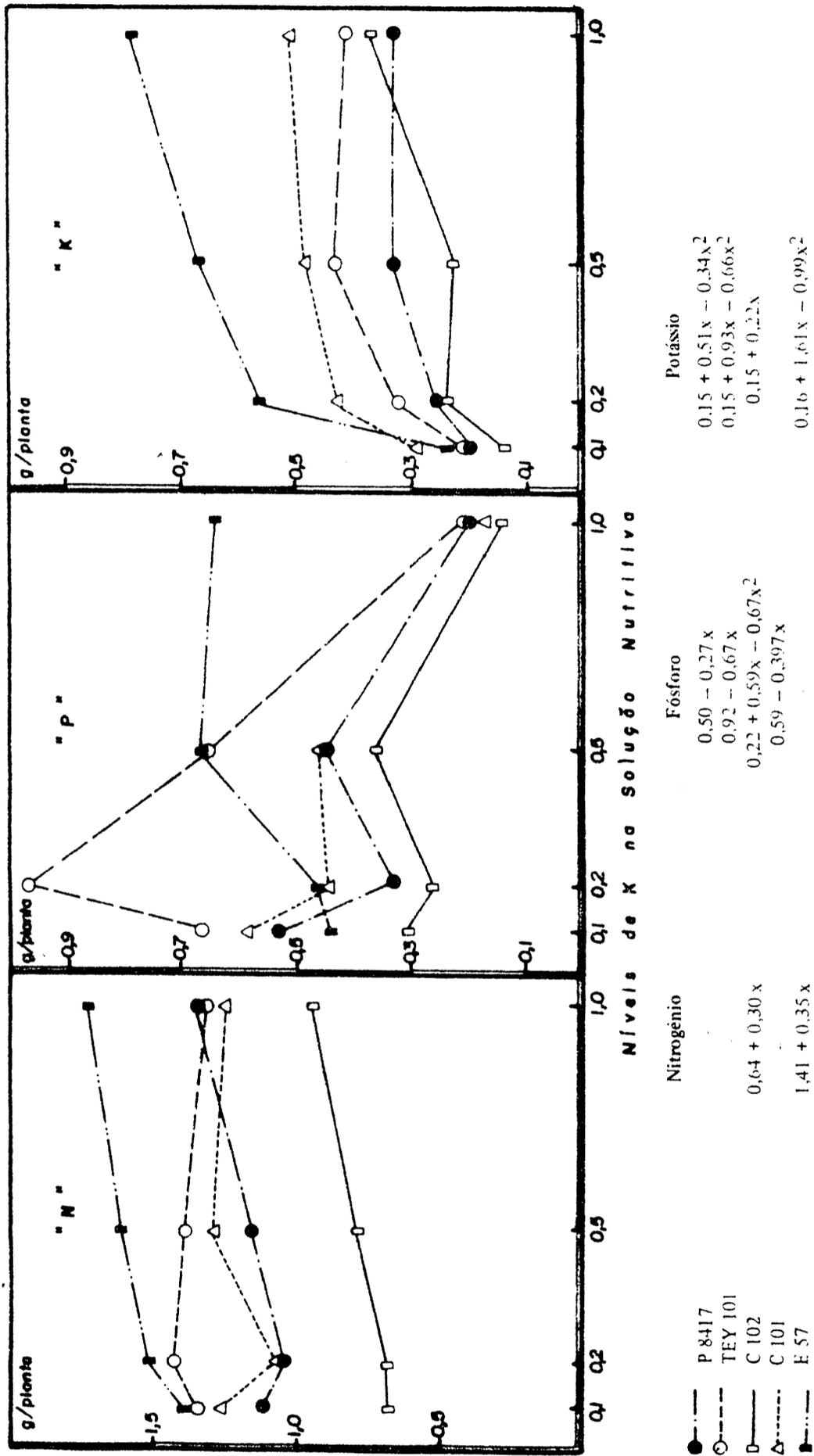


Figura 2 - Quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio absorvidas pela planta de sorgo granífero em função dos níveis de potássio na solução nutritiva.

poderia ser explicada a ação dos níveis de potássio na acumulação de N pela planta, através das variações de produção.

As quantidades de fósforo absorvidas pelo sorgo foram aumentadas quando foi diminuindo o K da solução nutritiva, com exceção do cultivar E 57, e o estudo das regressões confirma estes resultados (Figura 2).

Um efeito direto do K sobre a absorção de P não seria esperado (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1976); desta maneira deve ter ocorrido um efeito indireto. Segundo EPSTEIN (1975), quando há "alimentação de luxo" em potássio, a absorção e a translocação de magnésio pode ser diminuída, e LOURENÇO *et alii* (1968) demonstraram uma interação entre magnésio e fósforo. No presente caso deve ter acontecido "alimentação de luxo", em K, pois os níveis mais baixos deste elemento não foram suficientes para que fosse diminuída a produção, assim pode ter ocorrido um efeito do K sobre o Mg absorvido, indiretamente diminuindo o P acumulado pelo sorgo.

Estes resultados não concordam com aqueles obtidos por LANE & WALKER (1961), que relatam interação positiva entre K e P na cultura do sorgo.

Por outro lado, alguns autores têm apresentado resultados em que o boro promoveu a absorção de fósforo por algumas plantas, tais como: *Vicia faba* (ROBERTSON & LOUGHMAN, 1974) e batata (AVAKYAN *et alii*, 1974), e é conhecida a interação negativa entre potássio e boro (HILL & MORRILL, 1975; YAMAGUCHI *et alii*, 1958). O efeito do potássio na absorção de fósforo pelo sorgo pode ter acontecido via boro. Ou ainda, os efeitos indiretos do potássio poderiam ser devidos concomitantemente aos seus efeitos sobre a absorção de magnésio e de boro, com a resultante diminuição na absorção do fósforo.

Os níveis de K na solução nutritiva tiveram efeito na quantidade de K absorvido pelo sorgo, com exceção do cultivar P 8417 (Figura 2). O estudo das regressões mostra que estas são quadráticas para os cultivares P 8417, TE Y 101 e E 57, linear para o cultivar C 102, e o cultivar C 101 apresentou tendência à regressão quadrática, mas sem significân-

cia. Como os níveis de K na solução não tiveram efeito estatisticamente significativo na produção de matéria seca total (Figura 1), é possível inferir-se que houve "alimentação de luxo" em potássio para todos os cultivares.

Nos níveis mais altos de K os cultivares absorveram quantidades diferentes de potássio, mas no nível mais baixo esta diferença não foi significativa, demonstrando que provavelmente estes cultivares apresentam mecanismo duplo de absorção de K (EPSTEIN, 1975). Assim o mecanismo para baixas concentrações deve ter apresentado ação semelhante entre os cultivares, e provavelmente não está sob controle genético, e o mecanismo para altas concentrações, como os cultivares absorveram K em quantidades diferentes, deve estar sob controle genético (EPSTEIN, 1975). Uma hipótese mais simplista seria atribuir a maior absorção de K nos níveis mais altos de potássio ao maior tamanho das raízes (NEWMAN & ANDREWS, 1973), mas a ordem de absorção e a ordem de produção de matéria seca de raízes não são coincidentes.

As quantidades de nitrogênio contido nos grãos de sorgo sofreram dos níveis de K na solução nutritiva e apesar das interações não significativas, o cultivar P 8417 apresentou uma regressão linear (Figura 3).

Os efeitos registrados para quantidades de N nos grãos são muito semelhantes àquele encontrados para absorção total de N (Figura 2), e ainda são acompanhados pela produção de matéria seca de grãos (Figura 1), demonstrando que o potássio não deve ter apresentado efeito na translocação de N dos cultivares.

A ordem decrescente de exportação de N, à semelhança da ordem decrescente de absorção foi: E 57; TE Y 101, P 8417, C 101 e C 102.

As quantidades de fósforo contidos nos grãos de sorgo, ao contrário do que aconteceu com as quantidades absorvidas, não foram modificadas significativamente pelos níveis de K e não foram encontradas regressões significativas (Figura 3), mesmo com a diminuição da produção de matéria seca de grãos (Figura 1). Estes resultados mostraram uma concentração re-

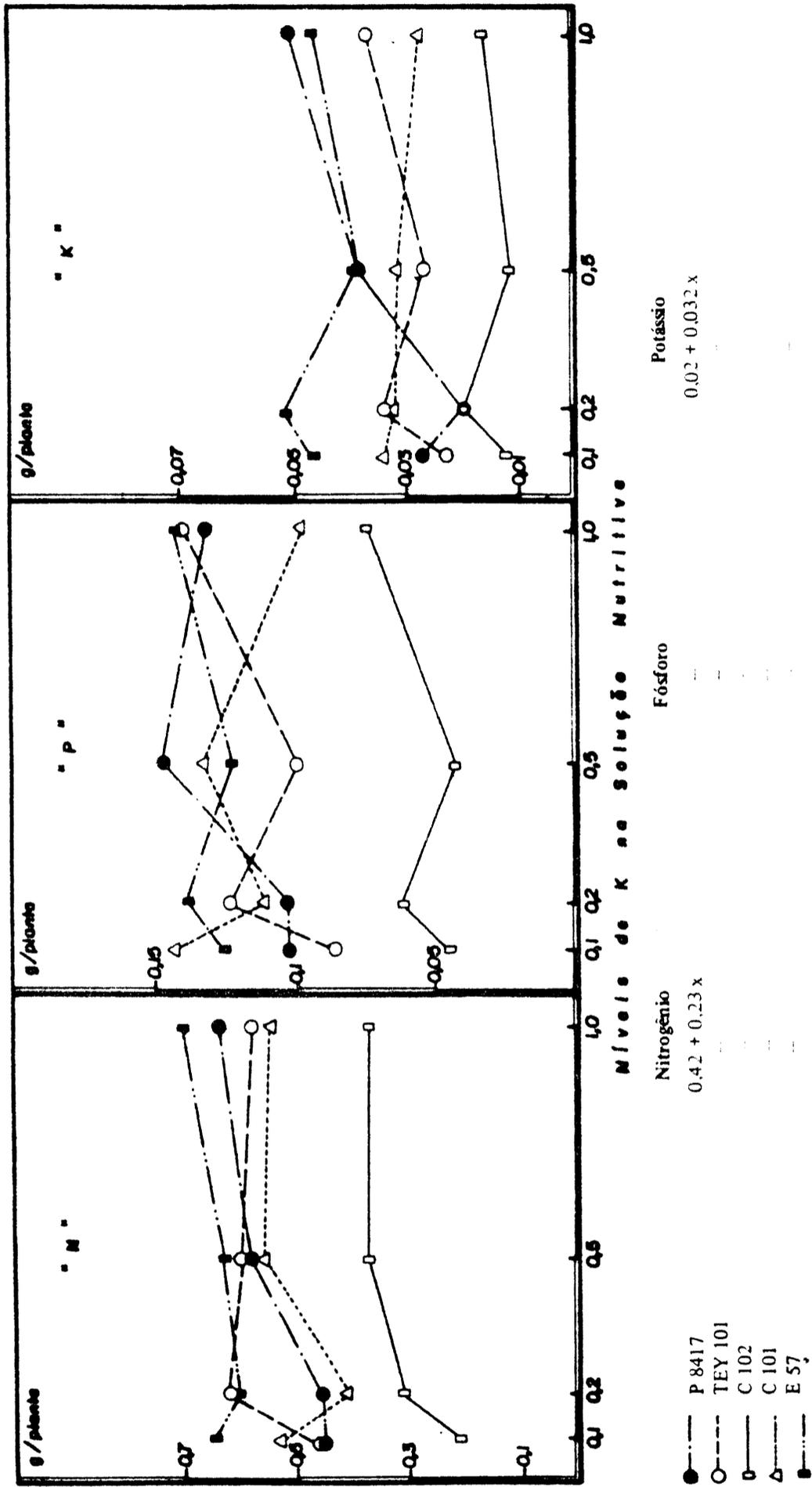


Figura 3 - Quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio contidas nos grãos de sorgo granífero em função dos níveis de Potássio na solução nutritiva.

lativamente alta de P nos grãos das plantas cultivadas em níveis baixos de K e, por outro lado, mostram que os efeitos do K na absorção do fósforo não encontraram correspondentes na translocação do P para os grãos. Assim, as interações K x P observadas anteriormente devem ter ocorrido a nível de absorção radicular, não tendo efeito no transporte do P para os grãos.

A ordem decrescente de exportação de P pelos grãos de sorgo foi: E 57, C 101, P 8417, TE Y 101 e C 102.

Quanto às quantidades de K contidas nos grãos de sorgo, apenas o cultivar P 8417 apresentou diferenças significativas, acompanhada por regressão linear (Figura 3), não tendo sido observados efeitos nos outros cultivares. No nível mais alto de K, o cultivar P 8418 apresentou mais potássio nos grãos do que os outros cultivares. Estes resultados ocorreram, talvez, porque a quantidade de potássio nos grãos de sorgo geralmente foi pequena, o que concorda com a literatura existente (ARRIVETS, 1976) e o potássio disponível foi suficiente para atender a esta exigência da planta de sorgo graminífero, mesmo nos níveis mais baixos de K.

SUMMARY

STUDIES ON MINERAL NUTRITION OF GRAIN SORGHUM. IX. EFFECTS OF POTASSIUM.

A greenhouse experiment was carried out to verify the effects of potassium on growth, yield and nitrogen, phosphorus and potassium absorption of 5 grain sorghum cultivars.

Sorghum plants were grown in 20 l pots, in presence either of full strength solution, or potassium diluted to 0.5, 0.2 and 0.1 of normal concentration. At harvest (110 days from germination) the plants were split into several parts, oven dried, and ground. The samples were then analysed for total nitrogen, phosphorus and potassium.

The potassium levels in nutrient solution affected the dry weight of sorghum grains; effects on the dry weight of

the other plant parts were not observed. The absorption of nitrogen, phosphorus and potassium decreased with the decrease in potassium supply; but only the nitrogen translocation to grains was affected by potassium levels in nutrient solution.

LITERATURA CITADA

- ARRIVETS, J., 1976. Exigences minerales du sorgho. Etude d'une variété voltaïque a grande tige. Agron. Tropicale, Paris, **31**: 29-46.
- AVAKYAN, N.O.; MIRAKIAN, S.H.K.H.; SHARIAN, V.S., 1974. Effect of microfertilizers on the accumulation of nutrients and quality of potato tubers. Izu: Sel. Skohkos Nank, 1973, 16: 91-94. Apud: Boron In agriculture, nº 116, 14p.
- BOGULAWSKI, E. VON; ATANASIU, N.; SHAA BAN, K., 1975. Requirement, removal and uptake of nutrients and yield of sorghum in a temperate climate. Z. Acker - U. Pfl Barru. **122**: 251-66.
- EPSTEIN, E., 1975. Nutrição mineral das plantas, princípios e perspectivas. Trad. e notas E. MALAVOLTA, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, São Paulo, ed. da USP, 344p.
- HILL, W.E.; MORRILL, L.G., 1975. Boron, calcium and potassium interactions in spanish peanuts. Soil Sci. Soc. Proc. **39** (1): 80-83.
- HIPP, B.W.; THOMAS, G.W., 1968. Method for predicting potassium uptake by grain sorghum. Agron. J. **60**: 467-469.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Expta. Sta. Circ. 347.
- LANE, H.C.; WALKER, H.J., 1961. Mineral accumulation and distribution in grain sorghum. MP-533. Texas Agric. Exp. Sta., 9p.

- LOURENÇO, S.; CROCOMO, O.J.; NOGUEIRA, I.R.; MALAVOLTA, E., 1968. Kinetic studies of phosphorus uptake by excised roots of barley in the presence of magnesium. An. Acad. Brasil. Ciênc. **40**(2): 171-179.
- MALAVOLTA, E., 1976. **Manual de Química Agrícola, Nutrição de plantas e fertilidade do solo**, Ed. Agron. Ceres, São Paulo, 528p.
- MALAVOLTA, E.; LOURENÇO, S., 1978. Estudos sobre a nutrição do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. I. Nota sobre o efeito das carências de macronutrientes no crescimento, produção e composição mineral. XI Reunião Brasileira de Milho e Sorgo. Anais, Paterniani, E., ed., Piracicaba, p.691-700.
- NEWMAN, E.I.; ANDREWS, R.E., 1973. Uptake of phosphorus and potassium in relation to root growth and root density. Plant and Soil **38**: 49-69.
- ROBERTSON, G.A.; LOUGHMAN, B.C., 1974. Reversible effects of boron on the absorption and incorporation of phosphate in *Vicia faba*. New Phytol. **73**: 291-298.
- RODON, F.; SANCHES, 1969. Efecto de la aplicacion de N, P, K a un suelo de sabana sobre el rendimiento del sorgo granero (*Sorghum vulgare* Pers.). Argentina. In: Jornadas Agronômicas, 7.a.
- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R.; NAKAGAWA, J.; MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P., 1977. Respostas do sorgo granífero a N, P, e K em Latossol Vermelho Escuro fase arenosa. VII Jornada Científica do "Campus" de Botucatu, Botucatu, Anais, no prelo.
- SADER, R.; SOUZA, E.A.; AKABANG, M.H.; COUTINHO, E.L.M., 1976. Efeito da fertilização potássica na produção de grãos e em algumas características morfológicas do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). Científica, Jaboticabal, **4** (3): 308-314.
- VILLACHICA, H., 1973. Respuesta del sorgo al encalado y fer-

- tilizacion, I. Rendimiento de matéria seca y concentraçãõ foliar de N, P y K. Fitotecnia Latinoamericana **9**(1): 67-73.
- VILLACHICA, H.; QUEVEDO, F., 1972. Efecto del encalado en el rendimiento y la concentraci3n de nutrimentos en el sorgo. Turrialba **22**: 11-18.
- YAMAGUCHI, M.; HOWARD, F.D.; MINGES, P.A., 1958. Brown cheking of celery, a symptom of boron deficiency. III. Effects of potassium, nitrogen and boron in culture solutions on the physiological disorder and nutrient uptake. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **71**: 455-467.

