

CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO NA PARTE AÉREA DO FEIJOEIRO EM RESPOSTA À IRRIGAÇÃO, FERTIRRIGAÇÃO E MICRONUTRIENTES

CONCENTRATION OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN DRYBEAN SHOOTS IN RESPONSE TO IRRIGATION, FERTIRRIGATION AND MICRONUTRIENTS

Eder João Pozzebon¹ Reimar Carlesso² Claudio Kelling¹
Antonio Carlos dos Santos Pessoa³ Osvaldo Konig⁴

RESUMO

Este experimento teve como objetivo avaliar a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea do feijoeiro em resposta à irrigação, fertirrigação com nitrogênio parcelado e aplicação de micronutrientes via semente. O experimento foi conduzido a campo em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, de textura média, em Santa Maria, RS. Os tratamentos consistiram de combinações do uso de irrigação por aspersão, micronutrientes via semente e modo de aplicação de nitrogênio em cobertura. Os tratamentos com adubação de cobertura convencional receberam o nitrogênio (85kg N ha⁻¹) na forma de uréia granulada aos 12 dias após a emergência. Na fertirrigação usou-se o parcelamento do nitrogênio aos 12, 24 e 30 dias após a emergência. Os micronutrientes foram aplicados numa dosagem de 3,5g kg ha⁻¹ de sementes de uma formulação de 38% de zinco, 9% de molibdênio, 2% de boro e 0,5% de cobalto. As concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio foram determinadas nas folhas, talos e sementes aos 49 e 71 dias após a emergência. A irrigação promoveu maior concentração de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas aos 49 dias após a emergência. Aos 71 dias após a emergência, ocorreram menores concentrações de nitrogênio e fósforo nas folhas e talos para os tratamentos irrigados e nas

sementes houve maior concentração de nitrogênio, fósforo e potássio para os tratamentos não irrigados. Não houve efeito do parcelamento do nitrogênio via fertirrigação e aplicação de micronutrientes às sementes sobre a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea das plantas.

Palavras-chave: *quimigação, fertilizantes, macronutriente.*

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in drybean shoots in response to irrigation, fertirrigation with nitrogen and seed micronutrient application. The experiment was conducted on a loam Podzolic soil, in Santa Maria, RS. Treatments with conventional nitrogen distribution used urea as nitrogen source at a rate of 85kg N ha⁻¹ applied 12 days after emergency. Nitrogen was split at 12, 24 and 30 days after emergency for treatments with fertirrigation. Micronutrients were applied at a rate of 3.5g kg⁻¹ of seeds in a concentration of 38% of zinc, 9% of molybdenum, 2% of boron and 0.5% of cobalt. The concentrations of nitrogen,

¹Engenheiro Agrônomo, aluno do Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFSM, RS.

²Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97119-900 - Santa Maria, RS. Autor para correspondência.

³Engenheiro Agrônomo, aluno do Curso de Pós-graduação em Agronomia, CCR, UFSM.

⁴Engenheiro Agrônomo, MsC., Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Rural, CCR, UFSM.

phosphorus and potassium were measured in the leaves, colms and seeds at 49 and 71 days after emergency. Irrigated plants presented higher nitrogen, phosphorus and potassium concentrations at 49 days after emergency. Lower nitrogen and potassium concentrations in the leaves and colms were observed for irrigated plants at 71 days after emergency. However, a higher concentration of nitrogen, phosphorus and potassium were observed in the seeds of non irrigated drybean plants. There was no effect of partitioning nitrogen applications through fertirrigation and seed micronutrient application on the nitrogen, phosphorus and potassium concentration in drybean shoots.

Key words: chemigation, fertilizer, macronutrients.

INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro, no Brasil, se caracteriza por apresentar um baixo nível tecnológico, deficiência hídrica, problemas fitossanitários e ser cultivada em solos com baixa fertilidade. No Rio Grande do Sul a produtividade média da cultura é de aproximadamente 700kg ha⁻¹, muito aquém do potencial genético da cultura. Aumentos de produtividades requerem o manejo adequado da fertilidade do solo e da disponibilidade hídrica.

No Brasil poucos trabalhos avaliam a concentração de nutrientes no feijoeiro, especialmente quando relacionados à irrigação, fertirrigação e uso de micronutrientes em condições de campo. Os teores de macronutrientes apresentam uma ampla faixa de variação nos tecidos do feijoeiro (OLIVEIRA & THUNG, 1988). As concentrações de nutrientes são variáveis de acordo com a idade da planta (BARBOSA FILHO *et al.*, 1979); cultivar (COBRA NETO *et al.*, 1971); adubação e manejo da fertilidade (FURLANI *et al.*, 1978); parte da planta analisada (COBRA NETO *et al.*, 1971) e irrigação (PESSOA *et al.*, 1996). Na folha, a concentração de nitrogênio (N) varia de 1,54 a 5,10%, a concentração de fósforo (P) varia de 0,13 a 0,81% e a concentração de potássio (K) varia de 1,40 a 3,10%. Nos talos, a concentração de N, P e K está, normalmente, entre os limites de 1,1 a 3,2%, 0,11 a 0,26% e 1,3 a 2,2%, respectivamente (OLIVEIRA & THUNG, 1988).

O parcelamento da adubação nitrogenada, segundo FORNAZIERI FILHO *et al.* (1992) aumenta a produção de grãos, peso das sementes e produção de matéria seca em relação a aplicação de nitrogênio em cobertura em dose única. Entretanto, SILVA *et al.* (1977) não encontraram diferenças entre as épocas de aplicação do N, porém verificaram aumentos no rendimento de grãos com o aumento na dose aplicada de N. De acordo com FORNAZIERI FILHO *et al.*

(1992) a aplicação conjunta de micronutriente e inoculantes seguida de adubação nitrogenada parcelada aumenta a produção de grãos e pode duplicar a produção de biomassa.

A fertirrigação possibilita, de acordo com MAIA *et al.* (1989), uma redução das perdas de N, aumenta o acúmulo de matéria seca, reduz a necessidade de mão-de-obra e simplifica a aplicação do N em cobertura. A fertirrigação possibilita a aplicação do fertilizante nitrogenado a uma certa profundidade do solo, reduzindo as perdas por volatilização. COELHO (1994) salienta que os nutrientes diluídos na água de irrigação são aplicados de forma a infiltrar no solo com predomínio da absorção radicular e não foliar. O objetivo deste trabalho foi determinar a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea do feijoeiro em resposta à irrigação, fertirrigação e uso de micronutrientes aplicados via semente e correlacionar estas variáveis com o rendimento de grãos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria - RS em solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo, de textura média. O solo apresentava as seguintes características químicas: pH em água (1:1) = 5,1; P = 10,8mg kg⁻¹; K = 49mg kg⁻¹; MO = 28g kg⁻¹; Al = 0,96Cmol_ckg⁻¹; Mg = 1,86Cmol_ckg⁻¹; Ca = 2,6Cmol_ckg⁻¹; Mg = 1,86Cmol_ckg⁻¹; (analisados conforme TEDESCO *et al.*, 1993).

Os tratamentos consistiram de seis combinações do uso da irrigação por aspersão, modo de aplicação do nitrogênio em cobertura e aplicação de micronutrientes via semente. Na Tabela 1 são apresentados os seis tratamentos utilizados e a decomposição dos tratamentos em cinco contrastes ortogonais. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com seis repetições. Cada parcela foi composta por dez fileiras de plantas espaçadas de 0,40m com comprimento de 6,0m. Utilizou-se a cultivar de feijão BR-Ipagro 1 de nome comercial macanudo, semeado em linhas e com população de aproximadamente 300.000 plantas ha⁻¹.

A irrigação foi aplicada pelo método da aspersão em sistema de microaspersão, com dois microaspersores por parcela, do tipo fixo, com jato de 360°. O manejo da irrigação foi realizado através de tensiômetros, sendo iniciada quando a tensão da água no solo, na camada de 0 a 20cm de profundidade,

atingia 60kPa. Os tratamentos sem irrigação receberam uma lâmina total precipitada de 409,6mm de água e, os tratamentos irrigados receberam uma lâmina de 492,7mm considerando as irrigações e precipitações. Os micronutrientes foram aplicados em formulação composta com 38% de zinco (Zn), 9% de molibdênio (Mo), 2% de boro (B) e 0,5% de cobalto (Co), de nome comercial Biocrop Feijão, na forma de pó adicionado às sementes. A adubação de N em cobertura convencional foi feita com uréia em aplicação única, na dosagem de 85kg N ha⁻¹, na forma granulada, aos 15 dias após a emergência das plantas (DAE). A aplicação parcelada do N por fertirrigação foi feita com uréia, previamente diluída, na água de irrigação em três doses iguais: aos 12, 24 e 30 DAE, também totalizando o equivalente a 85kg N ha⁻¹. A adubação e a correção da acidez foram baseados na análise do solo seguindo a recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC (1989). Utilizou-se 20kg P₂O₅ ha⁻¹ (8,7kg P ha⁻¹, na forma de SFT), 40kg K₂O ha⁻¹ (33,2kg K ha⁻¹ na forma de KCl) ambos aplicados antes da semeadura.

utilizar água oxigenada. Determinou-se o nitrogênio por titulação com ácido sulfúrico 0,0025N, após ser destilado em destilador de arraste de vapores semi-micro kjeldahl. O potássio foi determinado por fotometria de chama e o fósforo por fotocolorimetria. A análise da variância foi feita com a decomposição dos tratamentos em cinco contrastes ortogonais, testados pelo teste F, em nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase de formação das vagens (49 DAE) houve diferenças na concentração de N, P e K nas folhas apenas para o contraste C1 (Tabela 2), sendo que os tratamentos irrigados apresentaram os maiores valores. Estes resultados confirmam a influência da água no solo na absorção de nutrientes. Apesar das plantas irrigadas terem crescido mais, mesmo assim conseguiram absorver nutrientes suficientes para garantir maiores concentrações nas folhas.

Resultados de concentração de N e P nas folhas aos 49 DAE, observados tanto para os tratamentos irrigados como não irrigados ficaram dentro da faixa de valores encontrados por OLIVEIRA & THUNG (1988): N (1,54 a 5,10%), P (0,13 a 0,81%) e K (1,40 a 3,10%). Porém a concentração de K ficou abaixo da faixa, tanto para os tratamentos irrigados como para os não irrigados, indicando que pode ter havido limitação no rendimento de grãos decorrente de valores reduzidos de K nas folhas. Isto também foi encontrado por COBRA NETO *et al.*

(1971), onde os níveis foliares que caracterizavam deficiências eram de 1,54% para o N, 0,13% para o P e 0,93% para o K. Para WILCOX & FAGERIA (1976), os níveis adequados de K nas folhas do feijoeiro estão entre 1,8 e 2,5%, no entanto, quando os valores estão abaixo de 1,5% consideram que o tecido está com deficiência de K. Segundo os mesmos autores as deficiências de K se manifestam pela diminuição do número de folhas, da área foliar e as flores podem cair precocemente, esses sintomas ocorreram nos tratamentos não irrigados. Estes sintomas podem ter sido agravados pela diminuição na absorção de K causada por deficiências hídricas, além dos efeitos decorrentes da própria deficiência de água.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos e decomposição dos tratamentos em contrastes ortogonais.

Tratamentos				Coeficientes dos contrastes				
Número	Irrigação	Micronutrientes	Cobertura	C1	C2	C3	C4	C5
T1	não	não	convencional	2	0	1	0	0
T2	não	sim	convencional	2	0	-1	0	0
T3	sim	não	convencional	-1	1	0	0	1
T4	sim	sim	convencional	-1	1	0	0	-1
T5	sim	não	fertirrigação	-1	-1	0	-1	0
T6	sim	sim	fertirrigação	-1	-1	0	-1	0

Determinou-se a concentração de N, P e K nas folhas e talos na formação das vagens (49 DAE) e nas folhas, talos e sementes na maturação fisiológica (71 DAE). Para as determinações foi coletado aleatoriamente 1,0m linear de plantas dentro de uma linha da parcela. As plantas foram separadas em folhas e talos, secas em estufa com circulação forçada de ar a 75°C de temperatura até massa constante. A concentração de N, P e K foi determinada em material previamente seco e moído em moinho tipo faca, provido de peneira de aço inoxidável de 30mesh. Amostras de 0,20g foram submetidas à digestão com ácido sulfúrico, segundo metodologia descrita por TEDESCO *et al.* (1993), com a modificação de não

Tabela 2. Estimativas dos contrastes ortogonais para a concentração de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas e talos na fase de formação das vagens (49DAE) e na maturação fisiológica (71DAE) do feijoeiro. Santa Maria, RS.

Variável	N nas folhas(%)		N nos talos(%)		P nas folhas(%)		P nos talos(%)		K nas folhas(%)		K nos talos(%)	
	49DAE	71DAE	49DAE	71DAE	49DAE	71DAE	49DAE	71DAE	49DAE	71DAE	49DAE	71DAE
C1	-0,97*	+0,39*	-0,15	+0,23*	-0,08*	+0,03*	-0,04*	+0,05*	-0,30*	-0,32*	-0,23	+0,06
C2	-0,03	+0,02	-0,20	-0,03	0,00	+0,02	-0,02	-0,01	-0,09	-0,14	-0,14	-0,08
C3	+0,03	-0,10	-0,14	-0,03	+0,01	+0,01	+0,01	-0,01	+0,08	-0,14	+0,03	+0,17
C4	-0,01	+0,07	+0,07	-0,04	+0,01	+0,02	+0,02	+0,01	+0,11	+0,19	+0,37	+0,13
C5	-0,03	+0,05	-0,13	-0,02	+0,01	+0,05	-0,01	+0,01	+0,06	+0,21	+0,12	+0,17

* significante pelo teste de F a 5%; + conforme Tabela 1.

Apesar dos fatores em estudo, parcelamento do N e micronutrientes, estarem relacionados à disponibilidade de N ao longo do ciclo da planta, não houve diferenças na concentração de N para os contrastes C4 e C5 (Tabela 2). Isto está provavelmente relacionado a um bom suprimento de N decorrente da quantidade de adubação nitrogenada utilizada em cobertura (85kg N ha⁻¹), um bom teor de matéria orgânica do solo, uma boa disponibilidade de micronutrientes no solo e a existência de uma boa nodulação decorrente da inoculação com *Rhizobium* específico. DUTRA & OLIVEIRA (1993) não observaram efeito da aplicação de misturas contendo micronutrientes de nomes comerciais Biocrop L (Mo-5%, Co-0,5%, Zn-10% e B-2%) e Quimol (Mo-10%, Co-1%, S-1%, Ca-1% e Fe-0,2%) em feijoeiro irrigado sobre a produtividade de grãos. Porém, uma análise química das plantas evidenciou diferenças sobre as quantidades absorvidas de macro e micronutrientes.

Na maturação fisiológica (71 DAE) houve diferenças na concentração de N e P nas folhas (Tabela 2), porém nesta etapa a concentração de N nas folhas foi menor, contrariamente ao que ocorreu aos 49 DAE. Isto foi devido, provavelmente, a maior translocação desses nutrientes para os grãos entre o florescimento e a maturação. Um comportamento diferenciado foi observado para o K, que apresentou maiores valores nos tratamentos irrigados, tanto aos 49 DAE como aos 71 DAE. Similarmente, para os talos aos 49 DAE, os tratamentos irrigados apresentaram as maiores médias para a concentração de P (Tabela 2). Os valores observados na fase de formação das vagens para todos os diferentes contrastes, estão dentro da faixa de valores apresentados por OLIVEIRA & THUNG (1988): N (1,1 a 3,2%); P (0,11 a 0,26%) e K (1,3 a 2,2%).

Para as sementes, todos os tratamentos irrigados tiveram concentrações menores de N, P e K do que os tratamentos não irrigados (contraste C1, Tabela 3). Estes resultados evidenciaram que acréscimos na produção do feijoeiro causam redução na concentração de N nas sementes. Mascarenhas apud FEITOSA *et al.* (1980) observaram que doses crescentes de nitrogênio na adubação causaram um decréscimo na concentração de fósforo nas sementes porém, nas folhas, não encontraram diferenças. FEITOSA *et al.* (1980) também encontraram que o emprego de doses crescentes de N propiciaram diminuição na concentração de P nas sementes.

Tabela 3. Estimativas dos contrastes ortogonais para a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio nas sementes do feijoeiro. Santa Maria, RS.

Contraste+	Nitrogênio(%)	Fósforo(%)	Potássio
C1	+ 0.98*	+0.16*	+0.09*
C2	0.00	0.00	-0.04
C3	- 0.10	-0.01	-0.07
C4	+ 0.12	-0.04	+0.26*
C5	- 0.22	+0.08	-0.04

* significante pelo teste de F a 5%; + Conforme Tabela 1.

Uma redução na concentração de P nas sementes também foi observada com a utilização de micronutrientes e cobertura convencional de N (Tabela 2). Tanto o P como o K apresentaram diferenças, respectivamente, nos contrastes C5 e C4, sendo que

os tratamentos com micronutrientes apresentaram menores médias. Entretanto, estes resultados não concordam com BARBOSA FILHO *et al.* (1979), que encontraram um aumento de 11,84% no teor de N das sementes pela aplicação de Mo, porém na ausência da adubação com P. Isto, deve-se, provavelmente ao P ter promovido acréscimos de produtividade. Resultados apresentados por HAAG *et al.* (1967) não demonstraram diferenças para a concentração de P e K nas sementes entre os 60, 70 e 80 DAE, porém para o N, as diferenças foram maiores, sendo que dos 60 até os 70 DAE, e entre os 70 e os 80 DAE houve acréscimo na concentração de N.

Na Figura 1 são apresentados os diagramas de dispersão entre a produtividade de grãos e a concentração de N, P e K nas folhas e talos aos 49 e 71 DAE. Aos 49 DAE houve correlações positivas entre a produtividade de grãos e a concentração de N, P e K. Isto indica que ocorreu uma estreita relação entre produtividade de grãos e a concentração desses nutrientes nas folhas. Aos 71 DAE a correlação foi negativa para o N nas folhas e positiva para o K. Isto, deve-se, provavelmente ao fato que o N e o P sejam translocados para os grãos em maior intensidade, diminuindo, assim, suas concentrações nas folhas, o mesmo não acontecendo com o K que apresenta o mesmo comportamento aos 49 DAE. O coeficiente de correlação para os talos apresentou um comportamento semelhante ao das folhas, tendo o N, P e K correlações positivas aos 49 DAE e negativas aos 71 DAE para o N e o P.

CONCLUSÕES

A irrigação promove maiores concentrações foliares de nitrogênio, fósforo e potássio na fase de formação das vagens, menores concentrações foliares de nitrogênio e fósforo na maturação fisiológica e menores concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio nas sementes.

Não há efeito positivo do parcelamento do nitrogênio via fertirrigação e utilização de micronutrientes aplicado às sementes sobre a concentração de

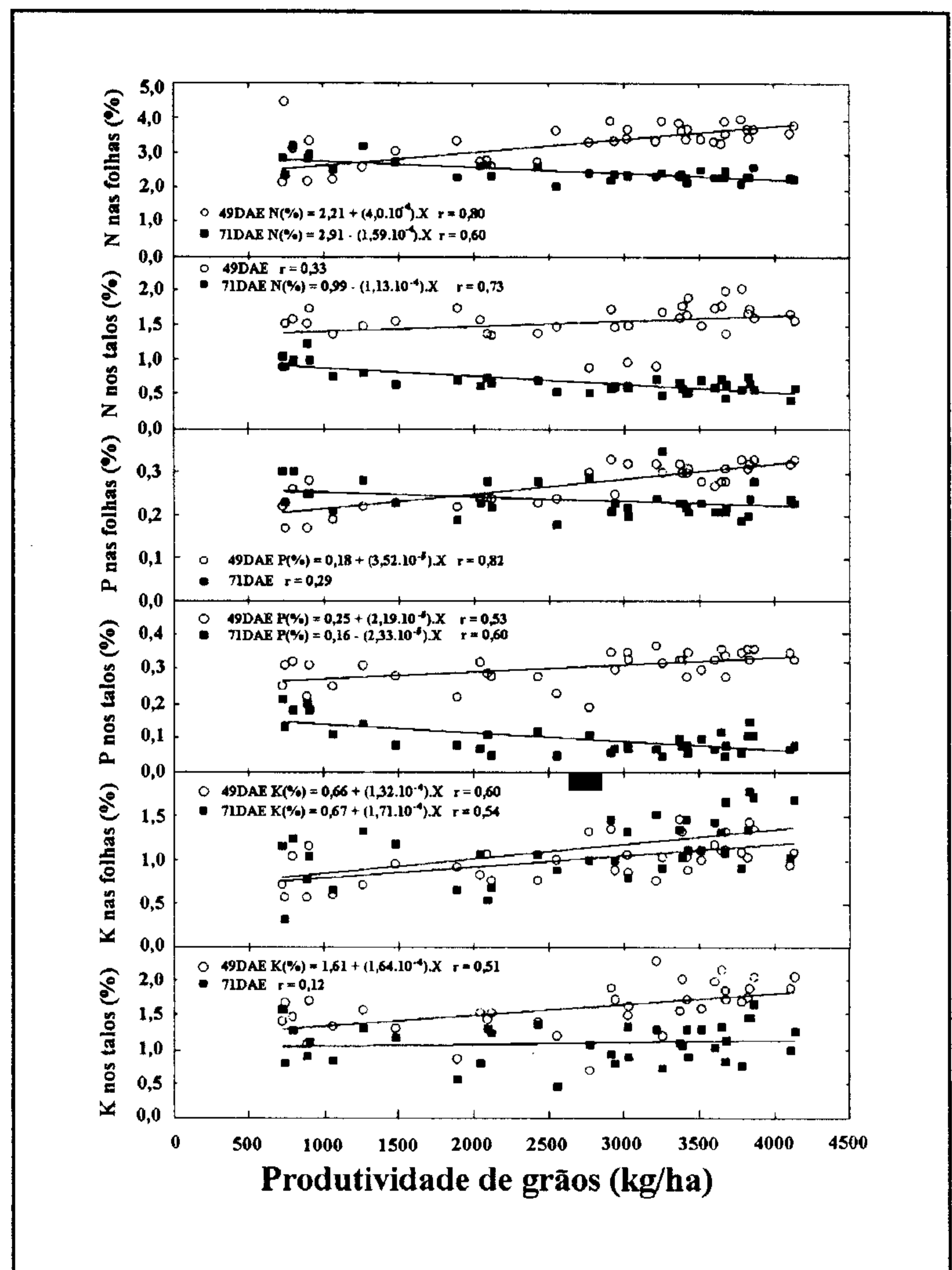


Figura 1. Diagramas de dispersão entre a produtividade de grãos e a concentração de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas e talos aos 49 e 71 DAE em Santa Maria, RS.

nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas e talos das plantas do feijoeiro, havendo uma estreita correlação entre a produtividade da cultura e a concentração dos nutrientes nos tecidos do feijoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA FILHO, M.P., JUNQUEIRA NETO, J., GUEDES, G.A.A., *et al.* Efeitos da idade, fósforo, molibdênio e cobalto no teor percentual de K em diferentes partes do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência Prat.* Lavras, v. 3, n. 2, p. 117-124, 1979.
- COBRA NETO, A., ACCORSI, W.R., MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. var Roxinho). *Anais da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz.* Piracicaba, v. 28, p. 257-273, 1971.

- COELHO, A.M. Fertigação. In: COSTA, E.F. da, VIEIRA, R.F., VIANA, P.A. **Quimigação: Aplicação de produtos químicos e biológicos via água de irrigação**. Brasília: EMBRAPA, 1994. p. 201-227.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo, SBCS-Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 2.ed. 1989. 128 p.
- DUTRA, L.G., OLIVEIRA, I.P. Micronutrientes em feijoeiro irrigado por pivot central em Britânia-GO. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, 4. Londrina, 1993. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993.
- FEITOSA, C.T., RONZELLI JUNIOR, P., ALMEIDA, L.D.A. *et al.* Adubação de N e P para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na presença e ausência de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 4, n. 3, p. 156-9, 1980.
- FORNAZIERE FILHO, O., VITTI, G.C., HORIENTE, E.C., *et al.* Influência da aplicação de micronutrientes e nitrogênio mineral sobre a fixação simbiótica do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 10, Piracicaba, São Paulo, 1992, **Anais...** Piracicaba: SBCS, 1992. P. 428-429.
- FURLANI, A.M.C., HIROCE, R., ANGELOCCI, L.R., *et al.* Desenvolvimento e nutrição do feijoeiro em função da aplicação de doses de cloreto e de sulfato de potássio. **Ciência e Cultura**, v. 30, n. 7, p. 855-863, 1978.
- HAAG, H.P., MALAVOLTA, E., GARGANTINI, H., *et al.* Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**. Campinas, v. 26, n. 30, p. 381-91, 1967.
- MAIA, P.C.S. **Fertirrigação por sistemas de irrigação por aspersão convencional na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Piracicaba; ESALQ, 1989. 81 p. Dissertação (Mestrado) - ESAL, 1989.
- OLIVEIRA, I.P., THUNG, M.D.T. Nutrição Mineral. In: ZIMMERMANN, M.J.O. **A cultura do feijoeiro**. Aspectos que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fostato, 1988. p. 175-212.
- PESSOA, A.C.S., KELLING, C.R.S., POZZEBON, E.J., *et al.* Concentração e acumulação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo feijoeiro cultivado sob níveis de irrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 69-74, 1996.
- SILVA, M.I. da, DARIVA, T., KAMINSKI, J., *et al.* Efeitos de níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista do Centro de Ciências Rurais**. Santa Maria, v. 7, n. 4, p. 395-401, 1977.
- TEDESCO, M.J., VOLKWEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 188p. (Boletim Técnico, 5) Londrina: IAPAR, 1993.
- WILCOX, G.E., FAGERIA, N.K. **Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1976. 22 p. (Boletim Técnico, 5).