

ADUBAÇÃO FOLIAR DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.): II. EFEITOS
DO NITROGÊNIO COM E SEM COBERTURA NITROGENADA¹ /

C. A. ROSOLEM*
J. R. MACHADO**
J. J. BALDUCCI Jr.***
L. T. HING****

Summary

In two field experiments, the effects of nitrogen fertilizers applied in the soil and/or on the leaves on bean production were studied. The first experiment was conducted during the wet season and the second during the dry season.

Nitrogen (32-0-0) was applied on the leaves on 5 levels (0, 12, 24, 36 and 48 l/ha divided into a applications (15, 30, 45 and 60 days from seedling emergence), in the presence or absence of 30 kg/ha of topdressed nitrogen.

The topdressed nitrogen always increased bean production. In the wet season there was a small production increase due to foliar fertilization in the absence of topdressing, but in the dry season a tendency to quadratic response to foliar fertilization was noticed irrespective of topdressing. Nitrogen application on the soil (20 days from seedling emergence) caused an increase in number of pods per plant whilst the foliar fertilization with nitrogen in the absence of topdressing increased the thousand-grain weight.

Introdução

Trabalhos conduzidos por Bulisani e outros (2, 3) demonstraram que a adubação foliar do feijoeiro pode ser uma prática viável, uma vez que existe a possibilidade da mesma ser efetuada juntamente com os tratamentos fitossanitários. Os autores relatam que ocorreram aumentos de produção de 18 a 35% com a adubação foliar, dependendo do produto utilizado, da dosagem e da presença ou ausência de adubação mineral no solo. Os tratamentos

que receberam adubação no solo produziram mais do que aqueles que receberam adubos apenas pelas folhas, e a resposta ao adubo foliar foi menor quando em presença de adubação no solo.

Em Israel, foram estudados alguns aspectos da adubação foliar do feijoeiro (6), que concluem ter ocorrido aumentos de 10 a 40% na produção quando foram feitas 1 ou 2 aplicações foliares de nutrientes (NPKS), em consequência principalmente do aumento no número de sementes por planta e do peso de 100 sementes. Os autores explicam que estes efeitos foram devidos não propriamente ao fornecimento de nutrientes, mas sim a um retardamento da queda da taxa fotossintética das plantas.

Apesar disso, alguns resultados de pesquisas conduzidas no Brasil (8) tem demonstrado que a adubação foliar do feijoeiro chegou a deprimir a produção.

Em todos os casos relatados, foram utilizadas fórmulas NKP em adubação foliar, o que não permite

1 Recebido para publicação em 11 novembro 1981.

* Dept.^o de Agricultura e Silvicultura, FCA/UNESP, com bolsa do CNPq

** Dept.^o de Agricultura e Silvicultura, FCA/UNESP.

*** Estagiário do DAS/FCA/UNESP.

**** Ultrafertil S/A.

atribuir o efeito, benéfico ou maléfico, a um determinado nutriente. Desta maneira, entre outros aspectos, é importante o estudo dos efeitos de determinados nutrientes, quando aplicados via foliar, na produção do feijoeiro e em seus componentes, para que se possa chegar a uma recomendação segura desta prática.

Dentre os macronutrientes primários, tem-se obtido respostas do feijoeiro à adubação nitrogenada com relativa frequência, o que torna fundamental o estudo do emprego de fertilizantes nitrogenados à cultura em questão (5), principalmente se for levado em consideração que a translocação do nitrogênio das folhas para os grãos apressa a senescência das folhas, como foi observado na cultura da soja (1, 10).

Material e métodos

O trabalho constou de 2 ensaios conduzidos em condições de campo, na Estação Experimental de São Manuel, Município de São Manuel, Estado de São Paulo, sendo uma na safra das águas e o outro na safra das secas do ano agrícola de 1979/80.

O solo utilizado para ambos ensaios foi classificado como Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa que revelou as seguintes características químicas $\text{pH} = 5.5$; $\text{M. O.} = 0.67\%$; $\text{PO}_4^{3-} = 0.05 \text{ emg}$; $\text{K}^+ = 0.17 \text{ emg}$; $\text{Ca}^{2+} = 1.19 \text{ emg}$; $\text{MG}^{2+} = 0.34 \text{ emg}$ e $\text{Al}^{+3} = 0.4 \text{ emg}$ por 100 g de TFSA, em amostragem feita antes do 1.º ensaio. Foi efetuada calagem na dose de 2 t/ha.

A cultivar utilizada em ambos ensaios foi a carioca.

O delineamento experimental utilizado para cada ensaio foi um fatorial 2×5 , com quatro repetições, em blocos casualizados. Os tratamentos constaram das aplicações de 0, 12, 24, 35 e 48 litros por hectare de adubo nitrogenado (32-0-0) via foliar, na presença ou não de adubação nitrogenada no solo. As doses foram divididas em quatro aplicações feitas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência das plantas. Em cada uma das aplicações foram utilizados 300 litros/ha de água e 1 ml de espalhante adesivo por litro de água. A adubação básica constou da aplicação de 80 e 30 kg/ha de P_2O_5 e K_2O , respectivamente, nas fórmulas de superfosfato simples e cloreto de potássio, aplicadas por ocasião da semeadura, em sulcos situados 5 cm ao lado e abaixo daqueles destinados às sementes.

Nos tratamentos destinados a receber adubo nitrogenado no solo foi aplicado 30 kg/ha de N como sulfato de Amônio, em cobertura, aos 15 dias após a emergência das plantas.

Cada parcela experimental constou de cinco linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas entre si de 0.40 m. Foi considerado como área útil da parcela as 3 linhas centrais eliminando-se 0.50 m de cada extremidade.

A semeadura foi efetuada a 5 de outubro de 1979 e 14 de fevereiro de 1980 respectivamente para a época das águas e da seca. Considerou-se final de emergência das plantas 15/10/79 e 21/02/80 respectivamente para o ensaio da safra das águas e o da seca e na mesma ordem a colheita foi efetuada em 10 de janeiro e 13 de maio de 1980. Por ocasião da colheita, na época da seca, foram amostradas 10 plantas por parcela, onde foram determinados: número de vagens, número de grãos, tamanho das vagens e a produção por planta. Foi efetuada análise de variância dos dados obtidos e tentou-se correlacionar entre si os resultados.

Resultados e discussão

Desenvolvimento das plantas:

O desenvolvimento vegetativo das plantas foi normal durante todo o ciclo, ocorrendo leve incidência de bacteriose que não chegou a prejudicar os ensaios. Entretanto após a aplicação do adubo foliar nitrogenado houve uma queimadura que afetou a parte marginal do limbo dos folíolos. Essa ocorrência foi verificada para a aplicação do foliar na dose de 48 l/ha, e em menor intensidade e frequência para a dose de 36 l/ha. Os demais tratamentos não chegaram a mostrar sintomas de fitotoxidez. A injúria ocorreu com menor intensidade e frequência nas aplicações mais tardias, estando presente em maior intensidade e frequência quando o adubo foi aplicado aos 15 dias após a emergência ou seja quando as plantas apresentavam a 3ª folha trifoliada, sendo extremamente leve quando se aplicou o foliar aos 60 dias após a emergência.

Tanto as plantas injuriadas como as não injuriadas desenvolveram-se normalmente, o que leva a concluir que aparentemente as queimaduras verificadas não chegaram a afetar o desenvolvimento das mesmas. Alguns autores tem atribuído diminuições na produção com aplicação de adubos foliares à queima das folhas pelos produtos (6, 7), o que não ocorreu no presente caso.

Produção:

As produções obtidas nos ensaios da época das águas e da época da seca encontram-se na Figura 1

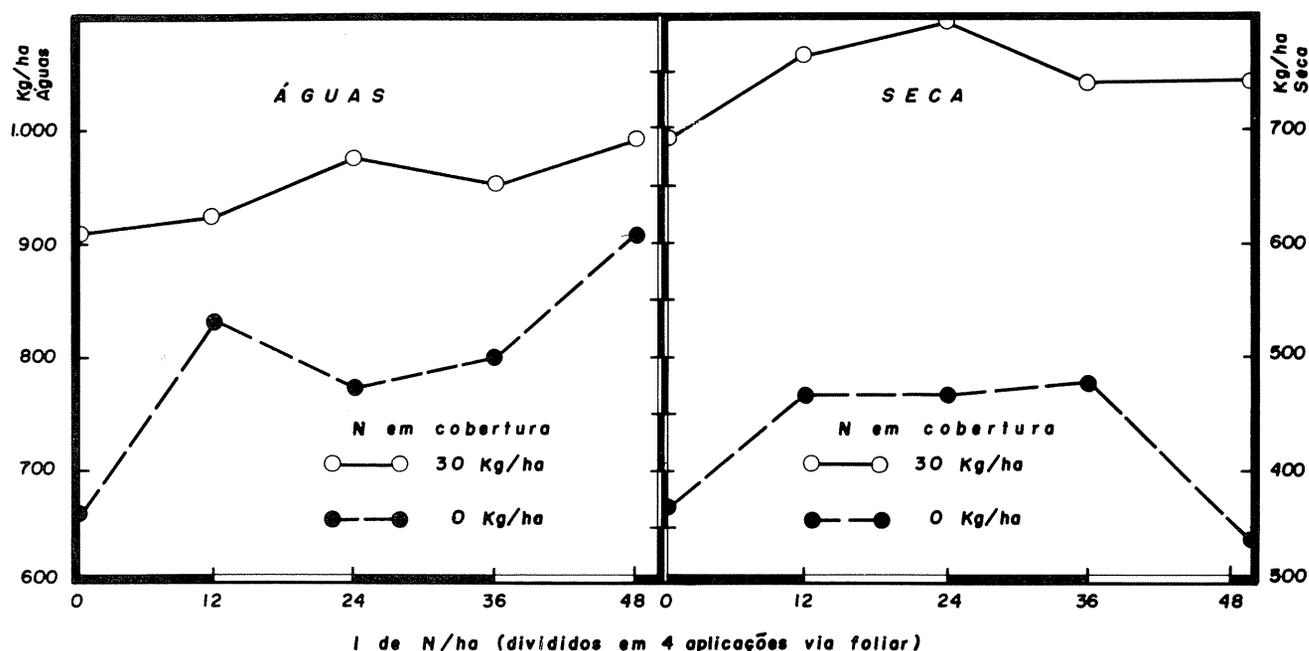


Fig. 1. Produções de feijão na época das águas e da seca, em função da aplicação de N via foliar, na presença e ausência de adubação em cobertura.

Pode-se notar pela referida figura que ocorreram algumas tendências de resposta à adubação foliar, embora não se tenha obtido diferença estatisticamente significativa para os tratamentos foliares. Houve resposta significativa apenas para a aplicação do nitrogênio em cobertura no solo.

É interessante ressaltar na Figura 1 a tendência quadrática dos resultados obtidos na época da seca, demonstrando que a partir de certo ponto apareceu um novo agente limitante da produtividade, provavelmente a água através de sua interação com a nutrição da planta, como pode ser visto na Figura 2, onde estão as precipitações ocorridas no período. Reforçando essa hipótese existem trabalhos demonstrando que a adubação foliar apresenta melhor resultado sob condições hídricas satisfatórias (4).

Outro ponto a ser discutido é o fato de que a aplicação de aproximadamente 20 kg de N/ha via foliar (48 l/ha de 32-0-0), proporcionou uma produção de feijão muito semelhante àquela obtida com 30 kg N/ha em cobertura, no solo, na época das águas, mas não na época da seca (Figura 1). Novamente poderia ser levantado o problema das condições hídricas encontradas em cada caso.

Componentes da produção:

Os resultados obtidos para os diversos componentes da produção do feijoeiro na época da seca podem ser vistos em Quadros 1 e 2.

Na Tabela 1 pode-se notar que a aplicação de nitrogênio em cobertura sempre proporcionou resultados com valores maiores do que sem a aplicação de nitrogênio no solo, com exceção do tamanho das

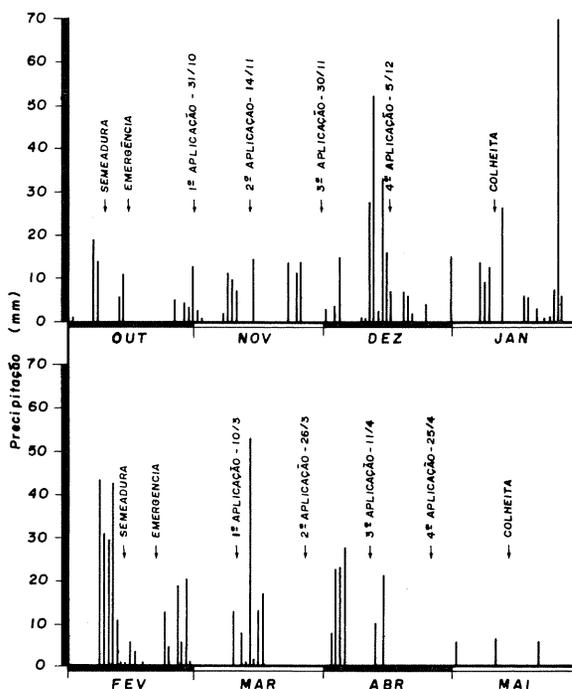


Fig. 2. Precipitações ocorridas durante a condução dos ensaios.

Quadro 1. Efeito da adubação foliar com nitrogênio (32-0-0) em presença e ausência de cobertura nitrogenada no peso de 100 sementes, produção por plantas, n^o de vagens por planta e tamanho das vagens do feijoeiro, safra da seca.

Cobertura	l/ha* 32.0.0	Produção g/planta	Peso de 100 sementes**	Número de vagens por planta	Tamanho das vagens (cm)
0 kg N/ha	0	21.2	21.3 x	2.6	8.9
	12	22.6	22.3 y	2.8	9.6
	24	22.7	22.2 y	2.6	8.4
	36	22.6	22.5 y	2.8	7.8
	48	17.6	21.0 x	2.5	7.8
	Média		21.3 b	21.9 b	2.6 b
30 kg N/ha	0	29.5	22.0	3.7	8.2
	12	30.6	22.5	3.7	8.6
	24	33.9	22.5	3.7	8.3
	36	29.6	22.4	3.5	8.2
	48	29.2	22.5	3.2	9.5
	Média		30.5 a	22.4 a	3.6 a
C. V. %		19.3	1.5	15.9	17.2
f. ad. foliar		n.s.	**	n.s.	n.s.
f. ad. cobertura		**	**	**	n.s.
f. interação		n.s.	**	n.s.	n.s.

* Doses divididas em 4 aplicações aos 15, 30, 45 e 60 dias da emergência das plantas

** a e b demonstram diferenças significativas ($P < 0.5$) para N em cobertura; x e y indicam diferenças entre tratamentos foliares.

Quadro 2. Efeito da adubação foliar com nitrogênio (32-0-0) em presença e ausência de cobertura nitrogenada no número de grãos por planta e número de grãos por vagem do feijoeiro, safra da seca.

Cobertura	l/ha* 32-0-0	n ^o de grãos/planta**			n ^o de grãos/ vagem
		desenvolvidas	não desenvolvidas	total	
0 kg N/ha	0	9.6	2.3	11.9	4.54 x
	12	10.8	3.8	14.6	5.28 y
	24	11.5	2.3	13.8	2.32 y
	36	11.6	2.4	14.0	5.19 y
	48	8.4	2.5	10.9	4.80 x
	Média		10.4 b	2.7 a	13.03 b
30 kg N/ha	0	12.9	2.6	15.6	4.67
	12	13.2	3.0	16.2	4.40
	24	13.9	3.7	17.6	4.57
	36	12.2	4.0	16.2	4.25
	48	12.1	3.1	15.2	4.75
	Média		12.9 a	3.3 a	16.6 a
C. V. %		16.5	32.3	17.8	15.00
f. ad. foliar		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
f. ad. cobertura		**	n.s.	**	n.s.
f. interação		n.s.	n.s.	n.s.	**

* Doses divididas em 4 aplicações aos 15, 30, 45 e 60 dias da emergência das plantas

** a e b demonstram diferenças significativas ($P < 0.5$) para N em cobertura; x e y indicam diferenças entre tratamentos foliares.

vagens. Apesar da não significância estatística entre as diferenças observadas, na maioria dos casos, os resultados obtidos explicam os resultados obtidos para produção (Figura 1), sendo que no caso da ausência de N em cobertura foram obtidos coeficientes de correlação altamente significativos entre a produção por planta e peso de 100 sementes com a produção de grãos em kg/ha

Na Tabela 2 encontram-se o número de grãos desenvolvidos, não desenvolvidos e total por planta e o número de grãos por vagem. Novamente o teste *t* foi significativo apenas para adubação em cobertura. Cumpre ressaltar que, na ausência de nitrogênio no solo, obteve-se correlação altamente significativa e positiva entre o número de grãos desenvolvidos, número total de grãos por planta e número de grãos por vagem com a produção de feijão, ao passo que a correlação obtida para grãos não desenvolvidos foi negativa. Estes resultados permitem inferir que a tendência observada para a produção foi devida a uma melhor desenvolvimento dos grãos.

Os resultados obtidos no presente trabalho, na época da seca, permitem ainda inferir que a resposta fisiológica do feijoeiro parece ser diferente quando o nitrogênio é aplicado no solo ou via foliar, pois o aumento de produção devido à aplicação de nitrogênio no solo deveu-se principalmente ao aumento no número de vagens por planta, uma vez que não foram obtidas correlações significativas dos outros parâmetros estudados com a produção (Quadros 1 e 2). Por outro lado a adubação foliar, quando na ausência da cobertura, fez aumentar o peso de 100 sementes e número de grãos por vagem (Quadro 2), o que ficou claro pelo estudo das correlações que foram obtidas, sendo que a adubação em cobertura não modificou o número de grãos por vagem significativamente (Quadro 2).

Estes resultados estão de acordo com a teoria segundo a qual a adubação foliar, através da manutenção de um nível adequado de nitrogênio nas folhas, poderia aumentar, ou manter por mais tempo, a taxa fotossintética das mesmas (1, 6, 9). Por outro lado, as mesmas tendências podem não ter sido observadas na presença de nitrogênio aplicado no solo em razão de um nível mais elevado do nutriente, uma vez que uma rápida senescência e queda na taxa fotossintética de folhas foi associada com níveis supra ótimos de nutrientes nas mesmas (6).

Resumo

O presente trabalho foi realizado com a finalidade de estudar as respostas do feijoeiro ao nitrogênio aplicado em cobertura, no solo, e por via foliar. Para

tanto foram instalados dois ensaios em condições de campo, sendo um na época das águas e outro na época da seca, em um solo classificado como Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa.

Foram empregadas as doses de 0, 12, 24, 36 e 48 l/ha da fórmula 32-0-0, divididas em quatro aplicações foliares aos 15, 30, 45 e 60 dias da emergência das plantas, na presença ou ausência de adubação nitrogenada em cobertura no solo, na dose de 30 kg/ha. O adubo foi diluído em 300 l/ha de água mais espalhante adesivo. Todas as parcelas, em ambos os ensaios, receberam adubação fundamental de 80 e 30 kg/ha de P_2O_5 e K_2O , respectivamente

Com relação à produção de grãos não foram verificadas diferenças significativas devidas à adubação foliar em ambas as épocas de cultivo. A adubação em cobertura sempre proporcionou maiores produções em relação às parcelas

Com relação à produção de grãos não foram verificadas diferenças significativas devidas à adubação foliar em ambas as épocas de cultivo. A adubação em cobertura sempre proporcionou maiores produções em relação às parcelas que não receberam nitrogênio no solo. Na época das águas a adubação foliar proporcionou uma tendência de aumento nas produções apenas das parcelas sem adubação em cobertura, ao passo que na época da seca foi observada uma tendência quadrática de resposta à adubação foliar, independentemente de adubação em cobertura. Na ausência de nitrogênio em cobertura, a adubação foliar proporcionou maior peso de 100 sementes, maior produção por planta e maior número de vagens por planta, ao passo que a adubação em cobertura fez com que aumentasse o número de vagens por planta.

Literatura citada

1. BOOTE, K. S.; R. N. GALLARHER; W. R. ROBERTSON; K. HINSON e L. C. HAMMONG. Effect of foliar fertilization on Photosynthesis, leaf nutrition, and yield of soybeans. *Agronomy Journal* 70:787-791. 1978
2. BULISANI, E. A.; L. D. A. ALMEIDA e J. D. DEMATÉ. Observações preliminares sobre a adubação foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). I. *Bragantia*, 32:XIII, nota n.º 03. 1973a
3. BULISANI, E. A.; L. D. A. ALMEIDA e J. D. DEMATÉ. Observações preliminares sobre a adubação foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). II. *Bragantia*, 32:XVII, nota n.º 06. 1973b.

4. GRAY, R. C. Foliar fertilization with primary nutrients during the reproductive stage of plant growth. The Fertiliser Society of London. Proceedings, 1977, pp. 1-23.
5. MACHADO, J. R.; J. NAKAGAWA; D. A. S. MARCONDES e O. BRINHOLI. Cultura do Feijão. FCMBB, Dept.^o de Fitotecnia. Botucatu. Apostila mimeo, 1974. 53 p.
6. NEWMANN, P. M. e M. GISKIN. Late season foliar fertilization of beans with NPKS; Effects of cytokinins, calcium and spray frequency. Commonwealth Soil Science Plant Analysis, 10(3):579-589. 1979.
7. ROBERTSON, W. K., K. HINSON e L. C. HAMMOND. Foliar fertilization of soybeans (*Glycine max*) in Florida. Soil and Crop Science Society of Florida, Proceedings, 36:77-79. 1976.
8. RONZELLI, Jr.; C. T. FEITOSA e L. D. A. ALMEIDA. Formulações comerciais e PK na presença de nitrogênio em cobertura ou adubação foliar para feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 17. Manaus. Resumos, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, resumo n.^o 145, 1979. p. 54.
9. RYLE, G. T. e J. D. HESKETH. Carbon dioxide uptake in nitrogen -deficient plants. Crop Science, 9:451-454. 1969.
10. SINCLAIR, T. R. DE WITH. Analysis of the carbon and nitrogen limitations to soybean yield. Agronomy Journal, 68:319-324. 1976.