

NÍVEIS DE NITROGÊNIO, NA CULTURA DO FEIJÃO¹

JOÃO M. DA CUNHA², RICARDO J. GUAZZELLI³, FERNANDO M. DALL'ACQUA⁴ e DENISE C. FERNANDES⁵

RESUMO - Mediu-se a produtividade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em relação a seis níveis de nitrogênio (N) aplicado no solo. A análise estatística mostrou a influência linear de níveis de nitrogênio sobre a produção e também efeito quadrático em um dos ensaios. Na análise conjunta, foram obtidas influências altamente significativas para níveis de N e significativas para anos e para a interação anos versus níveis de N. A interpretação econômica pelo método custo-retorno, usando-se preço mínimo e preço corrente, mostrou que a aplicação 20 kg/ha de N deu a melhor taxa de retorno. O maior retorno líquido foi obtido com 80 kg/ha de N.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris* L., adubação, absorção, fertilizante, semeadura.

NITROGEN LEVELS IN THE BEAN CROP PRODUCTION

ABSTRACT - Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yields related to six levels of nitrogen application have been determined in soils of a particular producing area of Minas Gerais which responds to this element. A linear response was obtained in two tests and both linear and quadratic effects in one of them. The economic interpretation by cost-return method using both market price and support price have shown that N at 20 kg/ha afforded the best return tax while N at 80 kg/ha gave the best net return.

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L., fertilization, absorption, fertilizers, sowing.

INTRODUÇÃO

Nas regiões do Alto Paranaíba e Paracatu, em Minas Gerais, é freqüente a ocorrência de tufito nos solos da Serra da Mata da Corda. A desagregação desse material de origem vulcânica e a sua mistura com o arenito subjacente das encostas e baixadas forma os solos de cultura da região, muito férteis, principalmente em fósforo.

As culturas do milho e do feijão são bastante praticadas nesses solos, que originalmente, apresentam rendimentos elevados. Estes solos têm como principal inconveniente a erodibilidade excessiva, em virtude da textura arenosa e da topografia acidentada.

Com os cultivos sucessivos, queimas e carência de conservação de solos e de adubações, a produtividade média do feijão dessa região é, atualmente, inferior à média do Estado.

Não é muito comum a resposta a nitrogênio nas regiões produtoras de feijão no Brasil, na forma que se verifica em Patos de Minas.

Em São Paulo, em 54 experimentos conduzidos em diversos anos por Miyasaka et al. (1960; 1966 a, b, c, d, e, f, g, 1967a, b) e Mascarenhas et al. (1967, 1969), onde houve o interesse predominante de estudar o efeito de N, P, K, calagem, S e micronutrientes na produção, em 32% dos casos houve resposta positiva ao N.

Na Zona da Mata, em Minas Gerais, em solos Massapê, Vicira & Gomes (1961) estudaram o efeito da adubação NPK em fatorial 2³, não obtendo resposta a N. Na mesma região, Fontes et al. (1965) estudaram o efeito do mesmo tipo de adubação, em casos fatoriais 3³ nas localidades de Ubá, Ponte Nova e Ervália, e em fatorial NPKCa (2 x 4 x 2 x 2) em Inhapim e também não obtiveram resposta a N.

Na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais, Guazzelli & Cunha (s.d.) encontraram efeito positivo linear de N na produção de feijão em dois ensaios conduzidos no período 1962/1964, em solo de tufito, enquanto que em Latosolo Vermelho só obtiveram resultados vantajosos de N em um dos dois ensaios realizados no período 1968/1970.

No Triângulo Mineiro, Guazzelli et al. (1971) usaram delineamentos fatoriais para estudar o efei-

¹ Aceito para publicação em 26 de outubro de 1979. Patos de Minas, a qual, na época, fazia parte do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste.

² Eng^o Agr^o, M.Sc., Serviço de Produção de Sementes Básicas (SPSB) - EMBRAPA - Ed. Palácio do Desenvolvimento, 9^o andar, CEP 70.040 - Brasília, DF.

³ Eng^o Agr^o, Ph.D., Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP) - EMBRAPA, Caixa Postal 179, CEP 74.000 - Goiânia, GO.

⁴ Eng^o Agr^o, M.Sc., CNPAF/EMBRAPA.

⁵ Acadêmica de Agronomia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37.200 - Lavras, MG.

to de macro e micronutrientes em solo de cerrado, em Uberaba, MG. Não se obtiveram efeitos vantajosos de N isoladamente, mas sim nas associações NP, NPK, NPCa e NPCa + micronutrientes. Em todos os casos, as produções obtidas foram baixas.

Koole (1971) relatou os resultados obtidos pela FAO/ABCAR/ANDA em Minas Gerais, em 35 ensaios de adubação, nos quais houve reação positiva a N em 16, a P, em 23 e à calagem em nove deles. As melhores doses parecem ser de 88 kg/ha de N e de 80 a 112 kg/ha de P_2O_5 . A relação custo-retorno variou entre 2 e 4. No Estado de Goiás, em 17 ensaios houve resposta ao P em doze deles, variando as melhores doses de P_2O_5 entre 80 e 112 kg/ha.

No Rio Grande do Sul, a experimentação feita pela Secretaria da Agricultura foi revista por Souza (1971) e mostrou efeito geralmente linear para P, N e calagem, enquanto Alves (1971) em três ensaios realizados em Pelotas, verificou resposta consistente ao N, avaliando em 113 kg/ha a dose que daria produção máxima.

Malavolta (1971) resumiu, na Tabela 1, os resultados dos ensaios de adubação do feijoeiro em oito estados.

Com respeito à época de aplicação de N, Guazzelli & Cunha (s.d.) conseguiram bons resultados com a aplicação de N a 60 kg/ha fracionados, um 1/3 na época do plantio e 2/3, 25 dias após.

Gallo & Miyasaka (1961) estudando os períodos mais intensos de absorção de nutrientes no ciclo do feijoeiro, concluíram que esse período corresponde ao intervalo de 33 aos 44 dias do plantio, ou seja, do florescimento ao início da formação das vagens, sendo a absorção de N, em relação aos outros nutrientes, a mais intensa.

Sobre fontes de N, Mascarenhas et al. (1966) comparando a eficiência de sulfato de amônio, salitre do Chile e nitrocálcio, na nutrição do feijoeiro, em duas localidades do Estado de São Paulo, não obtiveram diferenças significativas entre tratamentos para produção.

Considerando que em trabalho anterior, ficou demonstrada a resposta a N nos solos de cultura da região do Alto Paranaíba e Paracatu, o presente trabalho tem por objetivo medir a produtividade do feijão em relação a seis níveis de N, bem como determinar as dosagens econômicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido a partir do ano agrícola de 1970/1971, durante três anos consecutivos, em solo cuja análise revelou os dados constantes da Tabela 2.

O esquema experimental compreendeu os seis níveis de nitrogênio, apresentados na Tabela 3, sorteados em blocos ao acaso com seis repetições.

Como fonte de nitrogênio, utilizou-se nitrato de amônio $(NH_4)_2NO_3$, contendo 20,5% de nitrogênio nítrico e amoniacal. Deu-se preferência a esse fertilizante, por não alterar o pH do solo. O adubo foi aplicado em linha, distanciado da semente 5 cm para o lado e para baixo. Aplicaram-se 1/3 do fertilizante por ocasião da semeadura, e 2/3 (aplicação superficial), cerca de 25 dias após.

TABELA 1. Respostas principais, em número por tratamento, dos ensaios de adubação do feijoeiro conduzidos no País. Malavolta (1971).

Estados	Nº de experimentos	Fertilizantes*					
		N	P	K	Cal.	M.O.	MN
Amazonas	1	-	-	-	-	1	-
Pará	8	1	1	1	-	5	-
Minas Gerais	50	23	17	-	9	-	-
Goiás	22	1	16	-	2	1	-
Distrito Federal	3	1	3	1	2	-	-
São Paulo	123	31	57	11	8	13	15
Santa Catarina	3	-	3	-	3	-	-
Rio Grande do Sul	22	10	6	2	7	4	2
Total	232	67	103	15	31	24	17

*N = nitrogênio; P = fósforo; K = potássio; Cal = calagem; M.O. = matéria orgânica; MN = micronutrientes.

TABELA 2. Resultados e interpretações da análise química do solo.*

pH em água	Al. mE 100 cc	Ca+ Mg mE. 100 cc	K ppm	P ppm	M.O. %	N total %
5,0	nihil	3,00	137	57	2,78	0,127
Acidez média	Baixo	Médio	Alto	Alto	Médio	Médio

*Análise realizada na Seção de Solos do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste.

TABELA 3. Níveis de nitrogênio aplicado ao solo (1/3 por ocasião do plantio e 2/3, 25 dias após).

Nível	*N (kg/ha)
0	0
1	20
2	40
3	60
4	80
5	100

*Fonte de N = Nitrato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3$.

Nos três anos, a semeadura foi realizada na segunda quinzena de fevereiro e as parcelas tiveram 6 m de comprimento por 2,5 m de largura. As linhas foram dispostas a 0,50 m uma da outra, e as covas, a 0,20 m. Em cada cova colocaram-se três sementes, efetuando-se um desbaste 20 dias após a semeadura, para duas plantas por cova.

Na colheita, desprezaram-se as duas linhas laterais e 0,50 m em cada extremidade das parcelas.

Utilizou-se, para a semeadura, a cultivar Rico 23, amplamente difundida e de larga aceitação comercial.

Os tratamentos culturais foram os normais para a cultura e idênticos para todas as parcelas.

Foram feitas a análise da variância, a análise de regressão de níveis de nitrogênio sobre a produção de cada ensaio e a análise conjunta dos ensaios nos três anos.

A análise econômica baseou-se no método custo-retorno, sendo atribuídos os seguintes preços ao insumo e ao produto, e preço mínimo do produto então vigente:

Nitrogênio (P_N) Cr\$ 1.900,00/t
Feijão (P_V) Cr\$ 7,00/kg Cr\$ 4,60/kg

O procedimento utilizado foi o seguinte:

1. Calcularam-se os aumentos de produção que foram obtidos com cada dose de nitrogênio, em relação à dosagem zero (Y_0).

2. Multiplicaram-se os aumentos de produção ($Y_1 - Y_0$) pelo preço unitário do feijão (P_V), obtendo-se assim o retorno bruto.

3. Subtraiu-se do retorno bruto o custo da quantidade do nutriente aplicado ($N_i \cdot P_N$), obtendo-se o retorno líquido.

4. Dividiu-se o retorno líquido pelo custo total do nutriente, obtendo-se as taxas de retorno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise isolada dos resultados de produção dos ensaios, em cada ano, consta da Tabela 4.

Levando-se em conta a regressão, isto é, considerando a dependência dos tratamentos, têm-se os efeitos apresentados na Tabela 5.

Nos anos agrícolas 1970/1971 e 1971/1972, apenas o componente do 1º grau foi altamente significativo. A não significância do componente quadrático indica que a produção, nesses anos, não atingiu o máximo, mesmo com o uso da maior dosagem de N (100 kg/ha).

Em 1972/1973, os componentes do 1º e 2º graus foram altamente significativos, indicando que a produção atingiu um máximo. As equações de regressão estão contidas na Tabela 5.

As equações de regressão estimam a produção esperada (Y) a ser obtida quando se aplica N dentro dos limites de 0 a 100 kg/ha.

Finalmente, foi efetuada a análise conjunta dos dados de produção obtidos nos três anos agrícolas,

TABELA 4. Médias de produção de feijão em kg/ha, referentes a níveis de nitrogênio aplicado no solo e Testemunha sem adubação.

Tratamentos	Ano agrícola		
	70/71	71/72	72/73
N ₅	893 a	787 a	853 a
N ₄	858 a	853 a	890 a
N ₃	673 b	569 b	753 b
N ₂	644 b	640 b	776 b
N ₁	580 b	544 b	742 b
N ₀	536 b	487 b	442 c
CV %	11,37	15,50	13,59

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 5. Equações de regressão¹

Anos agrícolas	Equações	Efeitos	
		linear	quadrático
1970/1971	$Y = 508,06 + 3,79 X$	**	
1971/1972	$Y = 478,42 + 3,37 X$	**	
1972/1973	$Y = 480,73 + 9,99 X - 0,66 X^2$		**

¹ Não foram considerados efeitos além de quadrático, por conduzirem a interpretações complicadas.

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

cujos resultados são apresentados na Tabela 6.

As influências de tratamentos foram altamente significativas. Já o resultado significativo para anos e para a interação anos versus tratamentos indica que o comportamento relativo dos níveis de nitrogênio aplicado varia de um ano para outro. Há, porém, efeitos gerais de adubações que se sobrepõem a essas variações. Os tratamentos N₄ e N₅ (vide Tabela 4) apresentaram maior eficiência em relação aos demais. Os tratamentos N₁, N₂ e N₃ foram estatisticamente iguais entre si, porém inferiores a N₄ e N₅ e superiores à Testemunha. Os dados da Tabela 6 corroboram estas tendências.

A Tabela 7 apresenta a análise de custo-retorno

TABELA 6. Análise conjunta do efeito de níveis de nitrogênio, na produção de feijão, em três ensaios.

Tratamentos	Produção em kg/ha
N ₅	844 a
N ₄	897 a
N ₃	665 b
N ₂	687 b
N ₁	622 b
N ₀	488 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 7. Retorno líquido e taxas de retorno.

Nível	Y	$Y_1 - Y_0$	$(Y_1 - Y_0)P_4$	$N_i P_n$	Retorno líquido	Taxa de retorno
0	488	-	-	-	-	-
1	622	134	938	190	748	3,9
2	687	199	1.393	380	1.013	2,7
3	665	177	1.239	570	669	1,2
4	897	409	2.863	760	2.103	2,8
5	844	356	2.462	950	1.542	1,6

$P_y = \text{Cr\$ } 7,00/\text{kg}$; $P_n = \text{Cr\$ } 1.900,00/\text{t}$.

considerando-se o preço de feijão a Cr\$ 7,00/kg.

Pode-se notar que a recomendação de 80 kg/ha de N (nível 4) é a que resulta em um maior retorno líquido. Porém, a taxa de retorno desse nível, 2,8, não é satisfatória. É muito discutido o que venha a ser uma taxa de retorno satisfatória; porém, pelos dados da Tabela 7, a dose de 20 kg/ha de N (nível 1), embora proporcione menor lucro líquido, permite maior taxa de retorno, e, conseqüentemente, menor risco. A recomendação de 80 kg/ha de N, ou seja, a de maior retorno líquido, deveria, no caso, ser indicada apenas a produtores de maior disponibilidade de recursos.

Considerando-se, entretanto, o preço mínimo do feijão a Cr\$ 4,60/kg para a safra de 1977/1978, calcularam-se o retorno líquido e a taxa de retorno apresentados na Tabela 8.

Nota-se que a esse nível de preço do feijão, embora os retornos líquidos e as taxas de retorno sejam inferiores aos anteriores, as conclusões não se alteram significativamente.

Se se considerar a possibilidade de excedentes de oferta no mercado, fazendo com que a comercialização do produto seja realizada ao preço mínimo, a recomendação de adubação para pequenos produtores seria de 20 kg/ha de N. Embora este nível não propicie o maior lucro, resultaria na

TABELA 8. Retorno líquido e taxa de retorno.

N	Y	$(Y_i - Y_0)P$	$N_i \cdot P_n$	Retorno líquido	Taxa de retorno
0	488	-	-	-	-
1	622	134	190	427	2,24
2	687	199	380	537	1,41
3	665	177	570	246	0,43
4	987	409	760	1.225	1,48
5	844	356	950	691	0,72

$P_Y = \text{Cr\$ } 4,60/\text{kg}$; $P_n = \text{Cr\$ } 1.900,00/\text{t}$

maior taxa de retorno (2,24), enquanto que a recomendação de 80 kg/ha de N daria maior lucro líquido (Cr\$ 1.225,00), porém menor taxa de retorno (1,48).

A análise custo-retorno, em sua forma simples, como a que se realizou, não leva em consideração todos os custos da produção. Supõe-se que todos os outros custos, além do adubo, são cobertos pela produtividade conseguida na ausência de aplicação do nutriente. Por isto, a análise custo-retorno, nesta forma simples, não fornece a renda líquida da cultura em si.

CONCLUSÕES

1. Para produtores de poucos recursos, é prudente recomendar-se a adubação nitrogenada na dosagem de 20 kg/ha de N (nível 1).

2. A recomendação de 80 kg/ha de N (nível 4) deve ser indicada apenas a produtores de maior disponibilidade de recursos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. Pesquisas de fertilidade de solos com a cultura do feijoeiro realizadas desde 1967 pelo Setor de Solos do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul, Pelotas, IPEAS, 1971. 4 p. Relatório datilografado.
- FONTES, L.A.N.; GOMES, F.R. & VIEIRA, C. Resposta do feijoeiro à aplicação de NPK e calcário na zona da Mata, Minas Gerais. *Ceres*, Viçosa, 12:265-85, 1965.
- GALLO, J.R. & MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. *Bragantia*, Campinas, 20: 867-86, 1961.
- GUAZZELLI, R.J. & CUNHA, J.M. Relatórios Técnicos do IPEACO, 1962 a 1970. Sete Lagoas, s.d.
- _____. MENDES, J.S.; BAUWIN, R.G. & STANLEY, S.M. Alguns aspectos agrônômicos e econômicos do efeito do calcário, nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes no rendimento de soja, feijão e arroz em Uberaba, Minas Gerais. Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1., Campinas, 1971. Anais. Seção D. p. 209-42.

KOÖLE, D. Resultados de adubação do feijoeiro. s.l., 1971. 12 p. Projeto FAO/ABCAR/ANDA. Mimeografado.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola; adubos e adubações. 2 ed. São Paulo. Ed. Agron. Ceres, 1967. 606 p.

_____. Nutrição e adubação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1., Campinas, 1971. Anais. Seção D. p. 209-42.

MASCARENHAS, H.A.A.; ALMEIDA, L.D.; MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; HIROCE, R. & NERY, J.P. Adubação mineral do feijoeiro. XII. Efeitos da calagem, do nitrogênio, do fósforo em solo latossolo vermelho-amarelo do Vale do Ribeira. *Bragantia*, Campinas, 28:71-3, 1969.

_____. MIYASAKA, S.; IGUE, T.; LOVADINI, L.A. & FREIRE, E.S. Adubação mineral do feijoeiro, XI. Efeitos de N, P, K e da calagem em campos cerrados do planalto paulista. *Bragantia*, Campinas, 26:203-16, 1967.

_____. VEIGA, A.A. & ALVES, S. Influência das formas de fertilizantes nitrogenados e suas épocas de aplicação na cultura do feijoeiro. *Bragantia*, Campinas. 25:(29), 1966.

MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; ALVES, S.; & RIBEIRO, T. Adubação do feijoeiro. III. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxofre e micronutrientes, em solo massapê salmourão. *Bragantia*, Campinas, 25:179-88, 1966a.

_____. & CAMPANA, M. Adubação mineral do feijoeiro. II. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxofre e micronutrientes, em terra-roxa-misturada. *Bragantia*, Campinas, 25:145-59, 1966b.

_____. IGUE, T.; SCHMIDT, N.C. & LEITE, N.D. Adubação mineral do feijoeiro. V. Efeitos de N, P, K, S e uma mistura de micronutrientes, em dois solos do Vale do Paraíba. *Bragantia*, Campinas, 25:307-16, 1966c.

_____. MASCARENHAS, H.A.A. & ALCOVER, M. Adubação mineral do feijoeiro. VII. Efeitos de N,P,K,S, da calagem e de uma mistura de micronutrientes, no sul do planalto paulista. *Bragantia*, Campinas, 25:385-92, 1966d.

_____. IGUE, T. & PARANHOS, S.B. Adubação mineral do feijoeiro. X. Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes, em terra-roxa-legítima e terra-roxa-misturada. *Bragantia*, Campinas, 26:287-302, 1967a.

- _____. PETTINELLI, A. & IGUE, T. Adubação mineral do feijoeiro. VIII. Efeitos de N,P,K,S e de uma mistura de micronutrientes em novas experiências conduzidas em Tatuí e Tietê. *Bragantia*, Campinas, 25: 393-405, 1966c.
- _____. IGUE, K. & FREIRE, E.S. Adubação do feijoeiro em solos derivados do arenito Bauru. *Bragantia*, Campinas, 24: 231-45, 1960.
- _____. MASCARENHAS, H.A.A.; FREIRE, E.S.; IGUE, T. & SORDI, G. Adubação mineral do feijoeiro. IX. Efeitos de N,P,K, S, e uma mistura de micronutrientes em "terra-roxa-misturada" previamente tratada, ou não, com calcário dolomítico e adubação verde com labelabe. *Bragantia*, Campinas, 26: 161-80, 1967b.
- _____. ROCHA, T.R.; ALVES, S. & ISSA, E. Adubação mineral do feijoeiro. VI. Efeitos de N,P,K,S e uma mistura de micronutrientes em solo massapé-salmourão. *Bragantia*, Campinas, 25: 371-84, 1966f.
- _____. PETTINELLI, A.; FREIRE, E.S. & IGUE, T. Adubação mineral do feijoeiro. IV. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura do enxôfre e micronutrientes, em Tietê e Tatuí. *Bragantia*, Campinas, 25: 297-305, 1966g.
- SOUZA, T.S. Nutrição e adubação em feijoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1., 1971. Anais. Seção D. p. 209-42.
- VIEIRA, C. & GOMES, F.P. Ensaio de adubação química do feijoeiro. *Ceres*, Viçosa, 11: 253-64, 1961.