

DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DO ADUBO NITROGENADO NA CULTURA DO FEIJÃO (*Phaseolus* *vulgaris* L.)^{1/}

Gottfried Urben Filho^{2/}

Antônio Américo Cardoso^{3/}

Clibas Vieira^{3/}

Luiz Antônio Nogueira Fontes^{3/}

José Tarcísio Lima Thiébaut^{4/}

1. INTRODUÇÃO

Os ensaios de adubação mineral da cultura do feijão, realizados em vários Estados brasileiros, têm mostrado, com alta frequência, resposta positiva à aplicação de fósforo e, em segundo lugar, de nitrogênio (1, 7, 9).

Isso parece indicar que o sistema simbiótico *Rhizobium* — feijoeiro é de baixa eficiência ou, então, que as condições físicas e/ou químicas do solo lhe são desfavoráveis. De modo geral, a utilização de inoculantes com bactérias do gênero *Rhizobium* não tem gerado resultados satisfatórios, no respeitante ao aumento de produtividade, embora, às vezes, melhore a nodulação. A falta de resposta à inoculação, nessa cultura, tem sido verificada em alguns países (3, 5, 6, 13).

Diante dessa ineficiência dos rizóbios, os produtores dessa leguminosa têm

^{1/} Extraído da tese de «Magister Scientiae» apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa.

Recebido para publicação em 08-04-1980.

^{2/} Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, EMBRAPA, 70000 Brasília — DF.

^{3/} Departamento de Fitotecnia — U.F.V., 36570 Viçosa — MG.

^{4/} Departamento de Matemática — U.F.V., 36570 Viçosa — MG.

recebido a recomendação de utilizar adubo nitrogenado. Em geral, indica-se a aplicação de 20 a 60 kg/ha de N, sendo 20 a 30 kg/ha colocados nos sulcos de plantio, juntamente com os fertilizantes fosfatado e potássico, e o restante, se necessário, em cobertura, depois de certo desenvolvimento dos feijoeiros (15).

Têm sido realizados no Brasil alguns estudos sobre a época de aplicação, em cobertura, do adubo nitrogenado, os quais, embora não possam ser considerados conclusivos, parecem indicar que a melhor época vai até cerca de 20 dias depois da emergência dos feijoeiros (8, 10, 12).

Diante dos resultados existentes na literatura, e considerando que a aplicação fracionada do adubo nitrogenado é processo laborioso e oneroso, decidiu-se realizar este trabalho, cujo objetivo foi verificar o efeito de doses crescentes e modos de aplicação do adubo nitrogenado sobre a produção de grãos e algumas características agrônomicas do feijoeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em Viçosa, Minas Gerais, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço. Os resultados da análise química desse solo encontram-se no Quadro 1. Foram instalados dois ensaios, um em novembro («águas») e outro em março («seca»).

Num e noutro ensaio foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e 20 tratamentos (fatorial 5 x 4), os quais foram constituídos pela combinação de cinco níveis de adubação nitrogenada (0, 40, 80, 120 e 160 kg/ha de N), aplicada sob a forma de uréia, com quatro modos de aplicação, conforme se vê no Quadro 2.

Cada parcela era constituída de quatro fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas entre si de 0,5 m, com densidade de plantio de 12 sementes por metro linear de sulco. As duas fileiras laterais, bem como 0,5 m de cada extremidade das fileiras centrais, constituíram a bordadura.

Todas as parcelas receberam adubação básica de 100 kg/ha de P_2O_5 e 20 kg/ha de K_2O , aplicada no sulco de plantio, sob as formas de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Para evitar o contacto direto com as sementes, a primeira dose do adubo nitrogenado dos modos B, C e D foi colocada nos sulcos de plantio, juntamente com a adubação básica, e bem misturada com o solo.

Utilizou-se o cultivar 'Ricobaio 1014', de hábito de crescimento indeterminado e hastes curtas.

Para controle das ervas daninhas foram efetuados dois cultivos à enxada. Foram também executados os tratamentos fitossanitários indispensáveis, durante o ciclo da cultura.

O «stand» inicial foi contado por ocasião do aparecimento das primeiras folhas trifolioladas.

A avaliação do grau de acabamento foi feita de acordo com o seguinte critério: 1 — todas as plantas eretas; 2 — todas as plantas levemente inclinadas; 3 — 25 a 50% das plantas acamadas; 4 — 50 a 80% das plantas acamadas; 5 — mais de 80% acamadas.

As sementes foram colhidas quando apresentavam aproximadamente de 16 a 18% de umidade, completando-se a secagem em terreiro. Além do peso, foi determinada a umidade das sementes de cada parcela, sendo o peso final corrigido para o teor de 13% de umidade.

A palhada (raízes + ramos + vagens vazias) de cada parcela também foi pesada.

QUADRO 1 - Análise química do solo utilizado no estudo

Características químicas	Ensaio das "águas"	Inter-pretação (11)	Ensaio da "seca"	Inter-pretação (11)
pH em água 1:2,5	5,13	acidez média	5,13	a. média
Al trocável				
(eq.mg/100g solo)	0,05	baixo	0,13	baixo
P (ppm)	4,50	baixo	16,00	médio
K (ppm)	87,00	médio	85,75	médio
Ca (eq.mg/100g solo)	3,40	médio	3,73	médio
Mg (eq.mg/100g solo)	0,23	baixo	0,10	baixo
Matéria orgânica (%)	4,14	alto	2,70	médio
N total (%)	0,18	alto	0,18	alto
Relação C/N	13,39	média	8,72	estreita

QUADRO 2 - Modos de aplicação do adubo nitrogenado (proporções das doses totais)

Modos de aplicação do nitrogênio	Plantio	Cobertura (*)
A	0	3/3
B	3/3	0
C	1/3	2/3
D	2/3	1/3

(*) Aplicado 21 dias depois da emergência, nas "águas", e 18 dias depois da emergência, na "seca".

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Ensaio do período das «águas»

Os resultados médios encontram-se no Quadro 3. As análises de variância revelaram efeito significativo ($P < 0,01$) das doses sobre todas as características estudadas. O modo de aplicação somente teve efeito significativo ($P < 0,05$) sobre os «stands» inicial e final. Em nenhum caso a interação modos x doses foi significativa.

Pode-se observar, no Quadro 4, o efeito negativo exercido pelo aumento das doses de N sobre o «stand», em consequência da concentração da uréia no sulco de plantio. O Quadro 5 mostra que, nesse particular, o modo de aplicação B (toda a dose no sulco) foi o que mais influenciou negativamente o «stand». A diminuição do número de plantas, entretanto, não foi suficiente para anular o efeito das doses crescentes de N.

A produção de sementes e de palhada aumentou com o incremento das doses de N (Quadro 4), apesar do alto teor de matéria orgânica e de N total no solo utilizado (Quadro 1). Essa resposta positiva da cultura do feijão a altas quantidades de fertilizante azotado já havia sido observada por CARDOSO *et alii* (2) nos municípios mineiros de Viçosa e Tocantins, ambos na Zona da Mata.

Os modos de aplicação do adubo nitrogenado não influenciaram significativamente a produção de sementes nem a de palhada. Assim, de acordo com esses resultados, o adubo nitrogenado pode ser totalmente aplicado no sulco de plantio ou ser todo utilizado em cobertura ou, ainda, ser fracionado para aplicação nas duas formas. Segundo HAAG *et alii* (4), parece que é possível dispensar a adubação nitrogenada no sulco, transferindo-a para quando a planta tiver certo desenvolvimento. Os dados aqui expostos não contradizem essa possibilidade. REIS *et alii* (12), por outro lado, em estudo conduzido em Viçosa, demonstraram ser prejudicial para a cultura a falta de adubo nitrogenado no plantio. Provavelmente, o elevado teor de N no solo utilizado (Quadro 1) no presente estudo garantiu bom desenvolvimento inicial aos feijoeiros submetidos ao modo de aplicação A.

Doses crescentes de uréia favoreceram o acamamento das plantas, consequência do aumento do peso da parte aérea que resultou do maior desenvolvimento vegetativo dos feijoeiros. O cultivar 'Ricobaio 1014' tem tendência para esse defeito, quando muito carregado de vagens (14).

3.2. Ensaio do período da «seca»

O período que sucedeu ao plantio foi pouco favorável à germinação das sementes, pois houve escassez de chuvas. Por isso, de modo geral, nesse experimento os «stands» foram mais baixos que no ensaio anterior.

Os resultados médios encontram-se no Quadro 6. As análises de variância revelaram efeito significativo ($P < 0,01$) das doses sobre a produção de sementes e de palhada e sobre o acamamento, e efeito significativo ($P < 0,01$) dos modos de aplicação sobre os «stands» inicial e final e sobre o acamamento. A interação modos x doses foi significativa ($P < 0,01$) apenas para o acamamento.

Novamente, o modo de aplicação B proporcionou os menores «stands» (Quadro 7), que, entretanto, não influenciaram significativamente a produção de sementes e de palhada.

Semelhantemente ao que ocorreu no ensaio das «águas», não houve efeito significativo dos modos de aplicação sobre a produção de sementes e de palhada. Com relação às doses, não ocorreram diferenças significativas entre as médias dos

QUADRO 3 - Resultados médios obtidos no ensaio do período das "águas"

Modo de aplicação	Dose	"Stand" inicial/ parcela	Produção de grãos (kg/ha)	Produção de palhada (kg/ha)	"Stand" final/ parcela	Grau de acamamento (*)
A	0	89,25	1066	1400	87,25	2,25
	40	99,25	1346	1712	97,50	3,25
	80	90,25	1385	1857	88,25	3,00
	120	88,50	1568	1995	86,00	3,75
	160	92,25	1573	2302	90,75	4,50
B	0	101,50	1164	1562	96,00	2,25
	40	86,50	1464	1880	82,75	3,25
	80	83,75	1515	1900	82,75	3,25
	120	78,25	1424	1800	77,25	3,75
	160	72,50	1773	2245	72,00	4,75
C	0	100,50	1113	1520	100,50	2,50
	40	93,00	1305	1745	92,00	3,00
	80	97,00	1690	2237	92,50	3,25
	120	95,00	1751	2025	93,00	3,75
	160	88,75	1698	2125	86,00	4,50
D	0	98,50	1178	1732	96,25	2,25
	40	90,00	1499	1935	89,50	3,00
	80	93,25	1615	2012	89,00	3,00
	120	78,50	1653	1987	77,25	3,75
	160	85,25	1827	2362	82,25	4,00

(*) 1 - Todas as plantas eretas; 5 - mais de 80% das plantas acamadas.

tratamentos que receberam de 40 a 160 kg/ha de N (Quadro 8).

O acamamento foi influenciado tanto pelas doses como pelos modos de aplicação (Quadro 9). Com as doses de 0 e 40 kg/ha de N não ocorreu acamamento. Com 80 kg/ha, os feijoeiros inclinaram-se ligeiramente com o emprego do método B. O mesmo aconteceu com os modos B, C e D com a dose de 120 kg/ha. Com 160 kg/ha, o acamamento acentuou-se no modo D. É interessante salientar que, com o modo A,

QUADRO 4 - Efeito médio das doses de nitrogênio sobre as características estudadas, no ensaio das "águas" (*)

Dose de N (kg/ha)	"Stand" inicial	Produção de grãos (kg/ha)	Produção de palhada (kg/ha)	"Stand" final	Grau de acamamento
0	97,44 a	1126 c	1553 c	95,00 a	2,31 d
40	92,19 ab	1404 b	1818 bc	90,44 ab	3,13 c
80	91,06 ab	1551 ab	2001 ab	88,13 ab	3,13 c
120	85,75 b	1599 ab	1951 ab	83,38 b	3,75 b
160	84,69 b	1718 a	2259 a	82,75 b	4,44 a

(*) Em cada coluna, as médias seguidas da mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

QUADRO 5 - Efeito médio dos modos de aplicação do adubo nitrogenado sobre os "stands" inicial e final, no ensaio das "águas" (*)

Modo de aplicação	"Stand" inicial	"Stand" final
A	91,90 ab	89,96 ab
B	84,50 b	82,15 b
C	94,85 a	92,80 a
D	89,10 ab	86,85 ab

(*) Veja a nota ao pé do Quadro 4.

QUADRO 6 - Resultados médios obtidos no ensaio do período da "seca"

Modo de aplicação	Dose	"Stand" inicial/ parcela	Produção de grãos (kg/ha)	Produção de palhada (kg/ha)	"Stand" final/ parcela	Aca- mamento (*)
A	0	75,50	1234	1067	70,25	1,25
	40	78,00	1710	1367	76,25	1,25
	80	82,50	1835	1422	77,25	1,00
	120	89,25	1887	1635	80,00	1,50
	160	91,25	1750	1280	84,50	1,00
B	0	77,75	1077	947	68,00	1,00
	40	77,50	1825	1585	77,00	1,25
	80	66,50	1994	1500	66,50	1,75
	120	60,50	1912	1552	60,50	2,25
	160	52,50	1784	1412	52,50	2,25
C	0	79,75	1208	1092	77,50	1,00
	40	94,00	1307	1165	93,00	1,00
	80	87,75	1872	1702	87,00	1,25
	120	72,00	2021	1655	71,75	2,00
	160	80,75	2002	1760	80,25	2,50
D	0	85,25	1290	1342	80,75	1,00
	40	84,25	1745	1345	83,00	1,00
	80	85,75	1804	1575	81,75	1,00
	120	71,75	1931	1572	71,75	2,00
	160	62,25	2001	1695	62,25	2,75

(*) 1 - Todas as plantas eretas; 5 - mais de 80% das plantas acamadas.

nem as maiores doses de uréia provocaram a mínima inclinação dos feijoeiros.

Do ponto de vista prático, os dois experimentos aqui relatados apontam o modo B como a melhor alternativa para as doses de N normalmente indicadas (20 a 60 kg/ha), porque é o menos trabalhoso, podendo ser realizado totalmente a máquina. Todavia, quando se trata da aplicação de grandes doses de N, o modo B pode tornar-se desaconselhável, porque prejudica o «stand».

QUADRO 7 - Efeito médio dos modos de aplicação do adubo nitrogenado sobre os "stands" inicial e final, no ensaio da "seca" (*)

Modo de aplicação	"Stand" inicial	"Stand" final
A	83,3 a	79,3 a
B	67,0 b	64,9 b
C	82,9 a	81,9 a
D	77,9 ab	75,9 ab

(*) Veja a nota ao pé do Quadro 4.

QUADRO 8 - Efeito médio das doses de nitrogênio sobre as produções de sementes e de palhada, no ensaio da "seca" (*)

Dose de N (kg/ha)	Produção de grãos (kg/ha)	Produção de palhada (kg/ha)
0	1202 b	1116 b
40	1647 a	1388 ab
80	1876 a	1550 a
120	1938 a	1604 a
160	1884 a	1536 a

(*) Veja a nota ao pé do Quadro 4.

QUADRO 9 - Efeito das doses e dos modos de aplicação do adubo nitrogenado sobre o acamamento, no ensaio da "seca" (*)

Doses de N em kg/ha	Modo de aplicação			
	A	B	C	D
0	1,25 aA	1,00 bA	1,00 bA	1,00 cA
40	1,25 aA	1,25 bA	1,00 bA	1,00 cA
80	1,00 aB	1,75 abA	1,25 baB	1,00 cB
120	1,50 aB	2,25 aA	2,00 aAB	2,00 bAB
160	1,00 aB	2,25 aA	2,50 aA	2,75 aA

(*) Em cada série de médias, os valores seguidos da mesma letra maiúscula, em cada linha, e da mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4. RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos em Viçosa, Minas Gerais, um nas «águas» e outro na «seca», nos quais se estudou o efeito de doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 kg/ha), quando aplicadas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de quatro modos: (A) toda a dose em cobertura cerca de 20 dias depois da emergência dos feijoeiros; (B) toda a dose no sulco de plantio; (C) 1/3 da dose no plantio e 2/3 em cobertura; (D) 2/3 no plantio e 1/3 em cobertura.

Utilizou-se o cultivar 'Ricobaio 1014', de crescimento indeterminado e hastes curtas. A uréia foi usada como fonte de N. Os dois experimentos receberam uma adubação uniforme, à base de 500 kg/ha de superfosfato simples e 40 kg/ha de cloreto de potássio.

Não houve efeito significativo dos modos de aplicação sobre a produção de sementes e de palhada, mas, no ensaio das «águas», essa produção aumentou com o incremento de N. No da «seca», a adubação azotada também teve efeito, porém não houve diferença significativa entre as produções provocadas pelas doses de 40, 80, 120 e 160 kg/ha.

As maiores doses de N e, sobretudo, o modo de aplicação B podem influenciar negativamente o «stand». As maiores doses também podem causar o acamamento dos feijoeiros.

5. SUMMARY

Two experiments with dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) were carried out during the «rainy» and «dry» seasons at Viçosa, state of Minas Gerais. The treatments included five levels of nitrogen (0, 40, 80, 120, and 160 kg/ha), each level applied in the following ways: (A) the whole level of nitrogen fertilizer placed as side dressing, approximately 20 days after bean emergence; (B) the whole level applied in the furrow at planting; (C) 1/3 in the furrow at planting and 2/3 as side dressing 20 days after emergence; and (D) 2/3 in the furrow at planting and 1/3 as side dressing 20 days after emergence.

The cultivar 'Ricobaio 1014', an indeterminate, small guide plant type was utilized. Urea was used as the nitrogen source. Both experiments received the following uniform fertilization: 500 kg/ha of ordinary superphosphate and 40 kg/ha of potassium chloride.

No significant effect of application methods on seed and straw yields was found. In the experiment of the «rainy» season, bean and straw yields increased with the N level increase. In the experiment of the «dry» season, the nitrogen fertilizer also affected the yields, but no significant difference was found among the treatments that received from 40 to 160 kg/ha of N.

The highest levels of N, and principally the application method B, can negatively affect the stand. The highest levels can also cause bean plant lodging.

6. LITERATURA CITADA

1. BRAGA, J.M., DEFELIPO, B.V., VIEIRA, C. & FONTES, L.A.N. Vinte ensaios de adubação N - P - K da cultura do feijão na Zona da Mata, Minas Gerais. *Rev. Ceres* 20:370-380. 1973.
2. CARDOSO, A.A., FONTES, L.A.N. & VIEIRA, C. Efeito de fontes e doses de adubo nitrogenado sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres* 25:292-295. 1978.
3. FONTES, L.A.N. Nota sobre os efeitos da aplicação de adubo nitrogenado e fosfatado, calcário e inoculante na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres* 19:211-216. 1972.
4. HAAG, H.P., MALAVOLTA, E., GARGANTINI, H. & BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. *Bragantia* 26:381-391. 1967.
5. IGLESIAS P., G.E. Ensayo sobre fertilización nitrogenada e inoculación. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE FITOTECNIA, 5.ª, Buenos Aires, 1961. Actas, tomo II, p. 456.
6. MACKIE, W.W. Determining the effectiveness of commercial cultures of nodule-forming bacteria on the yield of Pink beans (*Phaseolus vulgaris*), Blackeye beans (*Vigna sinensis*), and Wilbur beans (*Phaseolus lunatus*). *Jour. Amer. Soc. Agron.* 30:543-544. 1938.
7. MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1.º, Campinas, 1971. Anais, Viçosa, Univ. Fed., 1972. 1.º vol., p. 211-242.

8. MASCARENHAS, H.A.A., MIYASAKA, S., IGUE, T., VEIGA, A.A. & ALVES, S. Influência das formas de fertilizantes nitrogenados e suas épocas de aplicação na cultura do feijoeiro. *Bragantia* 25: XLI — XLIII. 1966.
9. MIYASAKA, S. *Clima e solo para o feijoeiro*. Campinas, Inst. Agron., s/ data. 46 p. mimeo.
10. MIYASAKA, S., FREIRE, E.S. & MASCARENHAS, H.A.A. Modo e época de aplicação do nitrogênio na cultura do feijoeiro. *Bragantia* 22: 511-519. 1963.
11. PROGRAMA INTEGRADO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais*. 2.^a tentativa. B. Horizonte, Secretaria da Agricultura, 1972. 87 p.
12. REIS, M.S., VIEIRA, C. & BRAGA, J.M. Efeito de fontes, doses e épocas de aplicação de adubos nitrogenados sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres* 19: 25-42. 1972.
13. VARGAS S., R. Abonamiento e inoculación en el cultivo del frijol. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE FITOTECNIA, 5.^a, Buenos Aires, 1961. Actas, tomo II, p. 448-449.
14. VIEIRA, C. Novo cultivar de feijão: 'Ricobaio 1014'. *Rev. Ceres* 24: 212-215. 1977.
15. VIEIRA, C. *Cultura do feijão*. Viçosa, Univ. Federal, 1978. 146 p.