

ADUBAÇÃO NITROGENADA DA CULTURA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.), NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS ^{1/}

Rodolfo Araya V. ^{2/}
Clibas Vieira ^{3/}
A.A. Teixeira Monteiro ^{4/}
Antônio A. Cardoso ^{3/}
Walter Brune ^{5/}

1. INTRODUÇÃO

No Estado de Minas Gerais, foram obtidos 46% de respostas positivas e significativas da cultura do feijão ao emprego de adubo nitrogenado, em 52 experimentos de campo efetuados durante os anos de 1954 a 1980 (2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 18, 22, 25, 27). CARDOSO *et alii* (6) obtiveram efeito linear positivo com doses de até 150 kg/ha de N; não encontraram diferenças significativas entre os efeitos de sulfato de amônio, uréia e salitre-do-chile.

A aplicação do adubo nitrogenado, nesses ensaios, variou desde uma dose única no sulco de plantio até o fracionamento em três épocas, sendo a mais tardia

^{1/} Extraído da tese de «Magister Scientiae» em Fitotecnia, apresentada pelo primeiro autor à U.F.V.

Recebido para publicação em 03.12.1980.

^{2/} Estación Experimental «Fábio Baudrit Moreno», Barrio San José, Alajuela, Costa Rica.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da U.F.V., 36.570, Viçosa, MG.

^{4/} Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 36.570, Viçosa, MG.

^{5/} Departamento de Química da U.F.V., 36.570, Viçosa, MG.

distribuída em cobertura, no início da floração.

A freqüente resposta à adubação nitrogenada parece indicar que o sistema simbiótico *Rhizobium* — feijoeiro é de baixa eficiência ou, então, que as condições físicas e/ou químicas do solo não lhe são favoráveis. Como a cultura do feijão, em Minas Gerais, pode responder positivamente a doses tão elevadas como 150 kg/ha de N, é importante conhecer o meio mais adequado de aplicar o adubo nitrogenado, pois doses altas nos sulcos de plantio podem trazer perdas consideráveis por lixiviação, além de danos ao «stand» da cultura. A aplicação parcelada, em cobertura, seria a alternativa. Entretanto, trabalhos conduzidos no Brasil sobre doses e épocas de aplicação de adubos nitrogenados têm gerado resultados inconsistentes.

MIYASAKA *et alii* (16) aplicaram dose única de adubo nitrogenado (50 kg/ha de N) e obtiveram a maior produção de sementes com a aplicação na emergência dos feijoeiros. Observaram pequeno decréscimo com a aplicação 22 dias depois da emergência e maiores decréscimos, 42 e 62 dias após a emergência.

MASCARENHAS *et alii* (12) também aplicaram dose única de 50 kg/ha de N aos 7, 14 e 21 dias depois da emergência. Não encontraram diferenças significativas entre as produções resultantes das várias épocas.

REIS *et alii* (21) fracionaram a aplicação de 60 kg/ha de N dos seguintes modos: (a) metade no plantio, metade 10 dias após a emergência; (b) 1/3 no plantio, 1/3 10 dias depois da emergência, 1/3 25 dias depois; (c) metade 10 dias depois, metade 25 dias depois. Observaram que, no experimento da época das «águas», a falta de adubo nitrogenado, no sulco de plantio, mostrou-se prejudicial à produção de sementes, o que não aconteceu no ensaio da época da «seca».

SILVA *et alii* (23) empregaram os níveis de 0, 30, 60 e 120 kg/ha de N, aplicados de uma só vez na semeadura ou 1/3 na semeadura e 2/3 aos 30 dias após a emergência ou, ainda, 1/3 na semeadura e 2/3 aos 40 dias após a emergência. Verificaram que o efeito dos níveis de N foi positivo e linear, porém não encontraram diferenças significativas entre as produções resultantes dos vários métodos de aplicação do adubo.

URBEN FILHO *et alii* (25) empregaram as doses de 0, 40, 80, 120 e 160 kg/ha de N, aplicadas dos seguintes modos: (a) toda a dose em cobertura, cerca de 20 dias depois da emergência; (b) toda a dose no sulco de plantio; (c) 1/3 da dose no plantio e 2/3 em cobertura, cerca de 20 dias depois da emergência; (d) 2/3 no plantio e 1/3 em cobertura 20 dias, aproximadamente, após a emergência. Houve resposta à adubação nitrogenada, porém não houve efeito significativo dos modos de aplicação sobre a produção de sementes.

Estudou-se, neste trabalho, a questão do fracionamento da adubação nitrogenada. Além disso, verificou-se a resposta à adubação nitrogenada em alguns municípios da Zona da Mata de Minas Gerais, como também o efeito dessa adubação sobre o teor de proteína e metionina em três cultivares de feijão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Fracionamento da Adubação Nitrogenada

Foram instalados dois experimentos em Viçosa, um no período das «águas», outro, no da «seca». A análise química do solo do ensaio das «águas» revelou o seguinte: pH (em H₂O) 5,0; N total 0,14%; matéria orgânica 3,28%; P 11 ppm; K 74 ppm; Al⁺⁺⁺ 0,30 eq.mg/100 ml; Ca⁺⁺ 2,6 eq.mg/100 ml; Mg⁺⁺ 0,4 eq.mg/100 ml.

No outro experimento, a análise química do solo deu os seguintes resultados: pH (em H₂O) 6,0; N total 0,11%; matéria orgânica 2,81%; P 63 ppm; K 116 ppm; Al⁺⁺⁺ 0,1 eq.mg/100 ml; Ca⁺⁺ 3,8 eq.mg/100 ml; Mg⁺⁺ 0,7 eq.mg/100 ml.

Estudou-se o efeito de modos de aplicação de 80 kg/ha de N, sob a forma de uréia. Os tratamentos foram os seguintes: nenhuma adubação (000); apenas o superfosfato simples na dose de 60 kg/ha de P₂O₅ (OPO); a mesma quantidade de superfosfato simples mais toda a dose do adubo nitrogenado no sulco, por ocasião do plantio (NPO); a mesma dose do adubo fosfatado mais metade da dose do nitrogenado no sulco, por ocasião do plantio, sendo a outra metade aplicada, em cobertura, 15, 22, 29, 36, 43 ou 50 dias após a emergência dos feijoeiros (tratamentos NPN 15, NPN 22, NPN 29, NPN 36, NPN 43 e NPN 50).

O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela era constituída de quatro fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,5 m, com uma densidade de plantio de 12 sementes por metro de sulco. As duas fileiras laterais, bem como os 25 cm de cada extremidade das fileiras centrais foram usados como bordadura.

Empregou-se o cultivar de feijão 'S-182-N', também conhecido como 'Preto 897'. O preparo do solo e os tratos culturais foram os normais para a cultura. No ensaio da «seca», por causa da falta de chuvas, fizeram-se três irrigações por aspersão.

Anotaram-se, em cada parcela, além da produção de sementes, o «stand» inicial e final, a cor das folhas e a altura das plantas. A cor foi verificada depois que todos os tratamentos haviam recebido o fertilizante nitrogenado em cobertura. A altura das plantas foi medida 15 dias depois de iniciada a floração.

2.2. Efeito de Doses Crescentes de Nitrogênio sobre a Produtividade da Cultura do Feijão

Instalaram-se ensaios em seis municípios da Zona da Mata de Minas Gerais, em solos cujas análises químicas deram os resultados que compõem o Quadro 1.

Estudou-se o efeito de doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg/ha), aplicado sob a forma de uréia, de acordo com o esquema de fracionamento inserido no Quadro 2. Todas as parcelas receberam superfosfato simples, na base de 60 kg/ha de P₂O₅.

O delineamento, a variedade de feijão, o tamanho das parcelas, o espaçamento de plantio, a área útil e os tratos culturais foram iguais aos mencionados no subcapítulo 2.1.

2.3. Efeito da Adubação Nitrogenada sobre o Teor de Proteína e Metionina na Semente do Feijão

O ensaio foi conduzido em Viçosa, em solo com as seguintes características químicas: pH (em água) 6,0; N total 0,13%; matéria orgânica 3,08%; P 66 ppm; K 80 ppm; Al⁺⁺⁺ 0,1 eq.mg/100 ml; Ca⁺⁺ 4,2 eq.mg/100 ml; Mg 0,8 eq.mg/100 ml.

Foram aplicados quatro níveis de uréia (0, 40, 80 e 120 kg/ha de N), em três linhagens de feijão. A dose correspondente a 40 kg/ha de N foi toda aplicada no sulco, por ocasião do plantio; a de 80 kg/ha, metade no sulco de plantio e metade 15 dias após a emergência; e a de 120 kg/ha, 1/3 no sulco de plantio, 1/3 15 dias após a emergência e 1/3 25 dias após a emergência. Todas as parcelas receberam, no sulco, na época de plantio, superfosfato simples, na base de 60 kg/ha de P₂O₅.

Foram usadas as linhagens 732521 e 732501, enviadas por F.A. Bliss, da Uni-

QUADRO 1 - Análises químicas de amostras de solo dos ensaios sobre o efeito de doses crescentes de nitrogénio sobre a cultura do feijão*

Período de plantio	Localidade	pH H ₂ O	N total Mat. org. %	P** ppm	K** ppm	Al+++	eq. mg/100 ml	
							Ca++	Mg++***
"Águas"	Viçosa	5,2	0,10	11	86	0,3	3,0	0,4
"Águas"	Ponte Nova	4,8	0,16	7	34	0,1	1,6	1,2
"Águas"	Rio Pomba	5,5	0,17	1	12	0,0	1,4	1,1
"Águas"	Leopoldina	5,7	(-)	1	53	0,0	1,6	0,5
"Águas"	Raul Soares	6,0	(-)	17	300	0,0	6,9	2,3
"Seca"	Coimbra	5,0	0,12	5	20	0,3	1,2	0,2

* Análises feitas no Departamento de Solos da U.F.V.

** Extraídos com HCl + H₂SO₄

*** Extraídos com KCl 1N

(-) Não analisado

QUADRO 2 - Modos de aplicação da uréia nos ensaios sobre o efeito de doses crescentes de nitrogênio (proporções da quantidade total)

Níveis (kg/ha de N)	No plantio, no sulco	Em cobertura	
		15 dias*	25 dias*
0	-	-	-
30	1	-	-
60	1/2	1/2	-
90	1/3	1/3	1/3
120	1/4	1/4	2/4

* Depois da emergência.

versidade de Wisconsin, e o cultivar 'Ricobaio 1014'.

O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso, em arranjo fatorial de 3 linhagens x 4 níveis de adubação nitrogenada, com quatro repetições. O tamanho das parcelas, o espaçamento de plantio, a área útil e os tratos culturais foram iguais aos mencionados no subcapítulo 2.1.

Além da produção de grãos e do «stand», obtiveram-se, em cada parcela, o teor de proteína e de metionina das sementes. O teor de proteína foi obtido multiplicando-se o N total, determinado pelo método calorimétrico de Berthelot, pelo fator 7,19 (informação de M.A. Moreira, do Departamento de Química da U.F.V.). O teor de metionina foi determinado de acordo com o método usado por MOREIRA *et alii* (17), porém o tempo de hidrólise enzimática foi aumentado para seis horas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Fracionamento da Adubação Nitrogenada

Os resultados médios referentes aos experimentos das «águas» e da «seca» encontram-se nos Quadros 3 e 4, respectivamente. Em nenhum dos ensaios os tratamentos afetaram significativamente o «stand» inicial ou final.

Nas «águas» (Quadro 3), as médias dos tratamentos NPN 15, NPN 22 e NPN 29 foram significativamente superiores às médias dos demais tratamentos. Isso demonstra que houve vantagem no fracionamento da adubação nitrogenada e que a aplicação do adubo azotado, em cobertura, quando os feijoeiros estavam florindo ou frutificando, não foi vantajosa.

Os tratamentos NPN 15, NPN 22 e NPN 29 produziram de 4,1 a 4,6 vezes mais

QUADRO 3 - Resultados médios referentes ao ensaio de fracionamento da adubação nitrogenada, do período das "águas" (*)

Tratamentos	Produção sementes (kg/ha)	Altura de plantas (cm)	"Stand" inicial por parcela	"Stand" final por parcela	Cor das folhas
000	261 d	42,71 d	70	59	verde-amarelado
OPO	431 cd	52,60 c	72	56	verde-amarelado
NPO	688 b	65,75 ab	71	52	verde-claro
NPN 15	1067 a	70,03 a	74	69	verde-escuro
NPN 22	1148 a	68,48 a	78	73	verde-escuro
NPN 29	1195 a	65,62 ab	74	65	verde-escuro
NPN 36	584 bc	60,93 b	70	71	verde-claro
NPN 43	604 bc	60,10 b	73	53	verde-claro
NPN 50	740 b	62,58 b	69	64	verde-claro
C.V. %	16,0	5,9	7,3	14,0	

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

QUADRO 4 - Resultados médios referentes ao ensaio de fracionamento da adubação nitrogenada, do período da "seca" (*)

Tratamentos	Produção de sementes (kg/ha)	Altura de plantas (cm)	"Stand" inicial por parcela	"Stand" final por parcela	Cor das folhas
OOO	642 b	41 b	102	98	verde-amarelado
OPO	675 b	41 b	98	88	verde-amarelado
NPO	1138 a	53 a	91	83	verde-escuro
NPN 15	1302 a	60 a	97	92	verde-escuro
NPN 22	1343 a	58 a	97	89	verde-escuro
NPN 29	1187 a	53 a	100	81	verde-escuro
NPN 36	1354 a	59 a	105	100	verde-escuro
NPN 43	1112 a	57 a	99	93	verde-escuro
NPN 50	1144 a	53 a	94	91	verde-escuro
C.V. %	14,2	8,3	11,5	15,1	

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

que o 000, ao passo que os demais tratamentos com N renderam de 2,2 a 2,8 vezes mais que o 000. O melhor resultado daqueles três tratamentos também se expressou na maior altura da planta e na cor mais escura da folhagem. Aliás, essas duas características estão bem correlacionadas com as produções de sementes dos diversos tratamentos. O coeficiente de correlação entre altura de plantas e produção foi altamente significativo ($r = 0,86$).

A aplicação somente de fósforo (OPO), a julgar-se principalmente pela altura dos feijoeiros, trouxe pequeno benefício à cultura, em relação ao tratamento 000. Deve-se recordar que o solo utilizado nesse experimento era relativamente bem dotado de P.

Os resultados inseridos no Quadro 3 não concordam com os de URBEN FILHO *et alii* (25) e de SILVA *et alii* (23), que constataram que o fracionamento da adubação nitrogenada não é vantajoso para a cultura do feijão. Não concordam também com os resultados de MIYASAKA *et alii* (16), que verificaram decréscimo de produção à medida que retardavam a aplicação do N.

No experimento da «seca» (Quadro 4), o fertilizante fosfatado não teve efeito sobre a produtividade da cultura, o que não surpreende, pois o solo, nesse ensaio, tinha 63 ppm de P.

A aplicação da uréia contribuiu para que a produção de feijão crescesse, aproximadamente, 70 a 100%, mas, neste ensaio, o fracionamento da adubação nitrogenada não foi vantajoso. Todos os tratamentos que receberam N apresentavam plantas com aproximadamente a mesma altura e com a mesma cor verde-escura, indicando que os feijoeiros estavam bem supridos de N. A correlação entre o rendimento e a altura dos feijoeiros foi altamente significativa ($r = 0,97$).

Portanto, os resultados deste ensaio concordam com os de URBEN FILHO *et alii* (25) e de SILVA *et alii* (23). Possivelmente, a diferença de resultado deste ensaio em relação ao das «águas» foi causada pelo teor de N disponível no solo. No experimento da «seca», haveria menor necessidade de fornecimento de adubo nitrogenado, e o que foi aplicado no sulco de plantio seria suficiente para a cultura. Outra possível explicação é a menor queda de chuvas no plantio da «seca» e a consequente menor lixiviação do N aplicado no sulco de plantio.

Como conclusão prática deste estudo, pode-se dizer que, se a quantidade de N aplicada no sulco não foi suficiente para a cultura do feijão, conforme indicado pela própria coloração da folhagem, pode-se adicionar mais adubo nitrogenado, em cobertura, até 30 dias depois da emergência. Diversos autores (5, 14, 19, 20, 26) recomendam tal aplicação de 15 a 20 dias após a emergência. Os dados aqui apresentados indicam que esse prazo pode ser algo dilatado. Evidentemente, tal recomendação é válida para cultivares de ciclo de aproximadamente 90 dias, como o 'S-182-N' usado neste estudo. Para cultivares precoces, é necessário realizar pesquisa semelhante a esta.

3.2. Efeito de Doses Crescentes de Nitrogênio sobre a Produtividade da Cultura do Feijão

As produções médias de sementes, obtidas nos seis locais, estão inseridas no Quadro 5. Houve efeito, altamente significativo, das doses de N em Viçosa, Ponte Nova, Leopoldina e Coimbra. Em Viçosa e Leopoldina, a maior dose praticamente dobrou o rendimento, em relação ao tratamento que não recebeu uréia; em Ponte Nova esse aumento foi de 3 vezes e, em Coimbra, de 4 vezes.

Conforme se vê na Figura 1, em Viçosa, Ponte Nova e Leopoldina a resposta às doses de N foi linear, ao passo que em Coimbra foi quadrática, com um máximo

QUADRO 5 - Produções médias de feijão, em kg/ha, em seis localidades da Zona da Mata de Minas Gerais, em consequência de doses crescentes de nitrogênio

Doses de N (kg/ha)	Locais				
	Viçosa	Ponte Nova	Leopoldina	Rio pomba	Raul Soares
0	1080	497	569	1248	1330
30	1087	561	783	1049	1283
60	1512	1192	678	975	1211
90	1772	1247	1003	1087	1286
120	2025	1469	1125	1044	1364
					1091
					1236
					294
					750
					932
					1091
					1236

estimado de produção com 133 kg/ha de N.

Esses resultados vêm confirmar os de CARDOSO *et alii* (6), mostrando que na Zona da Mata de Minas Gerais a cultura do feijão pode responder positivamente a doses bem mais elevadas que 20 a 60 kg/ha de N, quantidade geralmente indicada no Brasil (26).

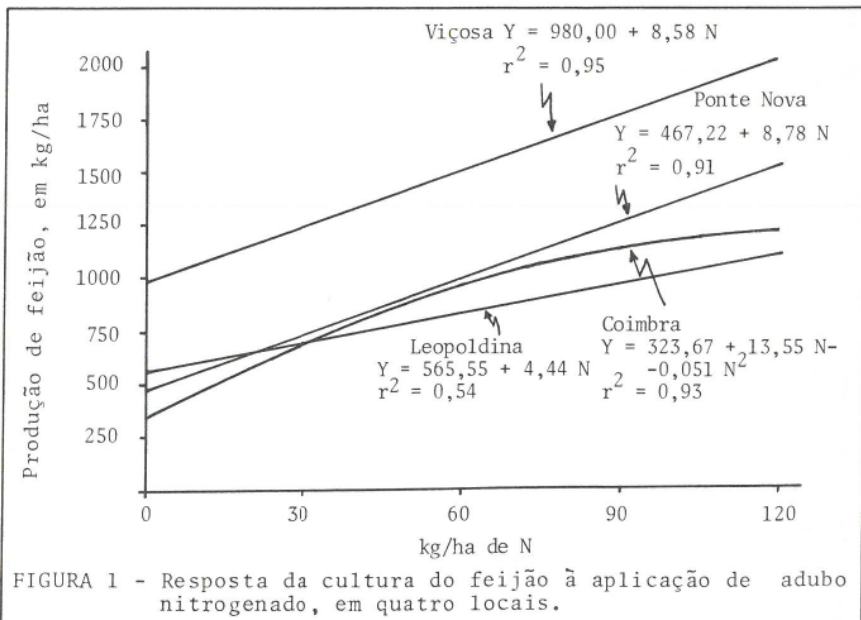
3.3. Efeito da Adubação Nitrogenada sobre o Teor de Proteína e Metionina na Semente do Feijão

Os resultados médios obtidos encontram-se no Quadro 6. Houve efeito significativo da linhagem sobre todas as características estudadas. As quantidades de uréia tiveram efeito significativo sobre a produção, teor de proteína e teor de metionina, quando o último foi medido em g/16 g N. Em nenhum caso a interação linhagens x níveis de N foi significativa.

Análises de regressão mostraram efeito linear positivo dos níveis de N (kg/ha) sobre a produção de sementes (kg/ha) ($Y = 914,95 + 4,07 N$, $r^2 = 0,87$) e sobre o teor de proteína (%) ($Y = 24,21 + 0,027 N$, $r^2 = 0,99$) e negativo sobre o teor de metionina, quando medido em g/16 g N ($Y = 1,07 - 0,00107 N$, $r^2 = 0,99$).

O 'Ricobaio 1014' e a Linhagem 732521 mostraram-se bem mais produtivos que a Linhagem 732501, porém a última revelou-se mais rica em proteína. A mais rica em metionina, tanto em termos de g/16 g N como de mg/100 g.m.s., foi a Linhagem 732521.

Quanto aos níveis de N, à medida que subiam, cresciam o rendimento e o teor de proteína, mas decrescia o teor de metionina (em g/16 g N). A dose de 120 kg/ha de N permitiu, em relação à dose de 0 kg/ha, aumentos de 2,6%, 4,1% e 3,2% no teor de



QUADRO 6 - Efeitos de doses de adubo nitrogenado sobre três linhagens de feijão (*)

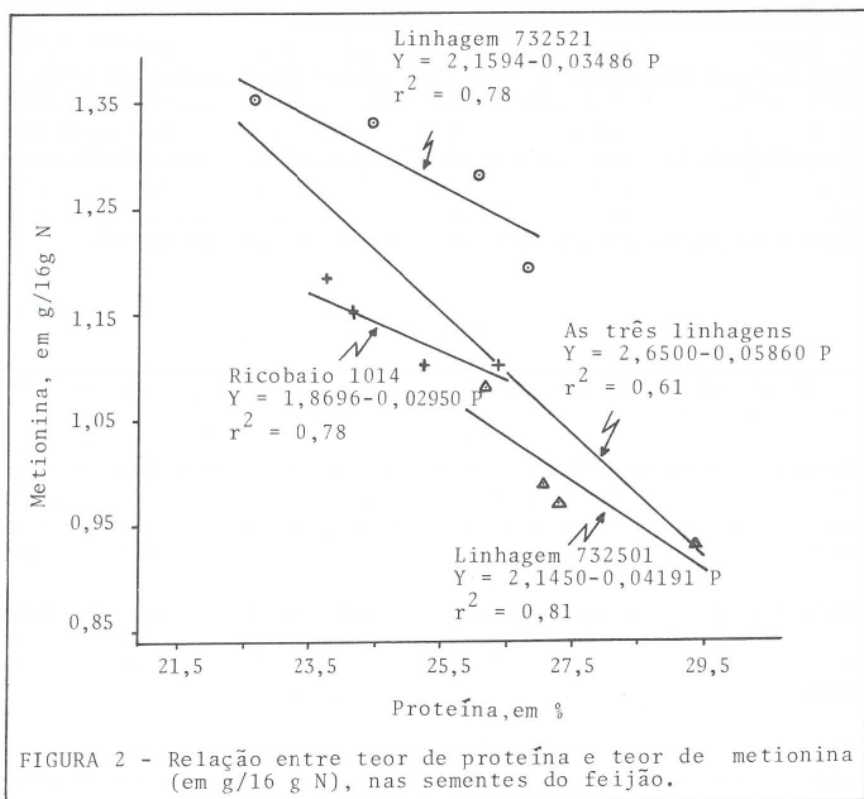
Linhagem	Doses de N(kg/ha)	Produção de sementes (kg/ha)	"Stand" inicial por parcela	"Stand" final por parcela	Teor de proteína (%)	Teor de metionina (g/16 g N)	Teor de metionina (mg/100g m.s.)
Ricobaio 1014	0	1067	107,0	98,3	23,8	1,18	279,1
	40	1350	104,5	99,5	24,2	1,15	277,1
	80	1492	101,3	97,3	25,3	1,10	278,4
	120	1769	102,3	98,0	26,4	1,10	291,1
Linhagem 732521	0	876	125,0	116,0	22,7	1,35	306,4
	40	1157	103,0	97,3	24,5	1,33	325,7
	80	1172	107,5	94,5	26,1	1,28	330,0
	120	1444	97,5	91,3	26,8	1,19	318,4
Linhagem 732501	0	627	82,5	69,5	26,2	1,08	281,8
	40	1065	75,0	69,8	27,1	0,99	266,4
	80	910	66,0	58,3	27,3	0,97	258,4
	120	984	73,8	70,0	29,4	0,93	271,8
Ricobaio 1014		1419 a	103,8 a	98,3 a	24,9 c	1,13 b	281,4 b
L. 732521		1329 b	108,3 a	99,8 a	25,0 b	1,29 a	320,1 a
L. 732501		897 c	74,3 b	66,9 b	27,5 a	0,99 c	269,6 b
	0	857 c	104,8	94,6	24,2 d	1,20 a	289,1
	40	1191 b	94,2	88,9	25,3 c	1,16 ab	289,7
	80	1192 b	91,6	83,4	26,2 b	1,12 b	288,9
	120	1399 a	91,2	86,4	27,5 a	1,07 c	293,8
C.V. %		19,8	13,0	15,5	3,9	5,2	6,1

(*) Em cada série de médias, os valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

proteína das sementes do 'Ricobaio 1014', Linhagem 732521 e Linhagem 732501, respectivamente. Esses aumentos correspondem a 10,9%, 18,1% e 12,2% mais proteína que nos grãos dos tratamentos que não receberam adubação nitrogenada. URBEN FILHO (24), também em Viçosa, usando o 'Ricobaio 1014' e terreno próximo ao utilizado neste estudo, conseguiu, com 120 kg/ha de N, em dois experimentos, aumentar o teor de proteína nas sementes em 4,1% e 6,1%, ou seja, aumentos de 16,9% e 25,2% em relação ao tratamento que não recebeu adubo nitrogenado. Fatores ambientais, portanto, influenciam o maior ou menor aproveitamento do N aplicado, na formação de proteína nas sementes.

Com o teor de metionina, medido em g/16 g N, ocorreu o inverso: diminuiu à medida que as doses de N cresciam. Para o 'Ricobaio 1014', Linhagem 732521 e Linhagem 732501, essas diminuições foram de, respectivamente, 0,08%, 0,16% e 0,15%. Esses valores correspondem a 6,8%, 11,8% e 13,9% menos metionina que nas sementes dos tratamentos não adubados com N.

Com os dados médios dos efeitos de linhagens e níveis de N, estampados no Quadro 6, fizeram-se análises de correlação, e encontraram-se valores significativos entre teor de proteína e de metionina (em g/16 g N) ($r = -0,78^{**}$) e entre os dois métodos de medir o teor de metionina ($r = 0,84^{**}$). A correlação negativa entre os teores de proteína e metionina (em g/16 g N), nas sementes de feijão, também foi constatada por ADAMS (1) e MOREIRA *et alii* (17). KELLY e BLISS (11), por outro lado, encontraram correlação positiva ($r = 0,33$). A associação entre esses dois caracteres, encontrada no presente trabalho, está ilustrada pela Figura 2. Não se encontrou corre-



lação entre os teores de proteína e metionina, quando a última foi medida em termos de percentagem da matéria seca. O mesmo foi observado por MOREIRA *et alii* (17).

4. RESUMO

Em Viçosa, Minas Gerais, instalaram-se dois experimentos para estudar o efeito da aplicação de 80 kg/ha de N, na forma de uréia, sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L. cv. S-182-N), sendo esse adubo aplicado todo no sulco, por ocasião do plantio, ou metade no sulco e o resto aplicado em cobertura, 15, 22, 29, 36, 43 ou 50 dias após a emergência dos feijoeiros. Além da testemunha, sem nenhum adubo, incluiu-se um tratamento que recebeu apenas 60 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato simples. Este fertilizante também foi aplicado, nessa mesma quantidade, em todas as parcelas que receberam a adubação nitrogenada. Um experimento mostrou claramente a vantagem de fracionar a fertilização nitrogenada, com a aplicação de meia dose no sulco e meia dose em cobertura, 15 a 29 dias após a emergência. O outro ensaio, entretanto, não mostrou vantagem desse fracionamento.

Noutro estudo, instalaram-se experimentos de doses crescentes de uréia na cultura do feijão, cv. S-182-N, em seis municípios da Zona da Mata de Minas Gerais. As doses usadas foram: 0, 30, 60, 90 e 120 kg/ha de N. Todas as parcelas receberam 60 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato simples. Em Viçosa, Ponte Nova e Leopoldina a resposta da cultura ao N foi linear e positiva; em Coimbra foi quadrática, com um máximo estimado de produção com 133 kg/ha de N; em Rio Pomba e Raul Soares a adubação nitrogenada não teve efeito significativo.

Num terceiro estudo, também em Viçosa, as linhagens de feijão 732521 e 732501 e o cv. 'Ricobaio 1014' receberam 0, 40, 80 ou 120 kg/ha de N, na forma de uréia, e 60 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, este com qualquer nível de adubação nitrogenada. À medida que as doses de N cresciam, aumentavam também a produção de sementes e o seu teor de proteína, mas diminuía o teor de metionina (medido em g/16 g N). O coeficiente de correlação entre os teores de proteína e metionina foi $r = -0,78^{**}$. Em média, a maior dose de uréia aumentou o teor de proteína de 24,2% para 27,5% e diminuiu o de metionina de 1,20 para 1,07 g/16 g N.

5. SUMMARY

Three studies on nitrogen fertilization of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) were carried out in the Zona da Mata area, state of Minas Gerais, Brazil.

The first experiment was conducted in Viçosa and included two trials with the following treatments: no fertilizer; with only ordinary superphosphate (60 kg/ha of P₂O₅); with the same amount of superphosphate plus 80 kg/ha of N applied entirely in the row at the planting time; with the same amount of superphosphate plus 40 kg/ha of N placed in the row, during the planting, and 40 kg/ha of N as side dressing 15, 22, 29, 36, 43, or 50 days after bean emergence. Urea was used as the source of N. In one trial the best method was the application of half of the N fertilizer at the planting time and the rest at 15, 22 or 29 days after emergence. In the other trial, however, it was found that the parcelling of the N fertilization was not advantageous to the culture.

In the second study, experiments were conducted in six localities. The treatments were 0, 30, 60, 90, and 120 kg/ha of N, as urea. Every plot received ordinary superphosphate, at the amount of 60 kg/ha of P₂O₅. In Viçosa, Ponte Nova, and Leo-

poldina the bean response to N was linear and positive; in Coimbra the response was quadratic, and the estimated maximum yield would be reached with 133 kg/ha of N, while in Rio Pomba and Raul Soares no response to N fertilization was obtained.

The third study was carried out in Viçosa and included a factorial of 4 urea levels (0, 40, 80, and 120 kg/ha of N) x 3 bean lines (732521, 732501, and Ricobaio 1014). Every plot received ordinary superphosphate (60 kg/ha of P_{205}). Bean yield and protein content of the seeds increased as urea levels increased. The correlation coefficient between percentage of protein and methionine (as g/16 g N) in bean seeds was negative ($r = -0.78^{**}$). The average response of the 3 lines to the highest level of urea was an increase of the percentage of protein from 24.2 to 27.5, and a decrease in the amount of methionine from 1.20 to 1.07 g/16 g N.

6. LITERATURA CITADA

1. ADAMS, M.W. On the quest for quality in the field beans. In: MILNER, M., ed. *Nutritional improvement of food legumes by breeding*. N. York, Protein Advisory Group of the United National System, 1973. p. 143-149.
2. ARRUDA, H.V. Adubação química do feijoeiro. *Bol. Agric.*, Minas Gerais, 9(1-2): 57-62. 1960.
3. 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(111):370-380. 1973.
4. BOLSANELLO, J., VIEIRA, C., SEDIYAMA, C.S. & VIEIRA, H.A. Ensaio de adubação nitrogenada e fosfatada da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona Metalúrgica de Minas Gerais. *Rev. Ceres*, 22(124):423-430. 1975.
5. BULISANI, E.A., MIYASAKA, S. & ALMEIDA, L. D'A. *Instruções práticas para a cultura do feijão*. Campinas, Inst. Agronômico, 1971. 12 p. (Bol. n.º 195).
6. 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(139):292-295. 1978.
7. FONTES, L.A.N. Nota sobre efeitos da aplicação de adubo nitrogenado, fosfatado, calcário e inoculante na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres*, 19(103):211-216. 1972.
8. FONTES, L.A.N., GOMES, F.R. & VIEIRA, C. Resposta do feijoeiro à aplicação de N, P, K e calcário na Zona da Mata, Minas Gerais. *Rev. Ceres*, 12(71):265-285. 1965.
9. GOUVÊA, F.C., ANDRADE, M.E. & COIMBRA, R.O. Feijão. Adubação NPK. *Bol. Agric.*, Minas Gerais, 3(11-12):67-68. 1954.
10. GUAZZELLI, R.J., MENDES, J.F., BAUWIN, G.R. & MILLER, S.F. Efeitos agrônômicos e econômicos do calcário, nitrogênio, fosfato, potássio, enxofre e micronutrientes nos rendimentos de soja, feijão e arroz em Uberaba, Minas Gerais.

Pesq. Agrop. Bras., Série Agronomia, 8(6):29-37. 1973.

11. KELLY, J.D. & BLISS, A.F. Heritability estimates of percentage seed protein and available methionine and correlations with yield in dry beans. *Crop Sci.* 15(6):753-757. 1975.
12. MASCARENHAS, H.A.A., MIYASAKA, S., IGUE, T., VEIGA, A.A. & ALVES, S. Influências das formas de fertilizantes nitrogenados e suas épocas de aplicação na cultura do feijoeiro. *Bragantia*, 25:XXI-XXIII. 1966.
13. MELO, C.P., COIMBRA, R.O. & SILVA, T. Experimento de adubação de feijão das «águas» e da «seca». *Bol. Agric.*, Minas Gerais, 4(11-12):138. 1955.
14. MENEGARIO, A. *Cultura do feijão*. Campinas, Secr. Agr., Div. Assist. Téc. Especializada, 1964. 139 p. (Série Instr. Técn. n.º 9).
15. MILLER, S.F., BAUWIN, G.R. & GUZZELLI, R.J. Avaliação econômica e agromômica de um experimento com feijão comum. Uberaba, Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.*, Série Agron., 7:19-26. 1972.
16. MIYASAKA, S., FREIRE, E.S. & MASCARENHAS, H.A.A. Modo e época de aplicação de nitrogênio na cultura do feijão. *Bragantia*, 22(40):511-519. 1963.
17. MOREIRA, M.A., BRUNE, W. & BATISTA, C.M. Avaliação do teor de metionina em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turrialba*, 26(3):225-231. 1976.
18. NOVAIS, R.F. & F.L.J. Aplicação de tufito e NPK na adubação do feijoeiro em um solo de Patos de Minas. *Rev. Ceres*, 13(98):308-314. 1971.
19. PARRA, M.S., HOEPFNER, M.A. & VOSS, M. Adubação do feijoeiro no Estado do Paraná. In: Fund. Inst. Agron. do Paraná (ed.). *Cultura do feijão no Estado do Paraná*. Londrina, 1980. p. 33-45. (Circular IAPAR n.º 18).
20. PONS, A.L., BARRETO, B.A., SECCHI, V.A. & MARTINOTTO, V. A cultura do feijoeiro no RS. *Trigo e Soja* n.º 48:3-31. 1980.
21. REIS, M.S., VIEIRA, C. & BRAGA, J.M. Efeitos de fontes, doses e épocas de aplicação de adubos nitrogenados sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres*, 19(101):25-42. 1972.
22. SANTA CECÍLIA, F.C. *Resposta de treze variedades de feijão (Phaseolus vulgaris L.) à adubação nitrogenada e fosfatada*. Viçosa, Universidade Federal, 1972. 38 p. (Tese de M.S.).
23. SILVA, M.T., DARIVA, T., MAMINSKI, J. & XAVIER, T.M. Efeito de níveis e épocas da aplicação de nitrogênio na produção do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Centro de Ciências Rurais*, 7(4):395-401. 1977.
24. URBEN FILHO, G. *Doses e modos de aplicação de adubo nitrogenado na cultura do feijão (Phaseolus vulgaris L.)*. Viçosa, Universidade Federal, 1979. 52 p. (Tese de M.S.).

25. URBEN FILHO, G., CARDOSO, A.A., VIEIRA, C., FONTES, L.A.N. & THIÉ-BAUT, J.T.L. Doses e modos de aplicação do adubo nitrogenado na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres*, 27(151):302-312. 1980.
26. VIEIRA, C. *Cultura do feijão*. Viçosa, Imprensa Universitária, 1978. 146 p.
27. VIEIRA, C. & GOMES, F.R. Ensaio de adubação do feijoeiro. *Rev. Ceres*, 11(65): 253-264. 1961.