

CULTURA ASSOCIADA DE FEIJÃO E MILHO. XII - ADUBAÇÕES NITROGENADA E MOLÍBDICA¹

Clibas Vieira²
Geraldo A. de A. Araújo²
Paulo Geraldo Berger³

1. INTRODUÇÃO

Estudos conduzidos na Zona da Mata de Minas Gerais têm revelado que a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) responde, por vezes acentuadamente, à adubação molíbdica (1, 4, 6, 9, 10). A aplicação foliar do Mo, cerca de 25 dias depois da emergência dos feijoeiros, tem-se mostrado tão, ou mais, eficiente que a aplicação no solo por meio da peletização das sementes (2).

Produtores do feijão na área já estão usando essa adubação foliar, utilizando doses que, em geral, variam de 20 a 50 g/ha de Mo. Como muitos costumam consorciar a cultura do feijão com a do milho, surgiu a seguinte questão: de que modo responderia o consórcio à adubação molíbdica? Como o Mo está envolvido com o metabolismo do nitrogênio na planta, este também foi incluído no presente estudo, que é de caráter preliminar ou exploratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados em Coimbra, MG, três experimentos fatoriais de 2

¹ Aceito para publicação em 11.09.1996.

² Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa, MG (bolsista do CNPq).

³ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 36571-000 Viçosa, MG (bolsista da FAPEMIG).

x 2 x 2, em blocos casualizados, com três repetições, utilizando-se os fatores: sistemas de produção (monocultivo de milho e consórcio milho-feijão), adubação nitrogenada em cobertura (0 e 40 kg/ha) e adubação molíbdica foliar (0 e 50 g/ha de Mo). As adubações em cobertura e foliar foram realizadas de 25 a 30 dias depois da emergência dos feijoeiros. As fontes de N e Mo foram, respectivamente, o sulfato de amônio e o molibdato de amônio. Os três experimentos receberam, no plantio, uma adubação geral de 600 kg/ha da mistura 4-14-8.

A parcela experimental foi formada de quatro fileiras de milho com 6 m de comprimento, espaçadas de um metro. A densidade de plantio foi de 8 sementes/m, com posterior desbaste para 4 plantas/m. No consórcio, o feijão foi semeado simultaneamente com o milho, nas fileiras deste, na densidade de, aproximadamente, 15 sementes/m. Os 10 m² centrais de cada parcela constituíram a área útil.

Nos experimentos 1 e 2, utilizaram-se o milho 'Ag 210' e o feijão 'Ouro Negro', de tendência semitrepadora. A fim de verificar se havia diferenças de resultados por influência das variedades, no experimento 3 utilizaram-se o milho branco 'Ag 6601' e o feijão 'Ouro', este de hastes curtas e porte ereto.

As áreas escolhidas para os três experimentos (realizados em anos diferentes) respondem às aplicações de N e Mo, conforme demonstraram experimentos e plantios anteriores. São também povoadas por estirpes nativas de rizóbio.

Para ambas as culturas, além das produções, determinou-se o teor de N nos tecidos. Para tanto, no milho utilizou-se a quarta folha completamente expandida, a contar de cima para baixo, de seis plantas no começo do pendoamento, em cada parcela. No feijão, colheu-se toda a parte aérea de duas plantas no início do florescimento, na bordadura de cada parcela, mas analisaram-se apenas as folhas, no experimento 1, e toda a parte colhida nos outros experimentos. O material colhido foi seco a 75°C, até atingir peso constante, triturado e homogeneizado. Da matéria seca, uma amostra de 100 mg foi usada na determinação do N, o que foi feito por digestão sulfúrica (5), seguida de avaliação colorimétrica, utilizando-se o reagente de Nessler (3). Determinou-se ainda a altura média de cinco pés de milho, tomados ao acaso na parcela, quando em pleno pendoamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios referentes aos experimentos 1 e 2 encontram-se nos Quadros 1 e 2, respectivamente. A análise de variância conjunta

dos dados indicou, em relação ao milho, efeito significativo ($P < 0,01$) apenas dos sistemas de produção e dos experimentos sobre as três características estudadas. Na média dos dois experimentos, o feijão consorciado provocou no milho um decréscimo de 24% na produção, de 13% no teor de N nas folhas e de 12% na altura das plantas.

Quanto ao feijão, a análise de variância conjunta dos dados dos experimentos 1 e 2 revelou, em relação à produção, efeito altamente significativo ($P < 0,01$) do N, dos experimentos (E) e da interação Mo x E e efeito significativo ($P < 0,05$) das interações N x E, N x Mo e N x Mo x E. Em relação ao teor de N no tecido vegetal, a análise conjunta indicou efeito significativo ($P < 0,01$) apenas do Mo e dos experimentos.

Os motivos das interações envolvendo experimento são facilmente visualizados nos Quadros 1 e 2. No experimento 1, o milho desenvolveu-se mal no tratamento Cons. - 0 - 0, causando baixa produção, plantas mais baixas e com apenas 2,03% de N nas folhas, redundando num amarelecimento geral. Com isso, tornou-se menos competitivo, beneficiando a cultura do feijão, que chegou a produzir 1.779 kg/ha, apesar do menor teor de N nas suas folhas. Nos outros tratamentos de consórcio, o milho, mais desenvolvido, competiu fortemente com a leguminosa, diminuindo-lhe o rendimento, mesmo nos tratamentos com maior teor de N nas folhas provocado pelo Mo. O maior poder competitivo do milho no tratamento Cons.-0-Mo parece indicar algum efeito do micronutriente nessa cultura.

QUADRO 1 - Resultados médios obtidos no experimento 1

Tratamentos	Milho			Feijão	
	Produção (kg/ha)	N nas folhas (%)	Altura das plantas (cm)	Produção (kg/ha)	N nas folhas (%)
Monoc. - O - O	5.494	2,63	214		
Monoc. - N - O	6.429	3,00	213		
Monoc. - O - Mo	6.125	2,90	209		
Monoc. - N - Mo	6.098	2,73	216		
Cons. - O - O	3.675	2,03	175	1.779	2,57
Cons. - N - O	5.158	2,73	190	976	2,73
Cons. - O - Mo	5.101	2,53	191	1.034	3,63
Cons. - N - Mo	5.251	2,90	190	932	3,90
C.v. (%)	21,6	9,1	3,3	16,2	8,5

QUADRO 2 - Resultados médios obtidos no experimento 2

Tratamentos	Milho			Feijão	
	Produção (kg/ha)	N nas folhas (%)	Altura das plantas (cm)	Produção (kg/ha)	N na parte aérea (%)
Monoc. -O - O	4.466	1,87	265		
Monoc. - N - O	4.005	1,71	263		
Monoc. - O - Mo	4.693	1,83	257		
Monoc. - N - Mo	5.292	1,73	263		
Cons. - O - O	3.295	1,54	237	728	1,95
Cons. - N - O	2.744	1,33	229	677	1,86
Cons. - O - Mo	3.658	1,55	231	1.048	2,62
Cons. - N - Mo	3.467	1,47	239	928	2,75
C.v. (%)	25,4	16,0	6,5	16,4	16,3

No experimento 2, o tratamento Cons.-0-0 não foi mais prejudicial ao milho que os outros tratamentos de consórcio. Foi marcante, nesse experimento, o efeito do Mo sobre o feijão, elevando-lhe o rendimento em cerca de 40% e o teor de N na parte aérea em 41%, aproximadamente. Aliás, no experimento 1 esse teor foi aumentado pelo micronutriente em 42%.

A alta produção da leguminosa no tratamento Cons.-0-0, no experimento 1, foi a principal causa da interação N x Mo x E. Na média dos dois experimentos, o feijão rendeu, nesse tratamento, 1.253 kg/ha, enquanto no Cons.-0-Mo foi de 1.041 kg/ha e no Cons.-N-Mo, de 930 kg/ha. Os dois últimos tratamentos foram os mais afetados pela aplicação do Mo, conforme comprovaram os maiores teores de N nos tecidos vegetais, mas apenas no experimento 2 isso redundou em maiores produções.

Os resultados médios do experimento 3 estão inseridos no Quadro 3. As análises de variância revelaram que, em relação ao milho, houve efeito significativo ($P < 0,01$) do N aplicado em cobertura e dos sistemas de cultivo sobre as produções e as percentagens de N nas folhas. Em relação à altura do milho, foram significativos os efeitos das interações N x S ($P < 0,01$) e Mo x S ($P < 0,05$).

Em relação ao consórcio, o milho em monocultivo produziu, em média, 37% a mais e apresentou aumento de 16%, em média, na percentagem de N no tecido foliar. O N aplicado em cobertura teve efeito

QUADRO 3 - Resultados médios obtidos no experimento 3

Tratamentos	Milho			Feijão	
	Produção (kg/ha)	N nas folhas (%)	Altura das plantas (cm)	Produção (kg/ha)	N na parte aérea (%)
Monoc. - O - O	4.634	2,35	276		
Monoc. - N - O	5.946	2,77	289		
Monoc. - O - Mo	4.499	2,29	273		
Monoc. - N - Mo	6.287	2,59	285		
Cons. - O - O	2.920	1,89	234	565	2,93
Cons. - N - O	4.470	2,22	273	742	3,82
Cons. - O - Mo	3.104	1,88	254	801	3,21
Cons. - N - Mo	5.144	2,62	282	784	3,42
C.v. (%)	11,9	10,1	4,4	14,4	17,5

mais acentuado que os sistemas de cultivo: elevou esses aumentos para 44% e 21%, respectivamente.

Quanto à altura das plantas de milho, o N aplicado em cobertura teve efeito mais acentuado no consórcio que no monocultivo, e o Mo teve efeito significativo apenas no consórcio. Esta foi a única influência detectada do micronutriente sobre o milho no experimento 3.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) apenas do Mo sobre o feijão, aumentando-lhe a produção em cerca de 21%. Diferentemente do experimento 1, o menor desenvolvimento do milho no tratamento Cons. - O - O não beneficiou a leguminosa. Talvez a variedade 'Ouro', usada no experimento 3, não tenha a capacidade competitiva da 'Ouro Negro', com suas ramas longas e semitrepadoras, ou então o milho 'Ag 6601, usado neste experimento, tenha sido mais competitivo que o 'Ag 210' em condições de deficiência de adubação nitrogenada.

Com relação à percentagem de N nos feijoeiros, não houve diferenças significativas entre as médias. Parece que houve alguma falha na amostragem das plantas para a análise, pois o coeficiente de variação foi um pouco elevado para esse tipo de dado. Contudo, no campo as plantas que receberam Mo eram bem mais escuras do que as que não o receberam.

Nos três experimentos, o feijão semeado nas linhas do milho diminuiu (em média 26%) o rendimento da segunda cultura. O plantio de ambas as culturas nas mesmas linhas é prática recomendada (8). Tudo indica, entretanto, que as populações de feijoeiros utilizadas (cerca de 150

mil/ha) foram elevadas. Talvez o milho (40 mil/ha) não fosse prejudicado se as populações da leguminosa fossem de, no máximo, 120 mil/ha, conforme indicado por SOUSA FILHO e ANDRADE (7).

Nos três experimentos, detectou-se efeito do Mo sobre a cultura do feijão, quer na forma de incremento da produção, quer na forma de aumento do teor de N no tecido vegetal, ou de ambas. Portanto, a presença do milho parece não ter interferido na ação do Mo sobre a leguminosa. Quanto ao milho, houve indícios de ação do micronutriente nos experimentos 1 e 3. Somente com estudos adicionais poder-se-á, com mais precisão, estabelecer se essa gramínea realmente responde à aplicação do Mo.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram instalados em Coimbra, MG, três experimentos em fatorial 2 x 2 x 2, em que os fatores foram: sistemas de produção (monocultivo de milho e consórcio milho-feijão), adubação nitrogenada em cobertura (0 e 40 kg/ha de N) e adubação molíbdica foliar (0 e 50 g/ha de Mo). Todos os tratamentos receberam, no plantio, a adubação de 600 kg/ha de 4-14-8. Estirpes nativas de rizóbio povoavam os solos utilizados. O milho foi plantado no espaçamento de 1,0 m entre fileiras e na densidade correspondente a 40 mil plantas por hectare. No consórcio, o feijão (densidade de, aproximadamente, 150 mil plantas/ha) foi semeado dentro das fileiras do milho. Nos dois primeiros experimentos, utilizaram-se a variedade de milho 'Ag 210' e o feijão 'Ouro Negro'; no terceiro, o milho 'Ag 6601' e o feijão 'Ouro'. O Mo teve efeito sobre a leguminosa, ou aumentando-lhe a produção (cerca de 40%) ou o teor de N no tecido vegetal (perto de 41%) ou ambos. O feijão consorciado diminuiu o rendimento do milho em cerca de 26% em média. Houve apenas indícios de ação do Mo sobre o milho. O N aumentou a produção do milho em 44% num experimento.

5. SUMMARY

(ASSOCIATED CROPPING OF COMMON BEAN WITH MAIZE. XII - NITROGEN AND MOLYBDENUM FERTILIZATION)

In Coimbra, MG, Brazil, three 2³ factorial experiments were carried out, in which the factors were: production systems (maize monocrop and maize associated with beans), side-dressing application of N fertilizer (O

and 40 kg of N per ha), and foliar application of molybdenum (0 and 50 g of Mo per ha). All treatments received 600 kg/ha of the mixture 4-14-8 at planting time. The soils contained native strains of *Rhizobium*. Maize was planted in rows 1.0 m apart, at a density of 40 thousand plants/ha; beans were planted within maize rows at a density of approximately 150 thousand plants/ha. The maize cultivar 'Ag 210' and the bean cultivar 'Ouro Negro' were used in two experiments and 'Ag 6601' and 'Ouro' in the third. Mo had a positive effect on beans, increasing either the yield (about 40%) or the tissue N content (about 41%) or both. Maize yield had a mean decrease of 26% when associated with beans. Some indications of Mo effect on maize were found. In one experiment N application increased maize yield by 44%.

6. LITERATURA CITADA

1. AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A. & ARAÚJO, G.A. de A. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molíbdica. *Rev. Ceres*, 41: 202-216, 1994.
2. BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A. de A. & CASSINI, S.T.A. Peletização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com carbono de cálcio, rizóbio e molibdênio. *Rev. Ceres*, 42:562-574, 1995.
3. JACKSON, C.M. *Soil chemical analyses*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1965. p. 195-196.
4. JUNQUEIRA NETTO, A.; SANTOS, O.S. dos; AIDAR, H. & VIEIRA, C. Ensaios preliminares sobre a aplicação de molibdênio e de cobalto na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres*, 24:628-633, 1977.
5. LINDNER, R.C. Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plant tissues. *Plant Physiol.*, 19:76-89. 1944.
6. SANTOS, A.B. dos; VIEIRA, C.; LOURES, E.G.; BRAGA, J.M. & THIÉBAUT, J.T.L. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao molibdênio e ao cobalto em solos de Viçosa e Paula Cândido, Minas Gerais. *Rev. Ceres*, 26:92-101, 1979.
7. SOUSA FILHO, B.F. de & ANDRADE, M.J.B. de. Influência de diferentes populações de plantas no consórcio milho x feijão. In: REUNIÃO NAC. DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, 1982. *Anais*, Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1982, p. 103-105.
8. VIEIRA, C. *O feijão em cultivos consorciados*. Viçosa, Univ. Federal, 1985. 134 p.
9. VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A.O. & ARAÚJO, G.A. de A. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão. *Rev. Agric.*, 67:117-124, 1992.
10. VIEIRA, R.F. *Aplicação foliar de molibdênio e seu efeito nas atividades da nitrogenase e redutase do nitrato no feijoeiro em campo*. Piracicaba, ESALQ, 1994. 188 p. (Tese de doutorado).