



Rendimento e Exportação de Nutrientes pela Cultura do Feijoeiro em Solo Adubado com Diferentes Fontes de Fertilizantes

Gilmar Luiz Mumbach⁽¹⁾; Luciano Colpo Gatiboni⁽²⁾; Fabiano Daniel de Bona⁽³⁾; Camila Adaime Gabriel⁽⁴⁾; Élcio Bilibio Bonfada⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Bolsista de mestrado no programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Av Luiz de Camões, 2090, CEP: 88160-050, E-mail: gilmarmumbach@hotmail.com ⁽²⁾ Professor Titular da UDESC. ⁽³⁾ Pesquisador do CNPT, de Passo Fundo/RS. ⁽⁴⁾ Estudante de Mestrado em Ciência do Solo da UDESC.

RESUMO: Diferentes fontes de fertilizantes podem ser utilizadas para suprir nutrientes às plantas, podendo estas apresentar respostas diferenciadas no crescimento e rendimento de plantas. Neste estudo objetivou-se avaliar as respostas de diferentes fontes de adubação na cultura do feijoeiro. O experimento foi implantado em Cambissolo Húmico no final de 2015, buscando avaliar o rendimento de grãos e de massa seca (MS), além dos teores de fósforo (P), potássio (K), nitrogênio (N), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) exportados pela cultura do feijão. Foram avaliados oito tratamentos, em que foram comparadas as fontes mineral (MAP), orgânica (cama de aviário) e organomineral (MAP + cama aviária), uma testemunha sem adubação, além de variações nas dosagens de NPK destas fontes. De maneira geral não foram encontradas diferenças significativas entre as diferentes fontes testadas, e quando houveram foram bastante variáveis, com respostas similares para as fontes testadas. Conclui-se, a partir destes resultados, as fontes avaliadas apresentam resultados iguais na cultura do feijão.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, adubação, produtividade.

INTRODUÇÃO

Apesar da sua grande importância na alimentação humana, o cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris*) fica restrito a pequenas áreas, muitas vezes com menor qualidade do solo. O cultivo em larga extensão, e objetivando maiores produtividades, exige grande investimento para a obtenção de bons rendimentos, principalmente em adubação.

A adubação mineral é predominante na produção agrícola, muito em função da alta concentração de nutrientes dos fertilizantes comercializados; enfatizando os fosfatos, Lana et al. (2014) destacam que fertilizantes minerais apresentam grande eficiência, principalmente pela sua alta solubilidade, favorecendo a absorção, especialmente em plantas de ciclo curto. A adubação orgânica é, na maioria dos casos, uma boa alternativa para suprir nutrientes às culturas, principalmente através do uso de dejetos animais. Na região Sul do Brasil essa prática pode ser bastante viável, principalmente pela grande produção de suínos e aves. A utilização da cama de aves pode trazer por benefícios a boa concentração de

nutrientes (Novakowski et al., 2013), aumentar a concentração principalmente de P e K no solo, superficialmente e/ou em profundidade, e de carbono orgânico total do solo (Barcellos et al., 2015). Ainda, segundo Barcellos et al. (2015) a adubação com dejetos animais pode manter o pH do solo e a sua acidez potencial pouco alterado após anos de cultivo, enquanto a adubação mineral resulta em redução do pH e aumento dos teores de H+Al no solo.

Como alternativa para aumentar a concentração de nutrientes dos adubos orgânicos e aumentar a eficiência dos minerais, os fertilizantes organominerais apresentam-se como uma opção capaz de associar bons rendimentos agrícolas e melhorar a qualidade do solo. A liberação mais lenta de nutrientes pelos fertilizantes organominerais pode favorecer a planta, excepcionalmente em solos com alta capacidade adsorviva de P (Lana et al., 2014).

Apesar dos benefícios teóricos apresentados, ainda há poucos resultados à campo que possam identificar a real resposta positiva dos adubos organominerais frente aos orgânicos e/ou minerais. Diante disso, o presente estudo objetivou avaliar a resposta de diferentes fontes de fertilizantes no rendimento de feijão e exportação de nutrientes pela parte aérea e pelos grãos da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em área experimental pertencente ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. O solo é classificado como Cambissolo Húmico, apresentando os seguintes atributos químicos, analisados segundo metodologias de Tedesco et al. (1995): pH (H₂O): 4,6; pH SMP: 4,9; M.O de 3,8%; 8,3 e 186,8 mg L⁻¹ de P e K, respectivamente; 2,9, 5,6 e 3,2 cmolc L⁻¹ de Al, Ca e Mg trocável, respectivamente. O clima do local é classificado como Cfb, de acordo com Köppen.

O estudo foi conduzido sob delineamento em blocos casualizados (DBC), com 8 tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais; cada parcela apresenta área de 12 metros quadrados. Os tratamentos avaliados são: 1 – Organomineral 100 (100% da dose exigida pelo feijoeiro para rendimento de 2,5 Mg há⁻¹); 2 – Cama aviária 10 (quantidade, na forma de cama



de aves, da fração orgânica que compõe o tratamento 1); 3 – Mineral 90 (apenas fração mineral contida no tratamento 1); 4 – Cama aviária 100 (100% dos nutrientes exigidos pela cultura na forma de cama aviária); 5 – Mineral 100 (100% dos nutrientes exigidos pela cultura na forma de monoamônio fosfato - MAP); 6 – Mineral 150 (150% dos nutrientes exigidos pela cultura na forma de MAP); 7 – Organomineral 150 (150% dos nutrientes exigidos pela cultura na forma de adubo organomineral); 8 – Testemunha.

A cultura do feijoeiro, cultivar Uirapuru, foi semeada no dia 14 de dezembro de 2015, em espaçamento de 0,50 metros entre linhas e 0,10 metros entre plantas. O processo de implantação foi totalmente manual.

Dentre as análises realizadas, para caracterizar a resposta dos diferentes tratamentos, avaliou-se o rendimento de MS e grãos, bem como a exportação de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), tanto pela parte aérea total como pelos grãos. Para análise de matéria seca foram coletadas três plantas por parcela, quando a cultura estava iniciando a formação de vagens; estas foram secas em estufa à 55 °C até peso constante. Para o rendimento de grãos, foram coletadas 45 plantas das linhas centrais de cada parcela, as quais foram debulhadas, os grãos pesados e o teor de umidade corrigido para 13%.

A parte aérea e os grãos foram moídos e, para análise dos teores de nutrientes, realizou-se digestão úmida com ácido sulfúrico concentrado e peróxido de hidrogênio (Tedesco et al., 1995); os teores de N, P, K, Ca e Mg foram multiplicados pelos rendimentos de MS total e dos grãos, para obtenção das quantidades de nutrientes exportados pela cultura, em kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, quando significativas, foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott (P<0,05), utilizando o programa estatístico Assisat 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de matéria seca do feijão variou entre 2719 a 6787 toneladas por hectare, enquanto o de grãos entre 1875 a 4224 quilogramas por hectare, sendo estes valores apresentados na **tabela 1**. Para a matéria seca todos os tratamentos com adubação, independente de doses totais ou fontes, foram superiores à testemunha; os maiores valores, em termos estatísticos, foram encontrados para os tratamentos 1, 3, 6 e 7; para o rendimento de grãos não houve diferença entre as fontes utilizadas, com as únicas diferenças observadas da testemunha para as demais condições. De maneira geral, os valores observados apresentam grande variação, que pode ser resultado do pouco tempo de condução do estudo, altos teores de matéria orgânica, intenso revolvimento para preparo do solo, entre outros fatores. Comparando a eficiência de camas de aves com fertilizantes minerais, em cultivo de feijoeiro em casa de vegetação, Lourenço et al. (2013) encontraram maior rendimento de massa seca da parte aérea nos tratamentos

adubados com fertilizantes minerais, resultado, segundo os autores, da maior solubilidade do N e P presentes nos adubos químicos; a menor solubilidade presente na cama de aviário deve-se, em grande parte, pelo material que compõe o piso dos aviários, normalmente de difícil decomposição. Avaliando o crescimento da cultura do milho, Lana et al. (2014) observaram, em solo arenoso, maior rendimento de matéria seca da parte aérea para o tratamento com adubo mineral (MAP), o que segundo os autores é resultado da maior solubilidade deste fertilizante; no mesmo estudo, porém em solo argiloso, houve maior rendimento de massa seca de raízes para o adubo organomineral, fenômeno este explicado pelos autores devido ao maior grau de salinidade provocado pelo fertilizante mineral junto às raízes, afetando seu crescimento e os teores de P absorvido.

Avaliando o rendimento de quiabo adubado com adubo mineral, organomineral e um composto de resíduos orgânicos, Olowoake et al. (2015) encontraram maior peso de frutos e produtividade quando da aplicação do fertilizante organomineral, resultado este proveniente, segundo conclusão dos autores, da liberação mais eficiente dos nutrientes quando da associação das fontes minerais e orgânicas, em relação à condição em que estes são aplicados de forma separada.

Tabela 1. Rendimento de grãos (RGrãos) e de matéria seca da parte aérea (MS), em quilogramas por hectare, nos diferentes tratamentos avaliados.

Tratamento	RGrãos	MS
	----- Kg ha ⁻¹ -----	
1	3432,88 a ⁽¹⁾	6283,43 a
2	2993,55 a	4993,82 b
3	3590,07 a	6787,15 a
4	3339,99 a	5461,38 b
5	3318,91 a	5178,48 b
6	4223,85 a	6639,99 a
7	3738,09 a	6699,93 a
8	1874,72 b	2718,91 c
CV (%)	14,03	19,33

⁽¹⁾Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

Analisando os teores de nutrientes contidos tanto na parte aérea como nos grãos, estes não apresentaram variação entre os tratamentos, exceto para o P nos grãos, onde os maiores valores foram encontrados para os tratamentos 1, 4, 6 e 7 (dados não apresentados).

Em relação aos teores de nutrientes exportados pela parte aérea das plantas (**tabela 2**), a quantidade de N e Mg exportados não variaram entre as fontes testadas, sendo estas, porém, superiores ao tratamento testemunha. Os maiores teores de P foram encontrados para os tratamentos 1, 3, 4, 5, 6 e 7, sendo estes superiores estatisticamente aos demais (2 e 8); esses resultados mostram que, para os tratamentos com doses similares de NPK, não há variação entre diferentes fontes, estas ocorrendo apenas em casos em que são grandes as variações nas quantidades de nutriente. As quantidades de



K exportados apresentaram resultados similares ao rendimento de MS em relação ao comportamento entre tratamentos. Os resultados de Ca não apresentaram diferenças em termos estatísticos. Comparando eficiência de fertilizantes minerais e organominerais e resposta da cultura do milho, Lana et al., (2014) encontraram maiores teores de P e N nos tratamentos com adubação mineral, sendo este resultado justificado pela maior solubilidade deste fertilizante frente ao organomineral; para o K houve redução dos seus teores com o aumento da quantidade de P aplicado: a explicação para esses resultados foi que o aumento na aplicação de P_2O_5 resultou em maior crescimento da planta e consequentemente diluição do K presente na planta.

Para as quantidades de nutrientes exportados pelos grãos, o tratamento testemunha apresentou valores inferiores estatisticamente aos demais tratamentos para N e Mg. Para P e K houveram diferenças significativas das maiores doses de adubação (tratamentos 6 e 7), mostrando que esse aumento nas quantidades de nutrientes aplicados resultam em um significativo aumento nas quantidades de P exportados pelos grãos, não resultando, contudo, em aumentos de rendimento significativos em termos estatísticos. Mais uma vez não houveram diferenças significativas para o Ca.

Tabela 2. Rendimento de grãos (RGrãos) e de matéria seca da parte aérea (MS), em quilogramas por hectare, nos diferentes tratamentos avaliados.

Tratame	P	K	N	Ca	Mg
nto	-----PA, em Kg ha ⁻¹ -----				
1	14,26 a ⁽¹⁾	157,10 a	136,19 a	37,54 ^{ns}	24,54 a
2	8,51 b	131,52 b	92,66 a	37,00	20,00 a
3	13,32 a	174,68 a	134,28 a	47,58	25,18 a
4	13,66 a	129,68 b	107,15 a	48,19	23,83 a
5	10,22 a	128,74 b	98,92 a	36,46	20,52 a
6	10,94 a	173,78 a	125,13 a	60,29	26,96 a
7	11,6 a	178,83 a	123,35 a	47,92	26,46 a
8	5,7 b	70,38 b	51,38 b	21,01	11,82 b
CV (%)	24,29	24,76	27,99	41,90	25,03
	-----Grãos, em Kg ha ⁻¹ -----				
1	15,66 b	54,81 b	110,89 a	1,88	10,11 a
2	12,31 c	46,55 b	92,29 a	1,72	8,61 a
3	15,38 b	57,66 b	119,33 a	1,80	11,06 a
4	14,95 b	52,20 b	104,75 a	1,92	9,28 a
5	14,21 b	52,54 b	114,55 a	1,53	8,97 a
6	20,03 a	69,14 a	137,00 a	2,06	11,37 a
7	17,92 a	61,73 a	129,70 a	1,42	11,46 a
8	7,34 d	29,22 c	54,22 b	1,15	4,60 b
CV (%)	15,39	15,62	17,56	35,24	19,97

¹Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. Ns: não significativo estatisticamente.

De maneira geral, as diferentes fontes, quando utilizadas com quantidades iguais de nutrientes, apresentaram comportamento similar nos parâmetros analisados. De acordo com Pandolfo & Ceretta (2008), quando da avaliação de sistemas de preparo do solo e diferentes fontes de nutrientes, diversos aspectos podem

interferir na viabilidade de uso de fontes orgânicas ou minerais na adubação. Além disso, a associação de fontes minerais e orgânicas pode apresentar vantagens econômicas e uso mais racional dos nutrientes presentes em resíduos orgânicos.

CONCLUSÕES

As fontes testadas, quando as doses de nutrientes são iguais, não diferem entre si para o rendimento de grãos, exportação de P, N e Mg pela parte aérea, e P, K, N e Mg pelos grãos.

A condução deste tipo de estudo por período prolongado é necessária para haver resultados mais consistentes.

AGRADECIMENTOS: CAV-UDESC, Embrapa Trigo e CNPQ pelo apoio financeiro e material e aos componentes do Grupo de Estudos do Fósforo em Solos Catarinenses (GEFOSC).

REFERÊNCIAS

Barcellos M, Motta AC, Pauletti V, Silva JC, Barbosa JZ. Atributos químicos de Latossolo sob plantio direto adubado com esterco de bovinos e fertilizantes minerais. *Comunicata Scientiae*. 2015; 6:3:263-273.

Lana MC, Rampim L, Schulz LR, Kaefer JE, Schmidt MA, Ruppenthal V. Disponibilidade de fósforo para plantas de milho cultivadas com fertilizante organomineral e fosfato monoamômico. *Scientia Agraria Paranaensis*. 2014; 13:3:198-209.

Lourenço KS, Corrêa JC, Ernani PR, Lopes, LS, Nicoloso RS. Crescimento e absorção de nutrientes pelo feijoeiro adubado com cama de aves e fertilizantes minerais. *R. Bras Ci Solo*. 2013; 37:462-471.

Novakowski JH, Sandini IE, Falbo MK, Moraes A, Novakowski JH. Adubação com cama de aviário na produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura-pecuária. *Semina: Ciências Agrárias*. 2013; 34:4:1663-1672.

Olowoake AA, Ojo JA, Osunlola OS. Growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as influenced by NPK, jatropha cake and organomineral fertilizer on an Alfisol in Llorin, Southern Guinea Savanna of Nigeria. *Journal of Organic Systems*. 2015; 10:1.

Pandolfo CM, Ceretta CA. Aspectos econômicos do uso de fontes orgânicas de nutrientes associadas a sistemas de preparo do solo. *Ciência Rural*. 2008; 38:6:1572-1580.

Tedesco MJ, Gianello C, Bissani CA, Bohnem H, Volkweiss SJ. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. (Boletim técnico, 5)