

Fitomassa, teor e acúmulo de micronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandu-anão, em cultivo solteiro e consorciado

Cícero Monti Teixeira^{1*}, Gabriel José de Carvalho², Messias José Bastos de Andrade² e Antônio Eduardo Furtini Neto³

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Cx. Postal 351, 38001-970, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. ²Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil. ³Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: cicero@epamig.br

RESUMO. O consórcio entre gramíneas e leguminosas para produção de palha, no sistema plantio direto, visa conciliar a proteção do solo, por meio da maior durabilidade da gramínea, com a fixação de N e disponibilização mais rápida de nutrientes pela decomposição da leguminosa. Diante disso, instalou-se um experimento para determinar a produção de fitomassa e o teor e acúmulo de micronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandu-anão, em cultivo solteiro e nos consórcios da gramínea com as leguminosas, para a produção de palha no plantio direto. O trabalho foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – Lavras, Estado de Minas Gerais. O delineamento foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos, para os teores das espécies em cultivo solteiro e consorciado e cinco tratamentos para produção de fitomassa e acúmulo de micronutrientes, com quatro repetições. Apenas o guandu-anão solteiro apresentou menor produção de fitomassa fresca e seca, com os demais tratamentos produzindo, em média, 12,361 e 2,854 t ha⁻¹ de fitomassa fresca e seca, respectivamente. Houve diferenças significativas para os teores de B, Cu e Zn e para os acúmulos de todos os micronutrientes avaliados. As leguminosas apresentaram maiores teores de B e o milho, maiores teores de Cu e Zn. De forma geral, o consórcio entre milho e feijão-de-porco apresentou os maiores acúmulos de micronutrientes.

Palavras-chave: plantio direto, adubação verde, micronutrientes, ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT. Micronutrient phytomass, levels and accumulation in millet, jack bean and pigeon pea, as sole crops and in intercropping. Intercropping leguminous with graminaceous crops for straw production in no-tillage systems aims to conciliate soil protection (through greater durability of graminaceous crops) with nitrogen fixation and faster micronutrient availability (through leguminous decomposition). Therefore, an experiment was conducted with the intention of evaluating phytomass production as well as micronutrient levels and accumulation in millet (*Pennisetum typhoides* (Burm.) Stapf), jack bean (*Canavalia ensiformes* (L.) DC.), and pigeon pea (*Cajanus cajan*, dwarf cultivar), as sole crops and intercropping graminaceous with leguminous crops, for straw production in a no-tillage system. The experiment was carried out in the experimental field at the Agriculture Department of the Federal University of Lavras (Lavras, Minas Gerais state, Brazil). The experimental was conducted using a randomized block design, with seven treatments for species nutrient levels under different conditions (sole crops or intercropping) and five treatments for phytomass production and micronutrient accumulation, with four replications. For phytomass production, only the pigeon pea sole crop displayed lower yield of fresh and dry phytomass, while the others produced on average 12.361 and 2.854 t ha⁻¹ of fresh and dry phytomass yield, respectively. There were significant differences in B, Cu and Zn levels, and in accumulation of all evaluated micronutrients. The leguminous species presented the greatest B levels, with the greatest Cu and Zn levels found in millet. In general, millet plus jack bean intercropping presented the greatest micronutrient accumulation.

Key words: no-tillage, green manuring, micronutrients, nutrient cycling.

Introdução

Para que se obtenha sucesso no sistema plantio direto (SPD) deve-se atentar para três preceitos básicos. Além do não-revolvimento, aparecem, como fundamentais para o adequado manejo, a rotação de

culturas e o alto aporte de biomassa na superfície do solo. Para a escolha e arranjo das espécies, ao longo dos anos agrícolas, deve-se observar, entre outros fatores, a utilização do solo, tanto química quanto fisicamente, pelas diferenças na extração de nutrientes, bem como a exploração do solo pelas

raízes das espécies. Com destaque, cita-se o potencial de produção de palha, sejam elas para produção de grãos, aproveitando os restos culturais, ou as semeadas, exclusivamente, para este fim.

Na região sul, o inverno chuvoso permite a implantação de cultivos exclusivamente para a produção de palha, ou para produção de grãos, com alta quantidade de restos culturais como o trigo, o centeio, a cevada e a aveia. Além deste fator, naquela região, o verão, com temperaturas amenas, aumenta a longevidade do material sobre a superfície do solo, permitindo o uso de leguminosas, as quais possuem relação carbono/nitrogênio (C/N) mais baixa, adicionando nitrogênio no sistema, pela fixação biológica. Nos cerrados, a produção e a manutenção de altas quantidades de palha sobre a superfície tornam-se mais difíceis, dado às estações bem definidas, com seis meses de chuva e muito calor na primavera/verão e seis meses de estiagem no outono/inverno. Neste caso, a produção de palha fica restrita aos cultivos em safrinha, aproveitando as últimas chuvas do mês de março, após a cultura de verão, ou no início da primavera, dependendo da reserva de água no solo e da expectativa de chuva (Teixeira, 2004).

Nessas condições, as altas temperaturas do verão restringem o uso de leguminosas para produção de palha, dada à rápida decomposição, tornando-se opção viável à utilização de consórcios com gramíneas, o que ainda necessita de estudos para se identificar as melhores combinações entre espécies.

Na região sul do Brasil, alguns trabalhos foram realizados com plantas de cobertura, cultivadas no outono/inverno, para identificar as melhores combinações de espécies e proporções de sementes para implantação dos consórcios. Alguns trabalhos como Amado e Mielniczuk (2000), Amado *et al.* (2000) e Basso e Ceretta (2000) atestaram a eficiência do consórcio entre e gramíneas e leguminosas para associação do fornecimento ou menor imobilização de nitrogênio para a cultura posterior e a maior durabilidade da palhada na superfície.

Giacomini *et al.* (2003) citam que a associação entre gramináceas e leguminosas, além de proteger o solo e de adicionar nitrogênio, resulta em palhada com relação C/N intermediária, proporcionando cobertura de solo por mais tempo e sincronia entre fornecimento e demanda de N pelas culturas comerciais. Além disso, a decomposição da leguminosa libera os nutrientes mais rapidamente, acelerando a disponibilização para a cultura.

Em relação aos micronutrientes, de acordo com Faquin (2001), as dicotiledôneas absorvem maior quantidade de B que as monocotiledôneas. Desta

forma, as leguminosas são capazes de acumular maior quantidade do nutriente com a produção de quantidades relativas de fitomassa. Por outro lado, as gramíneas possuem maior capacidade de absorção de Zn, podendo o consórcio entre gramíneas e leguminosas, além de aumentar o fornecimento de N na decomposição, associar as maiores capacidades de ciclagem de B e Zn. Assim, observaram Oliveira *et al.* (2002), com o feijão-de-porco acumulando menor quantidade de Zn em relação ao milho e o consórcio não sendo estatisticamente diferente do acúmulo da gramínea. Já, com relação ao B, os acúmulos das duas plantas isoladas e do consórcio não diferiram estatisticamente, o que se explica pela menor produção de fitomassa do feijão-de-porco.

Diante disso, objetivou-se determinar a produção de fitomassa e os teores e acúmulos de micronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandu-anão, e dos consórcios da gramínea com as leguminosas, semeadas em março.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Estado de Minas Gerais, no período de março a julho de 2003, em Latossolo Vermelho distroférrico típico (Embrapa, 2000), com as seguintes características na camada de 0-20 cm: pH em água (1:2,5) 5,2; 11,7 mg dm⁻³ de P; 63 mg dm⁻³ de K; 1,3 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,7 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,3 cmol_c dm⁻³ de Al e 2,4 dag kg⁻¹ de matéria orgânica. Os valores diários de temperatura média e precipitação, durante o período experimental, podem ser observados na Figura 1.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos para os teores de macronutrientes, pela caracterização das duas espécies envolvidas nos consórcios separadamente, e cinco para os acúmulos de micronutrientes e produção de fitomassa total das espécies solteiras e dos consórcios, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por dez linhas, espaçadas de 0,5 m, com 10 m de comprimento, sendo utilizadas como área útil seis linhas de 2 m, na área central da parcela (6 m²). Os tratamentos foram compostos pela semeadura das plantas de cobertura, em cultivo solteiro e consorciado. Os consórcios foram constituídos por linhas alternadas, com o mesmo número de plantas por metro linear das espécies em cultivo solteiro, e semeadura simultânea das duas espécies. Para implantação do experimento, procedeu-se ao preparo convencional da área (aração e gradagem), seguido do sulcamento, no

espaçamento determinado. A distribuição das sementes foi feita manualmente, haja vista a utilização de diferentes espécies.

Foram semeadas oito e 18 sementes por metro linear de feijão-de-porco e o guandu-anão, respectivamente. No caso do milho, foram semeados 15 kg ha⁻¹. A avaliação das plantas de cobertura foi realizada 119 dias após a semeadura, quando o milho se encontrava no estágio de grão leitoso a farináceo. O feijão-de-porco encontrava-se em floração plena, e o guandu-anão no início da floração.

Para determinação da produção de fitomassa verde, as plantas da área útil foram cortadas rente ao solo e pesadas imediatamente. Para determinação da produção de fitomassa seca, foram determinados os teores de matéria seca, retirando amostras de, aproximadamente, 500 g de cada parcela (ou duas, no caso dos consórcios), as quais foram secas em estufas de circulação forçada, a 65°C, até estabilização do peso.

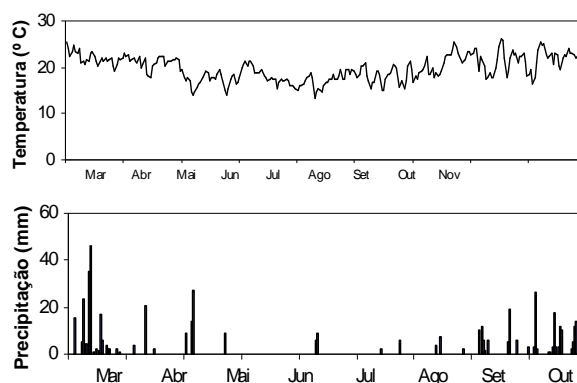


Figura 1. Variações diárias da temperatura média e precipitação pluviométrica, no período de março a novembro de 2003. (Dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras, Estado de Minas Gerais, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet).

As amostras retiradas para avaliação do teor de matéria seca, após a secagem em estufa, foram moídas em moinho tipo Wiley e enviadas ao Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA – Lavras, Estado de Minas Gerais, para determinação dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn (Malavolta *et al.*, 1997). Para determinação do acúmulo de micronutrientes, em g ha⁻¹, multiplicou-se o teor, em mg kg⁻¹, pela produção de fitomassa seca em t ha⁻¹.

Os dados experimentais foram submetidos a testes de homogeneidade de variância. Como os dados apresentaram variâncias homogêneas, procedeu-se à análise de variância, sem necessidade de transformação. A produção de fitomassa e o teor e acúmulo de micronutrientes foram avaliados pelo

teste F, a 5% de probabilidade. Havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada, utilizando-se o programa Sisvar.

Resultados e discussão

A análise de variância revelou diferenças significativas entre os tratamentos na produção de fitomassa fresca e seca. Com relação aos teores e acúmulos de micronutrientes, ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos para os teores de B, Cu e Zn e para os acúmulos de todos os micronutrientes avaliados.

Apenas o guandu-anão, em cultivo solteiro, apresentou menor produção, tanto de fitomassa fresca como seca, não sendo os demais diferentes estatisticamente (Tabela 1). No consórcio entre milho e feijão-de-porco, a contribuição das espécies, na produção total de fitomassa, tanto fresca como seca, foi praticamente a mesma, ao contrário do consórcio entre milho e guandu-anão, na qual a predominância da fitomassa foi do milho (Tabela 1).

Tabela 1. Produção de fitomassa fresca e seca (t ha⁻¹) do milho, feijão-de-porco e guandu-anão e dos consórcios da gramínea com as leguminosas. UFLA, Lavras, Estado de Minas Gerais, 2003¹.

	Fitomassa fresca		Fitomassa seca			
	Contribuição (%) milho	Contribuição (%) leguminosa	Contribuição (%) milho	Contribuição (%) leguminosa		
M+FP	14,171 a	44,7	55,3	3,275 a	51,4	48,6
M	11,729 a	100	-	2,907 a	100	-
FP	13,833 a	-	100	2,728 a	-	100
M+GA	9,709 a	90,1	9,9	2,505 a	86,7	13,3
GA	2,500 b	-	100	0,676 b	-	100
C.V. (%)	20,73		22,34			

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. FP = feijão-de-porco, M = milho, GA = guandu-anão.

A produção de fitomassa do consórcio entre milho e feijão-de-porco foi aquém daquelas encontradas, em Lavras, por Oliveira *et al.* (2002), que obtiveram produções de 32,92 e 10,81 t ha⁻¹ de fitomassa fresca e seca, respectivamente, porém com semeadura em novembro. Diferentemente do presente trabalho, os autores obtiveram maior produção de fitomassa do milho solteiro, se comparado ao consórcio com o feijão-de-porco. Porém, os espaçamentos foram diferentes, com 0,25 m no milho solteiro e 0,80 entre as linhas de milho no consorciado, com linhas alternadas da leguminosa, reduzindo a população da gramínea. Além disso, a semeadura da leguminosa foi feita 25 dias após a do milho, o que pode ter reduzido o desenvolvimento do feijão-de-porco.

No consórcio entre milho e guandu-anão, 86,7% da produção de fitomassa seca ficou por conta do milho (Tabela 1). A produção do guandu-anão, em cultivo solteiro, também foi muito baixa,

indicando não ser recomendável, para a região, a semeadura desta espécie no outono. No entanto, outros autores obtiveram, com semeadura em março, valores superiores, como Amabile (1996), que obteve 5,7 t ha⁻¹ e Santos e Carvalho (1999) que obtiveram produção próxima de 3,5 t ha⁻¹, com cultivar de porte alto. Esta baixa produção de fitomassa apresentada pelo guandu pode estar associada a temperaturas mais baixas, ocorridas no período de desenvolvimento da cultura, já que a temperatura média ideal para seu desenvolvimento se encontra entre 20 e 30°C (Calegari et al., 1992).

A produção de fitomassa seca do feijão-de-porco, em cultivo solteiro (Tabela 1), pode ser considerada baixa, quando comparada a outros resultados, como os encontrados por Araújo e Almeida (1993), Ceretta et al. (1994), Alvarenga et al. (1995), Favero et al. (2000) e Carvalho (2000) que obtiveram produções entre 4,93 e 10,17 t ha⁻¹, porém todos com semeadura na primavera, estando próxima das obtidas em Lavras, Estado de Minas Gerais, na primavera, por Oliveira et al. (2002) com 3,43 t ha⁻¹ e, no outono, por Santos e Carvalho (1999) com 3,5 t ha⁻¹.

O milho solteiro apresentou produção de fitomassa baixa, não se inserindo nas produções alcançadas em Lavras, Estado de Minas Gerais, na mesma época de plantio, por Teixeira e Carvalho (1999), com 3,7 t ha⁻¹ de fitomassa seca, podendo ser considerada baixíssima, se comparada à obtida na primavera/verão, por Oliveira et al. (2002) de 14,18 t ha⁻¹. Esta baixa produção, provavelmente, deve-se ao florescimento precoce na cultura, quando esta apresentava apenas 1 m de altura, em torno de 40 dias após a semeadura, o que pode estar associado a um período de baixas temperaturas, ocorrido no mês de abril, o qual pode ser considerado atípico na região.

Destaca-se a absorção de B por parte das leguminosas, as quais apresentaram teor médio de 24,91 mg kg⁻¹, pouco mais do dobro do teor médio do elemento no milho, que foi de 11,46 mg kg⁻¹ (Tabela 2). De acordo com Faquin (2001), em geral, a concentração de B nos tecidos das dicotiledôneas é maior que nas monocotiledôneas. Os valores encontrados para o feijão-de-porco, apesar de altos, quando comparados ao milho, foram inferiores ao observado por Oliveira (2001), que foi o triplo do encontrado no milho. Este fato pode estar associado a diferenças nos teores do elemento, nas duas áreas, além do menor crescimento do feijão-de-porco verificado pelo autor, reduzindo o efeito de diluição na planta. Para o guandu, os teores foram bem superiores àquele verificado por Alcântara et al. (2000). Os teores de B, apresentados pelo milho, foram um pouco inferiores aos

verificados por Oliveira (2001) e por Moraes (2001).

Pelos dados da Tabela 2, observa-se que os maiores teores de Cu foram apresentados pelo milho, nas três formas de cultivo, e pelo guandu-anão solteiro e consorciado com o milho, não sendo o último diferente estatisticamente do feijão-de-porco solteiro, o que pode estar associado à alta extração do elemento no solo pelo milho. O teor médio do milho foi de 10,21 mg kg⁻¹, sendo muito superior aos encontrados por Oliveira (2001) e por Moraes (2001). O teor médio do guandu-anão foi de 8,77 mg kg⁻¹, sendo este valor superior ao citado por Calegari (1995) e inferior ao verificado por Alcântara et al. (2000).

O feijão-de-porco consorciado apresentou o menor teor de Cu (Tabela 2), não sendo o solteiro estatisticamente diferente do guandu-anão consorciado, o que também pode estar associado à competição imposta pelo milho. Os teores, na espécie, são inferiores ao verificado por Oliveira (2001), que não encontrou diferença entre o teor do elemento no feijão-de-porco e no milho, e ao citado por Calegari (1995).

Tabela 2. Teores de micronutrientes do feijão-de-porco, guandu-anão e milho, em cultivo solteiro e consorciado, por ocasião do manejo. UFLA, Lavras, Estado de Minas Gerais, 2003¹.

	Teores (mg kg ⁻¹)				
	B	Cu	Zn	Mn	Fe
FP (consorciado)	25,65 a	5,10 c	56,53 ab	78,63 a	1058,45 a
FP (solteiro)	24,87 a	5,50 bc	57,10 ab	69,05 a	883,50 a
GA (solteiro)	25,23 a	9,47 a	66,50 ab	99,70 a	814,10 a
GA (consorciado)	22,80 a	8,07 ab	51,30 b	77,67 a	646,70 a
M (consorciado c/ GA)	10,53 b	10,25 a	98,65 a	90,40 a	787,67 a
M (solteiro)	11,70 b	9,80 a	98,13 a	101,93 a	643,97 a
M (consorciado c/ FP)	12,15 b	10,57 a	95,90 a	92,45 a	831,80 a
CV (%)	10,92	15,07	24,89	22,59	36,78

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. FP = feijão-de-porco, M = milho, GA = guandu-anão.

Para o Zn, o comportamento foi contrário àquele observado para o B, com destaque para os teores do elemento na gramínea, com uma média de 98,56 mg kg⁻¹ (Tabela 2). O feijão-de-porco, nas duas formas de cultivo, e o guandu-anão solteiro, com uma média de 60,04 mg kg⁻¹, não diferiram significativamente do milho, também não diferindo do guandu-anão consorciado, que apresentou o menor valor, com 51,3 mg kg⁻¹ (Tabela 2). O teor de Zn, verificado para o milho, foi muito superior aos observados por Moraes (2001) e Oliveira (2001), não tendo o último autor encontrado diferença significativa entre os teores deste elemento no feijão-de-porco e no milho. Os teores de Zn, observados para o feijão-de-porco, foram muito superiores ao verificado por Oliveira (2001) e próximos do citado por Calegari (1995).

Para o guandu, os teores do elemento foram muito superiores ao verificado por Alcântara *et al.* (2000) e Calegari (1995).

Pelo confronto dos teores de nutrientes obtidos, neste trabalho com aqueles obtidos por outros autores, verifica-se grande variabilidade dentro das espécies, o que se deve, em grande parte, às diferenças de fertilidade dos solos nos quais os trabalhos foram desenvolvidos. Podendo-se inferir, portanto, que a eficiência da reciclagem de micronutrientes das plantas de cobertura está relacionada aos teores no solo.

Os maiores acúmulos de B foram observados no feijão-de-porco e no consórcio milheto + feijão-de-porco, com os menores acúmulos, sendo observados para milheto e guandu-anão, bem como para o consórcio entre os mesmos (Tabela 3). Destaca-se o acúmulo de B, nos tratamentos com presença do feijão-de-porco, fato que está associado aos maiores teores do mesmo nas leguminosas, o que não ocorreu com o guandu-anão, em função da menor produção de fitomassa (Tabela 1).

Tabela 3. Acúmulos de micronutrientes do feijão-de-porco, guandu-anão e milheto, em cultivo solteiro e consorciado, por ocasião do manejo. UFLA, Lavras, Estado de Minas Gerais, 2003¹.

	Micronutrientes (g ha ⁻¹)				
	B	Cu	Zn	Mn	Fe
M+FP	61,66 a	25,32 a	253,17 a	285,91 a	3053,78 a
FP	67,96 a	15,08 b	158,83 ab	187,38 ab	2325,81 ab
M+GA	30,61 b	24,79 a	235,55 a	225,41 a	1898,88 ab
M	34,56 b	27,67 a	280,16 a	289,87 a	1621,28 bc
GA	17,05 b	6,25 b	41,07 b	63,07 b	459,14 c
CV (%)	25,17	21,20	38,66	29,83	27,65

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os acúmulos de B dos tratamentos também foram baixos, quando comparados aos resultados de outros autores, como Oliveira *et al.* (2002), que encontrou valores para feijão-de-porco, milheto e o consórcio entre os dois, de 145,87, 142,53 e 100,36 g ha⁻¹ respectivamente, os quais não apresentaram diferença significativa, e Alcântara *et al.* (2000) que verificaram, para o guandu, um acúmulo de 163 g ha⁻¹, com cultivar de porte alto.

Para o Cu, os maiores valores foram verificados para os consórcios do milheto com as leguminosas e para o milheto solteiro, com uma média de 25,93 g ha⁻¹, ficando o feijão-de-porco e o guandu-anão com 15,08 e 6,25 g ha⁻¹, respectivamente (Tabela 3). Apesar dos teores de Cu do guandu-anão estarem entre os mais altos, sua pequena produção de fitomassa limitou o acúmulo, podendo-se inferir que, o fator determinante dos maiores acúmulos de Cu foi o milheto, mesmo nos consórcios com as leguminosas.

Para o Zn, o menor acúmulo foi observado no guandu-anão (Tabela 3), não sendo o feijão-de-

porco estatisticamente diferente. Observa-se que, além do feijão-de-porco, os maiores acúmulos foram obtidos nos tratamentos com a presença do milheto, o que se justifica pelo seu maior teor do elemento, associado à sua boa produção de fitomassa.

O acúmulo de Zn, observado para o milheto, foi inferior ao encontrado por Moraes (2001) e Oliveira *et al.* (2002), de 328,58 e 292,41 g ha⁻¹, respectivamente. Já, para o feijão-de-porco solteiro e para seu consórcio com o milheto, os acúmulos foram superiores aos encontrados por Oliveira (2001). Para o guandu, Alcântara *et al.* (2000) verificaram acúmulo maior (cv. de porte alto).

Como os teores de Mn e Fe não foram significativamente diferentes entre as espécies nas diferentes formas de cultivo, os acúmulos diferenciados destes nutrientes devem-se mais às produções de fitomassa que aos teores. Com relação ao Mn, o guandu-anão solteiro apresentou menor acúmulo (Tabela 3), o que pode ser explicado pela sua menor produção de fitomassa seca (Tabela 1), não sendo o feijão-de-porco diferente estatisticamente.

O acúmulo de Mn, verificado para o feijão-de-porco, foi próximo do observado por Oliveira *et al.* (2002), de 168,39 g ha⁻¹. Já, os acúmulos dos outros tratamentos foram inferiores aos verificados por outros autores, como Alcântara *et al.* (2000), para o guandu (cv. de porte alto); Oliveira (2001) para o milheto e seu consórcio com o feijão-de-porco, e Moraes (2001) para o milheto.

Para o Fe, apesar de não ter havido diferenças significativas entre os teores do elemento (Tabela 2), os acúmulos foram significativamente diferentes, tendo sido os menores valores observados para o guandu-anão e milheto solteiros (Tabela 3). O maior valor foi verificado para o consórcio milheto+feijão-de-porco. Estes resultados podem ser explicados, em parte, pela produção de fitomassa.

O acúmulo de Fe, encontrado para o guandu-anão, foi inferior ao observado por Alcântara *et al.* (2000). Para os demais tratamentos, os acúmulos foram superiores aos encontrados por Moraes (2001), para o milheto, e Oliveira *et al.* (2002), para o feijão-de-porco, milheto e o consórcio entre os dois.

Como o B, o Cu e o Zn foram os nutrientes que apresentaram teores significativamente diferentes entre as espécies, os acúmulos destes nutrientes resultaram da interação entre seus teores e a produção de fitomassa das espécies, nas diferentes situações de cultivo. Neste sentido, destaca-se a absorção de B pelas leguminosas e as absorções de Cu e Zn do milheto, o que permitiu que o consórcio entre milheto e feijão-de-porco se destacasse, por causa da sua boa produção de fitomassa, associada à

equivalência das contribuições das duas espécies na produção total. Desta forma, o consórcio entre milho e feijão-de-porco esteve entre os maiores acúmulos para todos os micronutrientes avaliados, podendo-se afirmar que a associação das características das duas espécies, em termos de absorção de micronutrientes, proporciona maior ciclagem, se comparada ao cultivo isolado.

Conclusão

Apenas o guandu-anão solteiro produziu menor quantidade de fitomassa fresca e seca, contribuindo pouco para a produção de fitomassa, no consórcio com milho.

As leguminosas apresentaram maiores teores de B, e o milho, maiores teores de Cu e Zn.

O consórcio entre milho e feijão-de-porco esteve entre os maiores acúmulos de todos os micronutrientes avaliados.

Referências

- AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J. Estimativa da adubação nitrogenada para o milho em sistemas de manejo e culturas de cobertura do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 24, p. 553-560, 2000.
- AMADO, T. J. C. et al. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 24, p. 179-189, 2000.
- ARAÚJO, A.P.; ALMEIDA, D.L. Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura do milho. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 28, n. 2, p. 245-251, 1993.
- ALCÂNTARA, F.A. et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho escuro degradado. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.
- ALVARENGA, R.C. et al. Características de alguns adubos verdes de interesse para conservação e recuperação de solos. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- AMABILE, R.F. *Comportamento de adubos verdes em épocas de semeadura nos cerrados do Brasil central*. 1996. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.
- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo sob plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 24, p. 905-915, 2000.
- CALEGARI, A. *Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná*. Londrina: Iapar, 1995.
- CALEGARI, A. et al. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: CALEGARI, A. et al. (Ed.). *Adubação verde no sul do Brasil*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. p. 207-327.
- CARVALHO, M.A.C. *Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria – MS*. 2000. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal, Unesp, Jaboticabal, 2000.
- CERETTA, C.A. et al. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 18, p. 215-220, 1994.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2000.
- FAQUIN, V. *Nutrição mineral de plantas*. Lavras: UFLA/Faepe, 2001.
- FAVERO, C. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 24, p. 171-177, 2000.
- GIACOMINI, S.J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 27, p. 325-334, 2003.
- MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafós, 1997.
- MORAES, R.N.S. *Decomposição de palhadas de sorgo e milho, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto*. 2001. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- OLIVEIRA, T.K. *Plantas de cobertura em cultivo solteiro e consorciado e seus efeitos no feijoeiro e no solo em plantio direto*. 2001. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- OLIVEIRA, T.K. et al. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.
- SANTOS, C.T.C.; CARVALHO, G.J. Avaliação de leguminosas utilizadas para adubação verde, cultivadas no inverno e no verão sem adubação química na região de Lavras. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA, 12., 1999, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA/PRP, 1999. p. 43.
- TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J. Estudo do comportamento do sorgo, milho e aveia preta na produção de forragem e matéria seca para cobertura morta do solo no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA, 12., 1999, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA/PRP, 1999. p. 44.
- TEIXEIRA, C.M. *Diferentes palhadas e doses de nitrogênio no plantio direto do feijoeiro*. 2004. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

Received on February 28, 2007.

Accepted on January 10, 2008.