

Acúmulo de macronutrientes em milho precedido por sorgo consorciado em Integração Lavoura-Pecuária.

Isabô Melina Pascoaloto⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾; Sanderley Simões da Cruz⁽³⁾; Guilherme Franzote Rossi⁽⁴⁾; Gilmar Cotrin Lima⁽⁵⁾; Jeferson Garcia Augusto⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de pós-graduação; bolsista FAPESP; Universidade Estadual Paulista (UNESP); Ilha Solteira, SP; isabomelina@gmail.com; ⁽²⁾ Professor Adjunto; UNESP; Ilha Solteira, SP; Bolsista CNPq, dreotti@agr.feis.unesp.br; ⁽³⁾ Professor doutor; Instituto Federal do Pará (IFPA); Marabá, PA; ssdacruz@yahoo.com.br; ⁽⁴⁾ Estudante de graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP; guirossi_2@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Estudante de graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP; gilmarcotrinlima@gmail.com; ⁽⁶⁾ Estudante de graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP; jefercv@hotmail.com.

RESUMO: O aporte de nutrientes no solo está diretamente relacionado à sua fertilidade e à quantidade de material que é exportado da área a cada ciclo de cultivo. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade de macronutrientes exportada da área com a colheita de grãos de milho cultivado em sucessão ao consórcio de sorgo para silagem com forrageiras tropicais e/ou guandu-anão. O delineamento foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e seis tratamentos: milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão; milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu; milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça e guandu-anão; milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *M. maximum* cv. Mombaça; milho em sucessão a sorgo para silagem consorciado guandu-anão; milho em sucessão a sorgo para silagem. Foram determinados a produtividade e o acúmulo de nutrientes dos grãos de milho de cada tratamento. Os tratamentos de milho em sucessão ao consórcio de sorgo com capim-marandu, com ou sem guandu-anão, resultaram em maiores exportações de macronutrientes da área por sua maior produtividade. Os tratamentos de milho em sucessão ao sorgo consorciado com guandu-anão resultaram em menores produtividades e menores quantidades de macronutrientes exportados.

Termos de indexação: Plantio direto, *Megathyrsus maximum*, *Urochloa brizantha*.

INTRODUÇÃO

O sucesso de uma lavoura comercial está diretamente relacionado com o manejo de nutrientes

do solo. A quantidade de nutriente disponível para a planta é dependente de três variáveis: o teor do nutriente disponível no solo, a quantidade de nutriente a ser adicionada ao solo na forma de adubos e a quantidade de nutriente a ser extraída da área pela colheita da cultura anterior.

Conforme Von Pinho et al. (2009), a extração de nutrientes depende da produtividade agrícola e do acúmulo de nutrientes nos grãos e em outras partes das plantas que são exportadas da área e por isso é necessário analisar a quantidade de nutriente extraída para realizar a reposição por adubação no próximo ciclo produtivo.

Embora fosse necessário levar em consideração todas as variantes do sistema de produção, a maioria dos produtores se atenta apenas para as recomendações genéricas de adubação de cada cultura, tornando o cultivo não sustentável e reduzindo a qualidade do solo.

A qualidade do solo, de acordo com Molin et al. (2007) é a capacidade dele, em sistema natural ou manejado, de sustentar a produção e como a engenharia genética está produzindo cultivares com potências produtivas cada vez maiores, a manutenção de um solo que permita à planta atingir seu potencial máximo é o diferencial no mercado. O uso de sistemas como a Integração Lavoura-Pecuária é uma forma de otimizar a produção em uma área com custos reduzidos.

Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade de macronutrientes a ser exportada nos grãos de milho em sucessão ao sistema de Integração Lavoura-Pecuária de sorgo para silagem consorciado com forrageiras e/ou guandu-anão no Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em área de sequeiro

na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), localizada no município de Selvíria, MS, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Ilha Solteira, SP. O tipo climático é tropical úmido com seca no inverno e chuvas no verão, classificado por Köppen como Aw. O solo é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos compostos por milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão (MSUG); sorgo para silagem consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu (MSU); sorgo para silagem consorciado com *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça e guandu-anão (MSMG); sorgo para silagem consorciado com *M. maximum* cv. Mombaça (MSM); sorgo para silagem consorciado guandu-anão (MSG) e sorgo para silagem em cultivo exclusivo (MSS).

O sorgo da safra anterior (2014/2015) foi semeado em espaçamento de 0,45 m, com densidade de 15 a 20 sementes m^{-1} , as forrageiras foram semeadas simultaneamente e na mesma linha, um pouco abaixo para retardar a emergência e com aproximadamente 7 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis (VC=76 e 72%) para capim-marandu e para o capim-mombaça na sequência. O guandu-anão foi semeado nas entrelinhas do sorgo, em espaçamento de 0,45 m e com 20 sementes m^{-1} .

Para a produção de silagem foram realizados dois cortes na altura de 0,30 m a partir do solo, um quando os grãos apresentaram 70% de MS e o corte da rebrota foi realizado 94 dias depois da colheita do primeiro corte. Após a colheita para silagem, as áreas que não havia consórcio com forrageiras foram mantidas em pousio e as forrageiras foram conservadas na área por 6 meses com cortes simulando pastejo a cada 30 dias, sendo realizada após o último corte (outubro de 2015) a dessecação da área com Glyphosate (1,56 kg ha^{-1} do ingrediente ativo (i.a.)), antes da instalação da cultura do milho. Após a dessecação das forrageiras e antes da semeadura do milho foi realizada a caracterização física e química da área e conforme a necessidade, foi realizada calagem e adubação seguindo recomendações para a cultura.

Cada parcela experimental do milho ocupou exatamente o mesmo local no espaço que as parcelas dos consórcios antecessores e contou com 7 linhas de milho de 10 m de comprimento, totalizando 27 m^2 por unidade experimental. A semeadura foi realizada em novembro de 2015, por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente de 0,05 m, em espaçamento de 0,45 m. Tanto a adubação de

semeadura como a adubação de cobertura foram realizadas de acordo com recomendação para a cultura na região de estudo.

Ao final do ciclo, na época da colheita (grãos de milho com 20% de umidade) foram coletadas todas as espigas dos 8 metros centrais das 3 linhas centrais de cada parcela para determinação da produtividade que foi transformada para 13% de umidade. Amostras dos grãos foram levados à estufa a 65°C até massa constante, moídas em moinho de faca tipo “Willey” e analisadas para macronutrientes segundo metodologia de Malavolta et al. (1997). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P<0,05$ e $P<0,01$), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P<0,05$ e $P<0,01$), utilizando o software SISVAR® (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de produtividade (Tabela 1) apresentaram diferenças significativas a 5% entre tratamentos. O tratamento de maior produção foi o MSUG e o com menor produção foi o MSG. Pariz et al. (2009), ao estudarem o consórcio de diferentes forrageiras com o milho, encontraram maior produção no milho solteiro que no milho consorciado com *Megathyrsus*, o que foi observado também nesse trabalho. Embora não tenha sido semeada a forrageira no ciclo produtivo do milho, as touceiras remanescentes do cultivo com o sorgo, mesmo após a dupla aplicação de herbicida, rebrotaram e se instalaram na área (Figura 1).

As forrageiras do gênero *Urochloa* não possuem crescimento tão vigoroso e não rebrotaram em quantidade e velocidade suficiente para uma nova instalação na área (Figura 1). Por esse motivo, foram os tratamentos que apresentaram maiores produtividades, pois não houve a competição da forrageira com o milho e houve ao mesmo tempo uma maior deposição de palhada sobre o solo, o que reduziu a incidência de plantas daninhas e permitiu o manutenção de maior umidade nas camadas superficiais do solo.

A menor produtividade por parte do tratamento MSG pode ser explicada por uma possível compactação superficial do solo uma vez que o guandu foi semeado com outra máquina, e portanto, o tráfego nas áreas que continham essa espécie durante o ciclo do sorgo foi maior, o que pode ter causado problemas na germinação da cultura sucessora, o milho. Essa possível compactação não teve impacto significativo nos demais tratamentos que englobam essa espécie e forrageiras pois as raízes das forrageiras criam canais no solo que permitem a descompactação natural.

Dentre todos os macronutrientes analisados,

apenas o enxofre não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Dentre os demais, os maiores acúmulos foram observados para o tratamento SSUG para N e Ca, SSU para P, e SSUG e SSU para K e Mg. Em todos os tratamentos os menores acúmulos foram encontrados no SSG.

Analisando a Tabela 1, se nota que quanto maior a produtividade do tratamento, maior será o acúmulo de macronutrientes nos grãos, e como os grãos são a parte comercial do milho a ser retirada da área, quanto maior o acúmulo, maior a exportação do nutriente.

Os valores exportados de N pelos grãos (entre 11 e 14 kg t⁻¹), estão próximos aos verificados por Silva et al. (2006), que encontraram valores na faixa de 14,5 kg t⁻¹. O acúmulo de cada nutriente está abaixo dos valores recomendados por Von Pinho et al (2009) para produção de 1 tonelada ha⁻¹ de grãos, mas essa diferença pode ser atribuída ao uso de diferentes cultivares entre as pesquisas e ao fato de que a quantidade necessária de um nutriente para a produção de grãos não corresponde necessariamente à quantidade desse nutriente que será encontrada nos grãos.

No mesmo trabalho, Von Pinho (2009) demonstra que é necessária uma quantidade maior dos nutrientes para produzir 1 tonelada ha⁻¹ de grãos que para produzir a mesma massa em matéria seca. Com isso em vista, o aporte de nutrientes no solo deve seguir uma regra mais rigorosa. Gondim et al. (2010), estudando a eficiência do milho sob omissão de nutrientes, concluíram que a falta na planta promove a redução na produção de massa seca da parte aérea e na eficiência de absorção dos demais nutrientes.

A lista de nutrientes com variação (%) entre os tratamentos com menor exportação e o com maior exportação, em ordem decrescente é: Mg (59,44%); K (54,19%), P (50,62%), N (44,90%) e Ca (32,84%). Essa ordem condiz com a mobilidade dos nutrientes dentro da planta. Segundo Malavolta (1980), os nutrientes altamente móveis dentro dos tecidos da planta são o N e o K, os móveis são o P, S e Mg, e o imóvel é o Ca.

Nesse sentido, os nutrientes com maior mobilidade têm mais facilidade para passar dos tecidos das raízes, onde são absorvidos, para os tecidos dos grãos, que serão colhidos. Apenas o nitrogênio não seguiu à ordem de mobilidade, mas isso pode ser explicado devido à alta disponibilidade do nutriente no solo, graças à adubação de cobertura e o histórico em SPD, o que permitiu uma absorção uniforme por todos os tratamentos e uma menor variação.

CONCLUSÕES

O teor de macronutrientes exportados, quando se trata do mesmo cultivar, é diretamente relacionado com a produtividade.

O consórcio de sorgo com forrageiras do gênero *Urochloa*, com ou sem quando, resultam em maior exportação de nutrientes na cultura subsequente.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão da bolsa de pós-graduação (Processo n. 2015/06685-0) para desenvolvimento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GONDIM, A. R. O.; PRADO, R. M.; ALVES, A. U.; FONSECA, I. M. Eficiência nutricional do milho cv. BRS 1030 submetido à omissão de macronutrientes em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 539-544, 2010.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MOLIN, J. P.; VIEIRA JUNIOR, P. A.; DOURADO NETO, D.; FAULIN, G. D. C.; MARCARIN, L. Variação espacial na produtividade de milho safrina devido aos macronutrientes e à população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 3, p. 309-234, 2007.
- PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZZETTI, S.; CHIODEROLI, C. A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 4, p. 360-370, 2009.
- SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; GUIMARÃES, G. L.; BUZZETTI, S. Acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura e no milho cultivado em sucessão sob diferentes doses de nitrogênio em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 2, p. 202-217, 2006.
- VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. A. R.; REIS, M. C. Marcha de absorção de macronutrientes



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 157-173, 2009.

Tabela 1 – Produtividade (PROD) e acúmulo de macronutrientes nos grãos de milho em sucessão ao sorgo para produção de silagem consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça e/ou guandu-anão no Cerrado.

Tratamento	PROD	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹						
	*	**	**	**	*	**	ns
MSUG	7.716 a	108,27 a	18,76 ab	31,65 a	0,67 a	6,04 a	7,42
MSU	7.430 ab	100,09 ab	21,69 a	31,16 a	0,65 ab	6,46 a	7,47
MSMG	5.830 ab	71,51 abc	15,14 ab	21,93 ab	0,51 ab	4,33 ab	6,09
MSM	5.514 ab	67,39 bc	15,89 ab	21,30 ab	0,48 ab	4,06 ab	5,79
MSG	5.095 b	59,65 c	10,71 b	14,50 b	0,45 b	2,62 b	4,92
MSS	6.197 ab	71,98 abc	13,89 ab	20,72 ab	0,54 ab	3,47 b	6,47
Média	6.297	79,81	16,01	23,54	0,55	4,50	6,36
CV (%)	16,34	17,40	19,11	21,44	17,55	18,60	21,58

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); CV (%): Coeficiente de variação. **MSUG** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *Urochloa brizantha* e guandu-anão; **MSU** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *U. brizantha*; **MSMG** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *Megathyrsus maximum* e guandu-anão; **MSM** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *M. maximum*; **MSG** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com guandu-anão; **MSS** – Milho em sucessão a sorgo solteiro.



Figura 1 – À esquerda: plantas de milho com capim-mombaça proveniente da rebrota das touceiras semeadas no ano agrícola anterior, no tratamento milho em sucessão ao sorgo consorciado com capim-mombaça. À direita: área da parcela de milho em sucessão ao sorgo consorciado com capim-marandu.