



Aporte de N, P e K ao Solo, por meio de Resíduos de Plantas de Sorgo Granífero em Sistema Integrado de Produção Agropecuária

Deyvison de Asevedo Soares⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽¹⁾; Maria Clara de Sousa Oliveira^{(1)*}; Eduardo Augusto Pontes Pechoto⁽¹⁾; Viviane Cristina Modesto⁽¹⁾; Leonardo de Lima Froio⁽¹⁾, Lourdes Dickmann⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000. (*apresentador, mclaraoliv.souz@gmail.com).

RESUMO: A produção de palha é um dos pilares do sistema plantio direto, para cobertura do solo, reserva e ciclagem de nutrientes. Objetivou-se avaliar os acúmulos de N, P e K na matéria seca vegetativa de sorgo granífero com e sem inoculação com *Azospirillum brasilense*, consorciado ou não com capim-paiaguás, sob manejos da adubação nitrogenada. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x3, sendo: sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-paiaguás; sorgo inoculado nas sementes ou não com *A. brasilense*; e aplicação total da recomendação de nitrogênio na semeadura ou aplicação total apenas em cobertura ou parcelada (30% na semeadura e 70% em cobertura). Foram avaliadas as concentrações de N, P e K acumuladas na palha remanescente das plantas de sorgo. O manejo da adubação e as modalidades de cultivo não influenciaram significativamente os acúmulos dos nutrientes na palha do sorgo. Houve incremento no acúmulo de K na MS do sorgo solteiro, com a adubação nitrogenada total apenas na semeadura. O maior acúmulo de K na MS das plantas cultivadas em consórcio foi obtido na ausência da inoculação. Para o maior acúmulo de K no sorgo solteiro, o N total pode ser fornecido tanto na semeadura como na cobertura. A aplicação do N total na cobertura reduz o acúmulo de K nos resíduos do sorgo, quando inoculado. A inoculação por *Azospirillum* nas sementes de sorgo granífero não incrementa os acúmulos de N, P e K na matéria seca vegetativa.

Termos de indexação: Consórcio, acúmulo de nutrientes, adubação nitrogenada.

O cultivo do sorgo na segunda safra como alternativa para substituir a cultura do milho em algumas regiões do Cerrado, se deve, principalmente, à sua maior tolerância aos déficits hídricos, comuns na região. O cultivo do sorgo tem se mostrado interessante em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPAs), onde a gramínea é cultivada em consórcio com forrageiras tropicais e tem mostrado ótimo desempenho produtivo, inclusive na rebrota.

Entretanto, em vista do potencial do sorgo como alternativa à cultura do milho em regiões de risco (sujeitas a veranicos) e devido às várias metodologias e condições contrastantes nas quais tem-se avaliado o desempenho da cultura em SIPAs, torna-se relevante sua avaliação em diferentes condições de cultivos, tais como regime hídrico, tipo de solo, adubação, entre outras.

A capacidade da cultura do sorgo em produzir matéria seca (MS), tanto quanto a cultura do milho, a coloca em destaque como uma alternativa para produção de grãos na segunda safra e produção de palha para a continuidade do SPD. Assim, há a necessidade de estudos sobre o potencial do sorgo em SIPAs, para avaliar a performance da cultura sob manejos de adubação, em condição de competição com forrageiras tropicais, bem como se a inoculação por bactérias promotoras de crescimento de plantas resulta em maior produção de MS e, conseqüentemente, maior ciclagem de nutrientes pelo aporte da biomassa ao solo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os acúmulos de N, P e K na matéria seca vegetativa de sorgo granífero com e sem inoculação com *Azospirillum brasilense*, consorciado ou não com capim-paiaguás e com manejos da adubação nitrogenada.

INTRODUÇÃO

MATERIAL E MÉTODOS



O experimento foi conduzido na segunda safra (safrinha) de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FE/UNESP), área de Produção Vegetal, localizada no município de Selvíria/MS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas de 6 m de comprimento e 3,15 m de largura, em esquema fatorial 2x2x3, com 4 repetições, sendo: 2 - Sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-paiaguás; 2 - Sorgo inoculado nas sementes ou não, com *A. brasilense*; e 3 - aplicação de 100% da recomendação de nitrogênio (N) na semeadura; 100% apenas em cobertura, ou parcelada, sendo 30% na semeadura e 70% no início do estágio EC2 (iniciação da panícula), na dose de 120 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se ureia como fonte.

Nos tratamentos em consórcio utilizou-se a forrageira *Urochloa brizantha*, BRS Paiaguás. A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/20 kg de sementes. A inoculação foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

O experimento foi implantado numa área que vem sendo cultivada com culturas anuais em sistema plantio direto há 10 anos, sendo a cultura anterior milho. Antes da implantação, analisou-se a fertilidade do solo na camada de 0 a 0,20 m (RAIJ et al., 2001). Realizou-se uma dessecação da flora daninha da área, com uso do herbicida Glyphosate (1,44 kg ha⁻¹ i. a.), em seguida foi realizado a trituração dos resíduos vegetais empregando um triturador horizontal (Triton).

O sorgo foi semeado mecanicamente em 06/04/2016 em SPD. Utilizou-se o híbrido Rancheiro, em espaçamento de 0,45 m entrelinhas. A adubação de semeadura constou de 90 kg de P₂O₅ e 30 kg de K₂O, utilizando-se como fontes superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A semeadura do capim-paiaguás foi realizada simultaneamente à do sorgo, efetuada com uma semeadora-adubadora própria para SPD. Foi semeada uma linha da forrageira em cada entrelinha do sorgo. As sementes foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,06 m, espaçadas em 0,45 m, utilizando-se aproximadamente 10 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis (VC = 60%). O N foi aplicado conforme os tratamentos de momentos de adubação, em que nos tratamentos com aplicação em cobertura, realizou-se a adubação quando as plantas apresentavam aproximadamente 0,30 m de altura

(13/05/2016), a lanço na parcela experimental.

No momento da colheita do sorgo (26/07/2016) determinou-se a produtividade de palhada, a partir da coleta das plantas contidas nas três linhas centrais desprezando-se 1,5 m em cada extremidade. Posteriormente, a fração colmos+folhas foram separadas e pesadas, das quais também foram separadas sub amostras de cada componente (colmo e folha) e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir a massa constante para determinação da quantidade de matéria seca que ficou como palhada na área. Da matéria seca produzida, após pesada e moída foram avaliados os teores de N, P e K (MALAVOLTA et al., 1997), para cálculo do acúmulo de nutrientes na fração colmos+folhas do sorgo. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05) e as médias comparados pelo teste de Tukey (P<0,05) com o auxílio do programa computacional SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O manejo da adubação nitrogenada e as modalidades de cultivos (Semeadura) não influenciaram os acúmulos de N, P e K na matéria seca (MS) da cultura do sorgo (Tabela 1).

Tabela 1. Acúmulo de macronutrientes na matéria seca de plantas de sorgo granífero cultivado com manejos da adubação nitrogenada, com e sem inoculação de *A. brasilense*, consorciado ou não com capim-paiaguás, Selvíria/MS, 2016⁽¹⁾.

Tratamentos	N	P	K ^(2,3,4)
Adubação (A)* (kg ha ⁻¹)			
0% - 100%	56,2	9,0	108,6
30% - 70%	51,1	8,1	103,6
100% - 0%	57,3	9,1	106,7
Semeadura (S)			
Consórcio	52,5	8,5	103,0
Solteiro	57,2	8,9	109,6
Inoculação (I)			
Com	51,8b	8,3	100,7
Sem	57,9a	9,1	111,9
CV%	16	18	14

⁽¹⁾ Letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).⁽²⁾Interação entre os fatores adubação e semeadura; ⁽³⁾Interação entre os fatores adubação e inoculação; ⁽⁴⁾Interação entre os fatores semeadura e inoculação; *Semeadura e em cobertura, respectivamente.



Conforme Clarkson (1985), a baixa disponibilidade de alguns nutrientes no solo, principalmente N e P, faz com que as raízes se tornem o dreno mais forte em detrimento da parte aérea da planta, o que resultaria na redução do crescimento da parte aérea. No presente estudo, as condições de competição do capim com o sorgo e a omissão do N na semeadura (0% - 100%) poderia limitar a disponibilidade do N e o desenvolvimento radicular do sorgo, que resultaria em menor aproveitamento dos demais nutrientes do solo. No entanto, os acúmulos de N, P e K foram equiparados aos obtidos no sorgo solteiro (sem competição) e demais manejos da adubação nitrogenada (com fornecimento do N nos estádios inicia de crescimento do sorgo).

O acúmulo de K foi influenciado pela interação entre os fatores adubação e semeadura, adubação e inoculação, e inoculação e semeadura (Tabela 2). Houve incremento no acúmulo de K na MS do sorgo solteiro, com a adubação nitrogenada total apenas na semeadura (100% - 0). Neste tratamento o acúmulo de K foi superior ao obtido no tratamento com a adubação parcelada (30% - 70%) e não diferiu do acúmulo obtido com a adubação total apenas na cobertura.

O desdobramento de semeadura dentro de adubação indicou que, com o N total apenas na semeadura, o consórcio proporcionou menor acúmulo de K na MS do sorgo (Tabela 2). Neste caso, é possível que tenha ocorrido competição entre o capim e o sorgo em consórcio.

Na interação entre os fatores adubação e inoculação, observou-se que a aplicação do N total na cobertura, nas plantas não inoculadas, proporcionou maior acúmulo de K na MS, em relação aos demais manejos da adubação nitrogenada, bem como o maior acúmulo do nutriente em relação às plantas inoculadas e com a mesma forma de adubação (0% - 100%) (Tabela 2).

Na planta de sorgo, a absorção de K apresenta um padrão diferente em relação à de N e de P, o seu pico ocorre no estágio vegetativo da cultura, com maior taxa de acúmulo nos primeiros 30 a 40 dias após emergência (DAE) (COELHO et al., 2002). Esses autores relatam que a taxa de absorção do K é superior à de N e P, sugerindo, portanto, que a maior necessidade deste nutriente seja nos estádios iniciais de crescimento, com grande importância para o desenvolvimento da cultura.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e semeadura; adubação e inoculação; e semeadura e inoculação para acúmulo de K na matéria seca de plantas de sorgo granífero cultivado com manejos da adubação nitrogenada, com e sem inoculação de *A. brasilense*, consorciado ou não com capim-paiaguás. Selvíria/MS, 2016⁽¹⁾.

Adubação*	Semeadura	
	Consórcio	Solteiro
	----- K (kg ha ⁻¹) -----	
0%-100%	109,1	108,0AB
30%-70%	108,4	98,8B
100%-0%	91,6b	121,9Aa
	Inoculação	
	Com	Sem
0%-100%	91,3b	125,9Aa
30%-70%	103,8	103,4B
100%-0%	106,9	106,5B
Inoculação	Semeadura	
	Consórcio	Solteiro
Com	91,8B	109,5
Sem	114,3A	109,6

⁽¹⁾ Letras maiúsculas diferentes na coluna e letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); *Semeadura e em cobertura, respectivamente.

Desta forma, mais uma vez, observa-se que a adubação nitrogenada nas plantas de sorgo, aos 30 DAE (tratamento 0% - 100%), evidentemente não prejudicou o desenvolvimento radicular da planta, uma vez que sob as mesmas condições, a absorção de K neste tratamento não diferiu dos acúmulos do nutriente nos demais manejos da adubação nitrogenada. Este resultado pode ser devido à aplicação do N total apenas na cobertura ter sido realizada dentro do intervalo de dias considerado de maior exigência de K pela cultura (30 a 40 DAE). Ademais, é importante ressaltar que o experimento foi implantado em sucessão à cultura da soja, portanto, nesta condição, o sorgo pôde se beneficiar do efeito residual do cultivo anterior, bem como da ciclagem de nutrientes dos resíduos da leguminosa de baixa relação C/N, como observado por Albuquerque et al. (2013).

Quanto à interação entre semeadura e Inoculação, o maior acúmulo de K na MS das plantas cultivadas em consórcio foi obtido na ausência da inoculação (Tabela 2), o que pode estar relacionado à maior remobilização desse



nutriente das partes vegetativas das plantas inoculadas para os grãos, uma vez que neste tratamento a produtividade de grãos foi superior. Assim, as plantas sem inoculação, por apresentarem menor produtividade de grãos, é possível que tenham remobilizado menores quantidades de K para o dreno reprodutivo (grãos) permanecendo maiores quantidades deste nutriente nas partes vegetativas da planta.

CONCLUSÕES

Para o maior acúmulo de K no sorgo granífero cultivado solteiro, o N total pode ser fornecido tanto na semeadura como em cobertura.

A aplicação do N total na cobertura reduz o acúmulo de K nos resíduos do sorgo, quando inoculado com *Azospirillum brasilense*.

A inoculação por *A. brasilense* nas sementes de sorgo não incrementa os acúmulos de N, P e K na matéria seca vegetativa.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à UNESP/FEIS, em especial aos funcionários da fazenda experimental e ao grupo de pesquisa em SIPAS, coordenado pelo Prof. Dr. Marcelo Andreotti.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; CAMARGO, R.; SOUZA, M. F. Extração de macronutrientes no sorgo granífero em diferentes arranjos de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 10-20, 2013.

CLARKSON, D.T. Factors affecting mineral nutrient acquisition by plants. **Annual Revista Plant Physiology**, Palo Alto v. 36, p.77-115, 1985.

COELHO, A.M.; WAQUIL, J.M.; KARAN, D.; CASELA, C.R.; RIBAS, P.M. **Seja o doutor do seu sorgo**. Piracicaba: POTAFOS, 2002. 24p. (POTAFOS. Arquivo do Agrônomo, 14).

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p.36-41, 2008.

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.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.