

Acúmulo de Macronutrientes na Palha de Sorgo sob diferentes Manejos da Adubação nitrogenada e Inoculação com *Azospirillum brasilense* na Integração Lavoura-Pecuária

**Deyvison de Azevedo Soares⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾; Viviane Cristina Modesto⁽¹⁾
Allan Hisashi Nakao⁽¹⁾; Lourdes Dickmann⁽¹⁾; Isabô Melina Pascoaloto⁽¹⁾**

⁽¹⁾Discentes do PPG em Agronomia - Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP. E-mail: deyvison_a.soares@hotmail.com; ⁽²⁾Docente do PPG em Agronomia – Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP.

RESUMO: A planta de sorgo é eficiente na produção de matéria seca, e quando manejada adequadamente, pode ciclar expressivas quantidades de nutrientes no sistema. Objetivou-se avaliar o acúmulo de macronutrientes na palha do sorgo com inoculação por *Azospirillum brasilense*, cultivado em sistema integrado lavoura-pecuária em diferentes manejos da adubação nitrogenada. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x3, sendo: 2-Sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-Paiaguás; 2-Sorgo inoculado nas sementes ou não com *Azospirillum brasilense*; e 3-aplicação total da recomendação de nitrogênio na semeadura ou aplicação total apenas em cobertura ou parcelada (30% na semeadura e 70% em cobertura). Foram avaliados os macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) acumulados na palha remanescente das plantas de sorgo. A adubação com 100% do N na cobertura e o cultivo solteiro resultou em maior acúmulo de nutrientes na palha do sorgo. O manejo da adubação nitrogenada influencia na aquisição de macronutrientes no sorgo. O consórcio com capim reduz o acúmulo de nutrientes na palha do sorgo. A inoculação de *A. brasilense* não influencia no acúmulo de nutrientes pela cultura.

Termos de indexação: palha remanescente, sorgo granífero, parcelamento.

INTRODUÇÃO

O manejo inadequado de nutrientes nos agrossistemas pode representar uma das principais limitações para o satisfatório desenvolvimento das culturas, portanto, é necessária a adoção de práticas que garantam condições para que a planta

tenha à sua disposição, o nutriente no momento da demanda, conferindo-lhe maior eficiência em seu uso.

Algumas plantas de cobertura têm a capacidade de aumentar a disponibilidade de nutrientes, em especial, o nitrogênio (N), para a cultura em sucessão, pela ciclagem de nutrientes dos resíduos culturais e/ou pela fixação biológica do N₂ atmosférico, no caso das leguminosas (LOURENTE et al., 2007). Na cultura do sorgo, em geral, o N é o nutriente requerido em maiores quantidades (MATEUS et al., 2011), e devido à complexa dinâmica desse elemento no sistema solo-planta-atmosfera, é comum a sua deficiência em lavouras comerciais, evidenciada pelo porte raquítico das plantas e senescência prematura.

Nesse contexto, é interessante para o produtor, lançar mão de quaisquer tecnologias disponíveis, para otimizar a produtividade na propriedade, desde que tais tecnologias tenham fundamentos em resultados de pesquisas. Uma tecnologia que tem sido difundida no cerrado com bons resultados é o sistema integrado lavoura-pecuária, que consiste de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite e agroenergia.

Para somar, uma tecnologia barata que a pesquisa tem mostrado bons resultados (HUNGIRA, et al., 2010) é a inoculação de bactérias promotoras de crescimento, como a *Azospirillum brasilense*, nas sementes da cultura econômica.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de macronutrientes na palha (colmos+folhas) de sorgo granífero cultivado na safrinha em sistema integração lavoura-pecuária, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada, com e sem inoculação por *Azospirillum brasilense*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2015 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 *Azospirillum brasilense*; e 3 - aplicação de 100% da recomendação de nitrogênio (N) na semente; 100% apenas em cobertura, ou parcelada, sendo 30% na semente 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 sementeira, 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 17/03/2015 em SPD. Utilizou-se o híbrido Rancheiro, em espaçamento de 0,45 m entrelinhas. A adubação de sementeira constou de 90 kg de P₂O₅ e 30 kg de K₂O, utilizando-se como fontes, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A sementeira do capim-Paiaguás foi realizada simultaneamente à do sorgo, efetuada com uma semeadora-adubadora própria para SPD. Foi semeada 1 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 (Valor cultural = 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 (24/04/2015), a lanço na parcela

experimental.

No momento da colheita do sorgo (18/06/2015) determinou-se a produtividade de palhada, a partir da coleta das plantas contidas nas 3 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 (folha e colmo) 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, K, Ca e Mg (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

A adubação nitrogenada realizada em diferentes momentos na cultura do sorgo interferiu no acúmulo de N, Ca e Mg e não interferiu nos acúmulos de P e K. Observa-se as maiores quantidades médias acumuladas de N na palha da cultura, quando ela recebeu a quantidade total do nutriente (120 kg ha⁻¹ de N) apenas em cobertura e, também, quando a adubação foi realizada de forma parcelada (30% - 70%, sementeira e cobertura, respectivamente). Quanto à aplicação de 100% da recomendação apenas na sementeira, houve menor acúmulo de N em relação aos demais manejos da adubação (Tabela1).

Os acúmulos de Ca e Mg apresentaram o mesmo comportamento, sendo que, quando aplicado 100% do N apenas em cobertura, as plantas de sorgo apresentaram as maiores quantidades médias desses dois nutrientes na palha e, assim como ocorreu para o N, os acúmulos dos dois nutrientes foram menores quando da aplicação de 100% da recomendação de N apenas na sementeira (Tabela 1). Esses valores representam cerca de 10,6% e 11,2% a menos de Ca e Mg ciclados pela palha da cultura, respectivamente, comparado ao tratamento 0% - 100%.

Quanto às modalidades de sementeira, observa-se que o acúmulo de todos os nutrientes avaliados foi significativamente superior nas palhas das plantas cultivadas solteiras, quando comparadas àquelas cultivadas em consórcio com o capim-Paiaguás. Uma possível explicação para tal comportamento, seria a competição interespecífica entre as plantas de sorgo e capim, uma vez que,

quando em consórcio, as culturas compartilham dos mesmos recursos do meio. Mateus et al. (2011) ressaltam que a competição por nutrientes ocorre principalmente para o N, uma vez que as espécies consorciadas, nesse caso, são gramíneas, e o nutriente em questão é o mais extraído e o mais limitante à produção de ambas as espécies.

Para o fator inoculação, houve diferença significativa nas quantidades acumuladas de P e Ca nas palhas do sorgo (Tabela 1).

Houve interação significativa entre os fatores semeadura x inoculação e semeadura x adubação, para os acúmulos de N e P, respectivamente, e inoculação x adubação para o acúmulo de N nas palhas do sorgo.

Quando as sementes do sorgo foram inoculadas com *A. brasilense* e cultivadas solteiras, ocorreu os maiores valores de acúmulo de N na palha, comparado às plantas inoculadas cultivadas em consórcio (Tabela 2A).

Para as plantas de sorgo que receberam 30% - 70% da adubação na semeadura e cobertura, respectivamente, não houve diferença no acúmulo de N, quando cultivadas em consórcio ou solteiras. Enquanto que para os demais manejos da adubação nitrogenada, os maiores acúmulos de N nas plantas ocorreram quando cultivadas solteiras. Em consórcio, as plantas de sorgo apresentaram maiores acúmulos de N com a adubação nitrogenada parcelada (30% - 70%), enquanto que, quando cultivadas solteiras, o maior acúmulo do nutriente foi observado quando toda a recomendação foi aplicada apenas em cobertura (0 - 100%) (Tabela 2B).

Ainda a respeito da modalidade de semeadura e manejos da adubação, houve interação entre esses fatores que refletiu nas maiores quantidades de P acumuladas nas plantas cultivadas solteiras que receberam 0 - 100% e 30% - 70% do N na semeadura e em cobertura, respectivamente (Tabela 2B).

Houve interação entre inoculação x adubação, em que na ausência de inoculação as plantas de sorgo acumularam maiores quantidades de N na palha quando a adubação foi parcelada, 30% - 70% da recomendação na semeadura e em cobertura, respectivamente (Tabela 2B).

CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo, a aplicação de recomendação total do adubo nitrogenado em cobertura na cultura do sorgo, proporcionou maior acúmulo de nutrientes na palha remanescente da cultura.

O cultivo do sorgo granífero em consórcio com *Urochloa brizantha* reduz o acúmulo de macronutrientes na palha remanescente da cultura do sorgo.

A inoculação das sementes de sorgo com *A. brasilense* não resulta em maiores acúmulos de macronutrientes na palha remanescente da cultura do sorgo.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. **SiSVAR**: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 331, n. 1/2, p. 413-425, 2010.

LOURENTE, E. R. P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C. MARCHETTI, M. E.; RODRIGUES, E. T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 29, n. 1, p. 55-61, 2007.

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.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1161-1169, 2011.

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

Tabela 1. Acúmulo de macronutrientes na matéria seca remanescente da cultura do sorgo granífero sob diferentes manejos da adubação nitrogenada, em consórcio com capim-Paiaguás ou solteiro com ou sem inoculação de *A. brasilense*⁽¹⁾.

Tratamentos	N ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	P ⁽³⁾	K	Ca	Mg
	kg ha ⁻¹				
Adubação*					
0% - 100%	72,70a	9,60a	60,59a	16,10a	17,33a
30% - 70%	71,91a	9,97a	59,44a	15,47ab	15,79ab
100% - 0%	63,97b	9,64a	54,62a	14,48b	15,40b
Semeadura					
Consórcio	63,32b	9,08b	54,63b	14,71b	15,61b
Solteiro	75,53a	10,39a	61,80a	15,99a	17,41a
Inoculação					
Inoculado	68,26a	9,08b	56,92a	14,59b	16,06a
Não inoculado	70,59a	10,39a	59,51a	16,11a	16,96a
CV%	11,74	10,23	15,07	9,93	11,95

⁽¹⁾Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); ⁽²⁾Interação entre os fatores semeadura e inoculação; ⁽³⁾Interação entre os fatores semeadura e adubação; ⁽⁴⁾Interação entre os fatores inoculação e adubação.*Semeadura e em cobertura, respectivamente

Tabela 2. Desdobramento da interação entre semeadura e inoculação, semeadura e adubação, e inoculação e adubação, para o acúmulo de N e P na matéria seca remanescente de sorgo granífero com e sem inoculação de *A. brasilense*, em consórcio com capim-paiaguás e solteiro⁽¹⁾.

Tabela 2A.		Semeadura	
Inoculação	Consortio	N kg ha ⁻¹	
Inoculado	64,76Ab	71,76Ba	
Não inoculado	61,88Ab	79,31Aa	
Tabela 2B.		Semeadura	
Adubação	Consortio	N kg ha ⁻¹	
0% – 100%	63,77ABb	81,64Aa	
30% - 70%	68,31Aa	75,50ABa	
100% - 0%	57,88Bb	69,46Ba	
		P kg ha ⁻¹	
0% – 100%	8,58Ab	10,62Aa	
30% - 70%	9,38Ab	10,55Aa	
100% - 0%	9,27Aa	10,01Aa	
Tabela 2C.		Inoculação	
Adubação	Inoculado	N kg ha ⁻¹	
0% – 100%	72,43Aa	72,98ABa	
30% - 70%	68,06Aa	75,75Aa	
100% - 0%	64,30Aa	63,04Ba	

⁽¹⁾Letras maiúsculas iguais na mesma coluna e minúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).