

Manejo da Adubação nitrogenada e Inoculação de *Azospirillum brasilense* para a Produção de Grãos e Palha de Sorgo na Integração Lavoura-Pecuária

Deyvison de Asevedo Soares⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾; Allan Hisashi Nakao⁽¹⁾; Viviane Cristina Modesto⁽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: O sorgo é uma importante alternativa para a produção de grãos na entressafra, entretanto, há a necessidade de informações sobre o manejo da cultura, bem como o seu desempenho agrônomico em cultivos consorciados. Objetivou-se avaliar o crescimento e produtividade do sorgo com inoculação por *Azospirillum brasilense*, cultivado em sistema integrado lavoura-pecuária sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido no município de Selvíria/MS. 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 componentes de produção e produtividade da cultura. Em geral a inoculação não influenciou os componentes da produção do sorgo. No cultivo consorciado e no tratamento onde as sementes da cultura foram inoculadas com *A. brasilense*, constatou-se maior produtividade de palha e de grãos, respectivamente. O cultivo do sorgo em consórcio com capim Paiaguás na safrinha é viável.

Termos de indexação: Plantio direto, produtividade, *Urochloa brizantha*.

INTRODUÇÃO

O setor agropecuário tem provado, nas últimas décadas, incrementos significativos na produtividade de grãos. O desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias para aplicação nas lavouras, como práticas para aumentar a eficiência de adubos químicos, assim como a utilização de bactérias fixadoras de N e/ou promotoras de crescimento, tem contribuído para elevar a produtividade do setor a patamares recordes. Entretanto, existe a necessidade de mais estudos visando otimizar a produtividade de culturas consideradas marginais, mas que dentro da cadeia produtiva, tem sua importância para a produção de grãos e/ou palha para o sistema plantio direto (SPD).

Nesse contexto, o sorgo vem ganhando espaço no cenário nacional, pois é uma cultura que se adapta bem às condições edafoclimáticas adversas, com isso, é importante para o cultivo na entressafra, período em que reduz a precipitação hídrica, comum no cerrado brasileiro.

O sorgo é uma cultura rústica, no entanto responde positivamente à adubação, podendo superar produtividades de grãos e matéria seca normalmente obtidas pela cultura do milho (RESENDE et al., 2009).

A inclusão dessa cultura no sistema Integração lavoura-pecuária tem sido uma alternativa, visando produção de grãos, silagem ou palha para o SPD. No entanto há a necessidade de informações sobre o manejo da adubação da cultura, assim como o seu desempenho agrônomico sob a condição de consórcio com forrageiras tropicais.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e produtividade do sorgo granífero com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense* nas sementes, cultivado em sistema integrado lavoura-

pecuária, e determinar o manejo mais adequado da adubação nitrogenada na cultura sob essa condição.

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 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 2 - 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.

A área experimental tem sido 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 semeadura constou de 90 kg de P₂O₅ e 30 kg de K₂O, tendo 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 com mecanismo sulcador do tipo disco duplo desencontrado 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, já citados, 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). Foram determinados na cultura do sorgo o estande final de plantas (EFP), contando-se as plantas nas 3 linhas centrais, diâmetro basal de colmos (DBC), altura de plantas (AP). Para tais determinações foram utilizadas 10 plantas aleatoriamente na área útil da parcela experimental.

No momento da colheita do sorgo (18/06/2015) determinaram-se a produtividade de grãos (PG) e palhada (PP), a partir da coleta das plantas das 3 linhas centrais desprezando-se 1,5 m em cada extremidade. Posteriormente, as frações colmos+folhas foram pesadas 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. 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 estande final de plantas (EFP) e o comprimento de panículas (CP) de sorgo não foram influenciados pelo manejo da adubação nitrogenada, nem quando semeado em consórcio com capim ou com a inoculação de *A. brasilense* nas sementes (Tabela 1).

No consórcio cultura anual x capim é possível que ocorra um menor estande da cultura anual, haja vista que a possível competição interespecífica entre as culturas interfira na interceptação de luz e aquisição dos demais recursos do ambiente. Neste estudo, entretanto, apesar de ocorrer um maior estande final de plantas de sorgo cultivado solteiro, essa diferença não foi significativa.

Para a produção de palha (PP) e diâmetro basal de colmo (DBC), houve diferença significativa quanto às modalidades de semeadura. O sorgo em consórcio sobressaiu-se quando comparado ao cultivado solteiro (Tabela 1).

Houve diferença significativa para altura de plantas (AP) em função do manejo da adubação nitrogenada (Tabela 1). As plantas que receberam 100% da recomendação (120 kg ha⁻¹) na semeadura, apresentaram porte mais baixo quando comparadas às que receberam toda a recomendação apenas na cobertura e às que receberam 30% na semeadura e 70% em cobertura.

Conforme Oliveira et al. (2005), em geral, a produtividade de matéria seca do sorgo correlaciona-se à AP. No presente estudo,

entretanto, apesar de uma ligeira relação entre ambas as variáveis, à medida em que os valores médios de AP diferiram em função do manejo da adubação, a PP permaneceu igual estatisticamente.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para a produtividade de grãos (PG) e palha (PP) em função da inoculação do *A. brasilense* nas sementes do sorgo (Tabela 1). Quadros (2009), avaliou o desempenho agrônomo de híbridos de milho inoculados com *A. brasilense* em associação com a adubação nitrogenada, e observou incrementos de até 53% na produção de matéria seca da parte aérea para o tratamento inoculado em relação ao controle. Pesquisadores da Embrapa Soja testaram diferentes estirpes de *A. brasilenses* nas culturas de milho e trigo e observaram que a inoculação com *A. brasilense* resultou em incrementos de 24 a 30% na produtividade de grãos da cultura do milho, quando comparado ao controle sem inoculação (HUNGRIA et al., 2010).

Nas condições do presente estudo, as plantas de sorgo obtiveram um considerável incremento de 13,4% na PG, além de um maior acúmulo de matéria seca da palhada. Entretanto, esse comportamento não foi igual para a massa de mil grãos (MMG), uma vez que foram observados os maiores valores no tratamento sem inoculação. Segundo Mateus et al. (2011), a MMG é um dos principais atributos relacionados à PG da cultura do sorgo. No entanto, essa afirmação não está de acordo com os resultados do presente estudo.

As variáveis PG, PP e MMG foram influenciadas pela interação entre inoculação e modalidade de semeadura (Tabela 2). Observa-se que o sorgo cultivado em consórcio apresentou maior PG e PP quando inoculado, sobressaindo-se sobre o sorgo em consórcio não inoculado (Tabela 2A).

Para MMG, quando em consórcio, o sorgo não inoculado apresentou grãos mais compactos quando comparado ao sorgo não inoculado cultivado solteiro (Tabela 2A).

Em relação ao manejo da adubação nitrogenada, quando aplicado 30% da recomendação na semeadura e 70% em cobertura, ocorreu a maior PP no sorgo semeado em consórcio com capim (Tabela 2B). Ainda para a PP, quando cultivado com 100% da recomendação aplicada apenas em cobertura, o sorgo apresentou maior PP quando inoculado com *A. brasilense* (Tabela 2C).

CONCLUSÕES

O Cultivo do sorgo granífero em consórcio com *Urochloa brizantha* se mostra viável, uma vez que não reduz a produtividade de grãos do sorgo por efeito de competição.

A aplicação do nitrogênio total apenas na semeadura ou apenas na cobertura ou parcelada (30% na semeadura e 70% em cobertura) não interfere na produtividade de grãos e palha do sorgo granífero.

A inoculação das sementes de sorgo com *A. brasilense* proporciona incrementos de até 15,5% na produtividade de grãos.

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.

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.

OLIVEIRA, R. de P.; FRANÇA, A.F. de S.; RODRIGUES FILHO, O.; OLIVEIRA, E.R. de; ROSA, B.; SOARES, T.V.; MELLO, S.Q.S. Características agrônomicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, p. 45-53, 2005.

QUADROS, P. D. **Inoculação de *Azospirillum spp.* em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul**. 2009. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

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.

RESENDE, A. V.; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. C. **Adubação maximiza o**



potencial produtivo do sorgo. Sete Lagoas, MG:
Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 7 p. (Circular
Técnica, 119).

Tabela 1. Estande final de plantas (EFP), produtividade de palha (PP), altura de plantas (AP), comprimento de panícula (CP), diâmetro basal de colmo (DBC), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) de sorgo granífero com e sem inoculação de *A. brasilense*, em consórcio com capim-Paiaguás e solteiro⁽¹⁾.

Tratamentos	EFP (plantas ha ⁻¹)	PP ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ (kg ha ⁻¹)	AP (m)	CP (cm)	DBC (mm)	MMG ⁽²⁾ (g)	PG ⁽²⁾ (kg ha ⁻¹)
Adubação*							
0% - 100%	173181,16a	4454,1a	1,39a	24,05a	15,14b	19,43a	3636,7a
30% - 70%	174882,99a	4423,6a	1,38a	24,48a	16,36a	19,80a	3991,5a
100% - 0%	163734,40a	4296,9a	1,29b	24,31a	16,81a	19,07a	3822,1a
Semeadura							
Consórcio	166794,38a	4589,9a	1,35a	24,37a	16,66a	19,72a	3979,5a
Solteiro	174404,66a	4193,3b	1,36a	24,19a	15,54b	19,15a	3654,0a
Inoculação							
Inoculado	164197,36a	4593,5a	1,36a	24,31a	15,90a	18,69b	4091,7a
Não inoculado	177001,67a	4189,7b	1,35a	24,25a	16,30a	20,17a	3541,9b
CV%	13,55	12,53	2,95	2,92	6,68	6,48	19,25

⁽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 a produtividade de grãos (PG), produtividade de palha (PP) e massa de mil grãos (MMG) de sorgo granífero com e sem inoculação de *A. brasilense*, em consórcio com capim-paiaguás e solteiro⁽¹⁾.

Tabela 2A.		Semeadura	
Inoculação	Consorcio	PG (kg ha ⁻¹)	Solteiro
Inoculado	4554,57Aa		3628,78Ab
Não inoculado	3404,45Ba		3679,25Aa
		PP (kg ha ⁻¹)	
Inoculado	4898,57Aa		4288,33Ab
Não inoculado	4281,14Ba		4098,23 Aa
		MMG (g)	
Inoculado	18,53Ba		18,85Aa
Não inoculado	20,90Aa		19,45Ab
Tabela 2B.		Semeadura	
Adubação	Consorcio	PP (kg ha ⁻¹)	Solteiro
0 %– 100%	4512,91Aa		4395,33Aa
30% - 70%	4722,34Aa		4124,93Ab
100% - 0%	4534,32Aa		4059,58Aa
Tabela 2C.		Inoculação	
Adubação	Inoculado	PP (kg ha ⁻¹)	Não inoculado
0% – 100%	4808,02Aa		4100,23Ab
30% - 70%	4518,30Aa		4328,97Aa
100% - 0%	4454,03Aa		4139,86Aa



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