

Capim Braquiária inoculado com *Azospirillum brasilense* submetido à adubação nitrogenada

Brachiaria grass inoculated with *Azospirillum brasilense* submitted to nitrogen fertilization

Hierba Braquiaria inoculada con *Azospirillum brasilense* sometida a fertilización nitrogenada

Recebido: 20/10/2022 | Revisado: 29/10/2022 | Aceitado: 01/11/2022 | Publicado: 08/11/2022

Giltamar Silva Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9570-8954>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: giltamarsilva@hotmail.com

Fábio Andrade Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1215-7342>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: fteixeira@uesb.edu.br

Renata Rodrigues Jardim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4022-5541>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: renatajardimagro@hotmail.com

Aureliano José Vieira Pires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4015-3445>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: aurelianojvp@uesb.edu.br

Paulo Valter Nunes Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4641-1070>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: pvalter@uesb.edu.br

Divino Levi Miguel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6019-3690>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: divino.miguel@uesb.edu.br

Jeankarlo Penalva dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8061-3250>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: jeanzootec@hotmail.com

Artur Amaral Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4552-9165>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: arturamaralnascimento@hotmail.com

Fernando Oliveira Barreto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6258-5110>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: fobarzoot@gmail.com

Hackson Santos da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4590-5850>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: hackkson@gmail.com

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito do *Azospirillum brasilense* associado à adubação nitrogenada na produção e qualidade da *Brachiaria decumbens*. O experimento foi conduzido em arranjo fatorial 2x4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de dois fatores: com e sem inoculação com *A. brasilense* e quatro doses de N (0, 40, 80, 120 kg/ha). As características avaliadas foram: índice de área foliar (IAF), interceptação luminosa (IL), densidade populacional de perfilhos (DPP), índice SPAD, razão folha/colmo, produção de matéria natural (MN), produção de matéria seca (MS) e análises químico-bromatológicas. Constatou-se maiores resultados de IL e IAF, respectivamente, com 62,2 e 74,4 kg/ha de N. A inoculação proporcionou maior DPP até 80 kg/ha de N; acréscimos de 11, 15 e 18,2% de índice SPAD, respectivamente nas doses de 40, 80 e 120 kg/ha de N e aumento na produção de MN e MS. Houve aumento linear nos teores de proteína bruta com as doses de N. A inoculação elevou os teores de carboidratos totais com 40 e 80 kg/ha de N. O *Azospirillum brasilense* contribuiu de forma positiva com desenvolvimento, produção e qualidade da *Brachiaria decumbens* quando associado com dose de até 80 kg/ha nitrogênio.

Palavras-chave: Bactérias diazotróficas; Fixação biológica de nitrogênio; Gramíneas forrageiras.

Abstract

The objective was to evaluate the effect of *Azospirillum brasilense* associated with nitrogen fertilization on the production and quality of *Brachiaria decumbens*. The experiment was carried out in a 2x4 factorial arrangement, with four replications. The treatments consisted of two factors: with and without inoculation with *A. brasilense* and four doses of N (0, 40, 80, 120 kg/ha). The characteristics evaluated were: leaf area index (LAI), light interception (LI), tillers population density (TPD), SPAD index, leaf/stem ratio, natural matter production (NM), dry matter production (DM) and chemical-bromatological analyses. Higher LI and LAI results were observed, respectively, with 62.2 and 74.4 kg/ha N. The inoculation provided higher TPD up to 80 kg/ha N; increases of 11, 15 and 18.2% of SPAD index, respectively at doses of 40, 80 and 120 kg/ha of N and increased in the production of NM and DM. There was a linear increase in crude protein levels with N doses. Inoculation increased total carbohydrate levels with 40 and 80 kg/ha of N. *Azospirillum brasilense* contributes positively to the development, production and quality of *Brachiaria decumbens* when associated with a dose of up to 80 kg/ha nitrogen.

Keywords: Biological nitrogen fixation; Diazotrophic bacteria; Forage grasses.

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de *Azospirillum brasilense* asociado a la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de *Brachiaria decumbens*. El experimento se llevó a cabo en un arreglo factorial 2x4, con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en dos factores: con y sin inoculación de *A. brasilense* y cuatro dosis de N (0, 40, 80, 120 kg/ha). Las características evaluadas fueron: índice de área foliar (IAF), intercepción de luz (IL), densidad de población de macollos (DPM), índice SPAD, relación hoja/tallo, producción de materia natural (MN), producción de materia seca (MS) y análisis químico-bromatológicos. Se observaron mayores resultados de IL y IAF, respectivamente, con 62.2 y 74.4 kg/ha de N. La inoculación proporcionó mayor DPM hasta 80 kg/ha de N; incrementos del 11, 15 y 18,2% del índice SPAD, respectivamente a dosis de 40, 80 y 120 kg/ha de N y aumento en la producción de MN y MS. Hubo un aumento lineal en los niveles de proteína cruda con las dosis de N. La inoculación aumentó los niveles de carbohidratos totales con 40 y 80 kg/ha de N. *Azospirillum brasilense* contribuye positivamente al desarrollo, producción y calidad de *Brachiaria decumbens* cuando se asocia con una dosis de nitrógeno de hasta 80 kg/ha.

Palabras clave: Bacterias diazotróficas; Fijación biológica de nitrógeno; Pastos forrajeros.

1. Introdução

Os pecuaristas brasileiros em sua maioria utilizam gramíneas forrageiras como fonte de volumoso para seus animais, fornecendo substratos energéticos de baixo custo para os mesmos (Paulino et al., 2008), porém para atender as exigências dos animais as forrageiras devem apresentar uma boa produção de matéria seca e qualidade nutricional (altos teores de proteína bruta e de fibras digestíveis), o que é resultado da disponibilidade de fatores como: água, luz, temperatura, nutrientes e manejo adequados.

Dentre os nutrientes, o nitrogênio é considerado o principal para a formação de pastagens e manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras. O mesmo é essencial no metabolismo vegetal, onde participa na síntese direta de proteínas e clorofilas (Andrade et al., 2003), entretanto na maioria dos solos brasileiros o nitrogênio encontra-se em quantidades insuficientes, sendo necessária a incorporação desse nutriente no sistema para assim, garantir o crescimento, desenvolvimento e a produtividade das plantas (Belarmino et al., 2003).

A incorporação pode ser feita via adubação química, que é uma fonte eficiente de adição de nitrogênio, porém a mesma eleva os custos da produção agrícola além de poder gerar danos ao ambiente, uma vez que parte do nitrogênio aplicado geralmente é perdida por lixiviação e volatilização (Reis Jr. et al., 2011). Outra forma de adição de N seria com a utilização de inoculantes contendo bactérias fixadoras de nitrogênio.

Dentre as bactérias fixadoras de nitrogênio temos as pertencentes ao gênero *Azospirillum*, que são conhecidas por promoverem benefícios às gramíneas, como: disponibilização de nitrogênio pela fixação biológica do nitrogênio atmosférico; solubilização de fosfato; produção de fitormônios, que favorecem o crescimento radicular, com isso a absorção de água e nutrientes, tornando a planta mais tolerante à seca; dentre outros benefícios (Hungria, 2011).

A inoculação de sementes de gramíneas forrageiras com bactérias do gênero *Azospirillum* pode suprir, pelo menos em parte, a necessidade de nitrogênio das plantas, reduzindo a quantidade desse nutriente aplicada na forma mineral, além de promover maior crescimento radicular, o que torna as plantas mais tolerantes a períodos de estiagem prolongados.

Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito do *Azospirillum brasilense* associado ou não à adubação nitrogenada na produção e qualidade da *Brachiaria decumbens*.

2. Metodologia

O experimento foi realizado em uma área da Unidade de Pastagem e Forragicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus “Juvino Oliveira”, no município de Itapetinga, BA.

Foi avaliada a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação da presença ou ausência do *Azospirillum brasilense* e quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg/ha de N). Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado – DIC.

O experimento foi conduzido em pastagem já estabelecida com *Brachiaria decumbens*, onde foram demarcadas 32 unidades experimentais de 12 m² cada (3 m de largura por 4 m de comprimento), com a distância entre parcelas de um metro.

Na área foi coletada uma amostra de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade para análise das suas características químicas e físicas. As mesmas foram realizadas no Laboratório do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da UESB, Campus de Vitória da Conquista e encontram-se descritas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Análise física do solo.

Composição granulométrica (g/kg)			Classe textural
Areia	Silte	Argila	
820	60	120	Franco arenosa

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 2 - Análise química do solo.

pH	mg/dm ³		cmol _c /dm ³ de solo								%	g/dm ³	
(H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	Na ⁺	S.B ¹	t ²	T ³	V ⁴	m ⁵	M.O. ⁶
5,9	15	0,44	2,1	1,5	0,0	2,0	-	4,0	4,0	6,0	67	0	16

¹Soma de bases. ²CTC efetiva. ³CTC pH 7. ⁴Saturação por bases. ⁵Saturação por Al³⁺. ⁶Matéria orgânica. Fonte: Dados da pesquisa.

Em decorrência do resultado da análise de solo não houve a necessidade de realizar a calagem para correção do pH, bem como a adubação com potássio e fósforo.

Para iniciar o experimento, realizou-se um corte de uniformização da gramínea com roçadeira costal a 15 cm do solo, para estimular o aparecimento de novos perfilhos e o alongamento das folhas. Sete dias após o corte foi realizada a inoculação com o *Azospirillum brasilense* nas parcelas que receberam esse tratamento, onde foram utilizados 300 mL do inoculante por hectare de acordo a recomendação do fabricante, sendo a inoculação feita com pulverizador manual no final da tarde.

O inoculante utilizado foi o AzoTotal[®], que é uma cultura pura da bactéria *Azospirillum brasilense*. O mesmo possui 2 x 10⁸ UFC/mL com as estirpes Ab-V5 e Ab-V6.

A adubação nitrogenada respeitando os tratamentos foi feita a lanço após a primeira chuva, tendo como fonte a ureia.

As avaliações de interceptação luminosa, índice de área foliar, densidade populacional de perfilhos e o índice SPAD das plantas foram realizados no dia anterior ao corte. Todas as coletas foram feitas na área útil das parcelas, respeitando a bordadura de 50 cm.

No estudo da interceptação luminosa e índice de área foliar foi utilizado o Ceptômetro ACCUPAR LP-80, sendo manejado o aparelho na parte superior e inferior do dossel, onde foram realizadas três medições em cada parcela, sendo os dados coletados entre 10 e 12 horas da manhã.

Para estimar os níveis de nitrogênio na folha utilizou-se o índice SPAD, sendo o mesmo determinado mediante quatro leituras com o clorofilômetro, modelo SPAD-502, no terço médio da lâmina foliar. As leituras foram realizadas sempre às 10 horas da manhã.

A densidade populacional de perfilhos foi determinada por meio da contagem do número de perfilhos presentes no interior de um quadrado de 0,25 m x 0,25 m, que foi posicionado em uma área representativa da parcela.

O corte para determinação da produção de matéria seca foi realizado quando a gramínea atingiu aproximadamente 35 cm de altura, sendo a mesma cortada a 15 cm do solo. Foram coletadas duas amostras por parcela, utilizando-se um quadrado de 0,7 m x 0,7 m (0,49 m²).

As amostras foram homogeneizadas e pesadas para determinação da produção de massa seca total, conforme a metodologia descrita por Detmann et al. (2012). Em seguida, foram divididas em duas subamostras. A primeira foi separada em lâmina foliar e colmo, para determinação da quantidade de cada componente da forragem.

A segunda subamostra foi seca e moída em moinho de facas com peneira de 1 mm e submetida às análises químico-bromatológicas para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), conforme metodologias descritas por Detmann et al. (2012). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) foi estimado segundo Mertens (2002).

Os carboidratos totais (CT) e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados segundo Sniffen et al. (1992), pelas expressões $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ e $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDNcp + MM)$.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativa, determinou-se a regressão para os níveis de nitrogênio e o Tukey para a comparação de médias do tratamento sem e com inoculação. Foi adotado o nível de 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

Não houve efeito de interação entre a inoculação e adubação nitrogenada ($P > 0,05$) para interceptação luminosa (IL) e índice de área foliar (IAF) (Figuras 1 e 2), porém os mesmos foram influenciados pela adubação nitrogenada. As duas variáveis apresentaram comportamento quadrático, onde se constatou maior IL (81,3 %) quando foi utilizado 62,2 kg/ha de N, já a melhor resposta do IAF foi de 2,43 com 74,4 kg/ha de N.

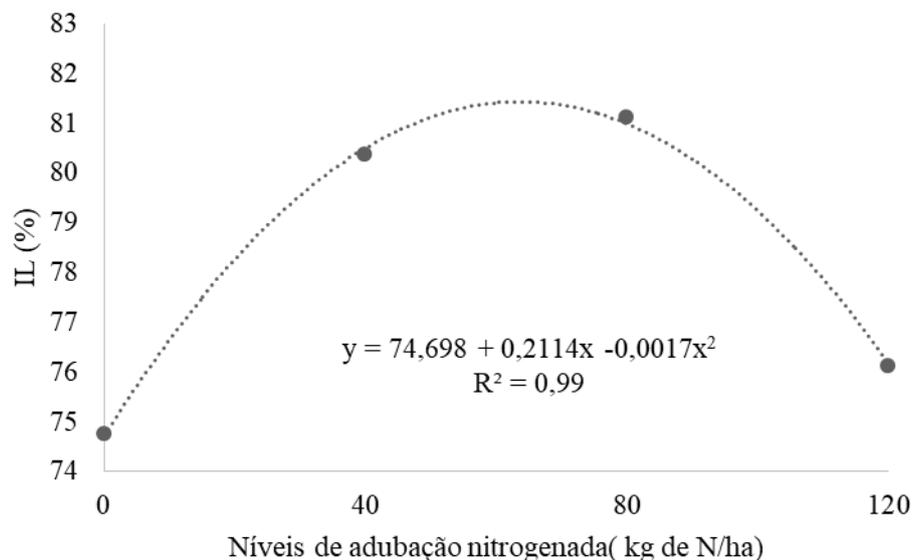
O IAF é uma característica estrutural do pasto, que é relacionada à IL. As duas características juntas permitem entender a produção de forragem e com isso a definição de melhores práticas de manejo. Segundo Hay e Walker (1989) os pastos devem apresentar de forma geral dosséis com IAF próximo a 3,0 e 95% de interceptação da radiação incidente, para assim assegurarem máxima produção de massa seca com menor perda por senescência e menor acúmulo de colmo.

Nesse trabalho foram encontrados valores de IL e IAF abaixo do que é recomendado na literatura, justificado pelo estágio de desenvolvimento que o capim se encontrava na época da avaliação. A *Brachiaria decumbens* nessa época estava em estágio de florescimento, fase da planta onde a maior parte dos fotoassimilados produzidos são destinados à formação de flores e sementes em detrimento das folhas (Taiz & Zeiger, 2017), resultando nos valores de IL inferiores a 95% e do IAF menores

que 3, mesmo as plantas estando com uma altura média de 35 cm. Segundo Euclides et al. (2008) em gramíneas forrageiras o aparecimento de folhas cessa após o aparecimento da inflorescência.

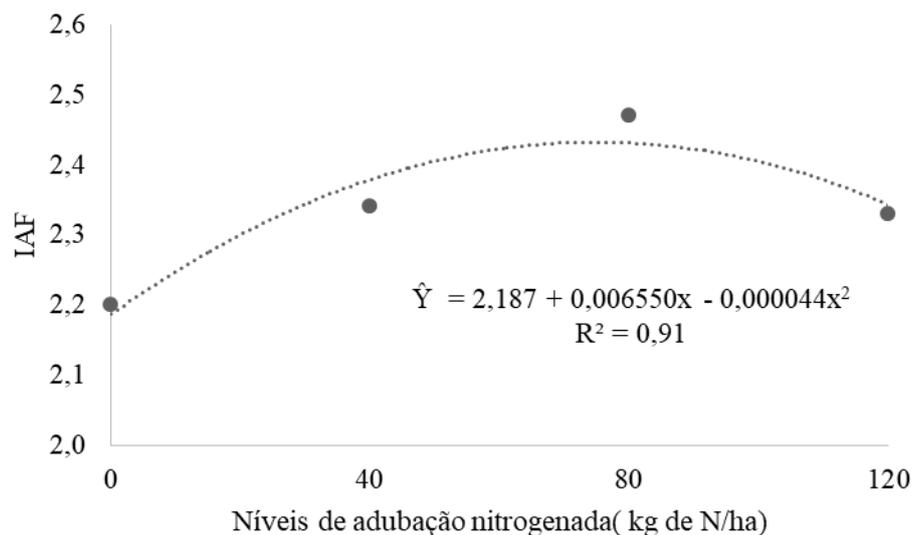
Nas maiores doses de N avaliadas o florescimento das plantas foi mais acentuado, o que resultou na redução dos valores de IL e IAF.

Figura 1 - Intercepção luminosa (IL) da *Brachiaria decumbens* em função da adubação nitrogenada.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 2 - Índice de área foliar (IAF) da *Brachiaria decumbens* em função da adubação nitrogenada.



Fonte: Dados da pesquisa.

A interação entre inoculação e doses de nitrogênio foi significativa ($P < 0,05$) para densidade populacional de perfilhos (DPP, Tabela 3). A inoculação da *Brachiaria decumbens* com *Azospirillum brasilense* proporcionou maior DPP até a dose de 80 kg/ha de N. Essa maior DPP foi resultado da disponibilização de nitrogênio por meio da fixação biológica e liberação de fitormônios realizados pela bactéria (Hungria, 2011). Esse resultado corrobora os de Guimarães et al. (2011), que avaliando a

Brachiaria brizantha cv. Marandu verificaram um aumento de aproximadamente 7% no número de perfilhos dos tratamentos inoculados com *Azospirillum* spp. em relação à ausência da bactéria. Rodrigues et al. (2022) e Pinc et al. (2020) avaliando a cultivar de capim elefante anão BRS Kurumi e *U. brizantha* cv. Marandu, respectivamente, inoculadas com bactérias promotoras de crescimento vegetal também registraram maior perfilhamento das gramíneas com a inoculação.

Na dose de 120 kg/ha de N não foi observado diferença na DPP para o tratamento sem ou com inoculação. De acordo com Sampaio (2020) e Carvalho et al. (2014) a eficiência da fixação de N pelas bactérias é rapidamente inibida na presença de alta concentração de N no solo, acarretando em baixa contribuição da fixação biológica com o crescimento das gramíneas forrageiras.

Tabela 3 - Densidade populacional de perfilhos (DPP) da *Brachiaria decumbens* em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada.

Inoc. ¹	Doses de N (kg/ha)				Equação	R ²
	0	40	80	120		
	DPP (perfilhos/m²)					
Sem	1192 b	1156 b	1088 b	1028 a	$\hat{y} = 1200 - 1,4x$	0,98
Com	1264 a	1292 a	1300 a	1008 a	$\hat{y} = 1143,2 + 6,48x - 0,0625x^2$	0,94

¹ Inoculação. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05). Fonte: Dados da pesquisa.

A *Brachiaria decumbens* apresentou para a DPP um comportamento linear decrescente para as doses de N quando não inoculada. Pela equação observa-se que o incremento de 1 kg/ha de N proporciona redução de 1,4 perfilhos/m². Quando a *Brachiaria* foi inoculada com o *Azospirillum* observou-se um comportamento quadrático para as doses de N, com a maior DPP (1311 perfilhos/m²) com ponto de máxima de 51,8 kg/ha de N (Tabela 3). Como relatado anteriormente, as maiores doses de N promoveram um incremento no florescimento das plantas, o que levou a menor DPP. Durante a época de florescimento, ocorre alongamento do colmo, diminuição do aparecimento de folhas, com conseqüente redução do número de gemas axilares com potencial para originar um novo perfilho. A taxa de aparecimento de folhas apresenta relação direta com a DPP, pois cada folha formada sobre um colmo representa o surgimento de um novo fitômero, ou seja, a geração de novas gemas axilares que poderão dar origem a novos perfilhos (Aguirre et al., 2018; Nabinger & Pontes, 2001).

A interação entre inoculação e adubação nitrogenada foi significativa (P<0,05) para o índice SPAD (Tabela 4). A inoculação com o *Azospirillum* propiciou maiores valores do referido índice nas doses de 40, 80 e 120 kg/ha de N quando comparado com o capim que não foi inoculado. O mesmo tratamento apresentou efeito linear crescente para as doses de N, onde foi observado acréscimo de 11, 15 e 18,2% do índice SPAD, respectivamente nas doses de 40, 80 e 120 kg/ha de N, quando comparado com o tratamento com ausência de adubação. Os resultados demonstram que o aumento na disponibilidade de N, seja ele proveniente da fixação biológica realizada pela bactéria ou da fonte química, promove aumento do índice SPAD. O referido índice permite estimar a concentração de N nas folhas das plantas e apresenta-se como alternativa de indicação do teor de clorofila das mesmas (Klooster et al., 2012; Sant'Ana et al., 2010).

Resultado semelhante foi obtido por Campos et al. (2000), onde os autores observaram que o acréscimo no fornecimento de N para as forrageiras era acompanhado pelo aumento do teor de N na parte aérea das mesmas. Guimarães et al. (2011) avaliando a *Brachiaria decumbens* inoculada ou não com *Azospirillum*, verificaram aumento de 10% no índice SPAD da gramínea inoculada quando comparado com a não inoculada, confirmando o resultado encontrado no presente trabalho.

Tabela 4 - Índice SPAD da *Brachiaria decumbens* em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada.

Inoc. ¹	Doses de N (kg/ha)				Equação	R ²
	0	40	80	120		
Sem	36,65 a	37,07 b	36,11 b	37,86 b	-	-
Com	36,02 a	40,00 a	41,46 a	42,58 a	$\hat{y} = 36,844 + 0,0528x$	0,91

¹ Inoculação. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05). Fonte: Dados da pesquisa.

As clorofilas são pigmentos fotossintéticos presentes nas plantas responsáveis pela transformação da energia solar em energia química, na forma de ATP e NADPH, estando assim, diretamente relacionadas à eficiência fotossintética, e consequentemente, com a produção das plantas (Taiz & Zeiger, 2017). Portanto, maiores valores do índice SPAD dão um indicativo de que as plantas possuem uma maior quantidade de clorofila e assim, maior eficiência fotossintética, o que pode refletir em uma maior produção.

Verificou-se interação significativa (P<0,05) entre a inoculação e as doses de nitrogênio para produção de matéria natural (MN), produção de matéria seca (MS) e razão folha/colmo (RFC, Tabela 5). Observou-se maior produção de MN e MS quando a *Brachiaria decumbens* foi inoculada com *Azospirillum brasilense* independente das doses de N. Essa maior produção deve-se a presença da bactéria, que associada à gramínea pode promover vários estímulos para o crescimento, como: disponibilização de N na rizosfera das plantas por meio da fixação biológica; produção de fitormônios como auxinas, citocininas e giberelinas; aumento nos teores de clorofila (aumento da eficiência fotossintética), como foi verificado nesse trabalho através do índice SPAD (Tabela 4); entre outros (Fukami et al., 2016; Hungria, 2011; Oliveira et al., 2003).

Segundo Porto et al. (2022) as bactérias promotoras de crescimento de plantas estão entre as mais promissoras tecnologias para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, por proporcionarem melhorias que vão desde características de promoção de crescimento da parte aérea e raízes das plantas, até melhoria da proteção enzimática à condições de estresses bióticos e abióticos inerentes à atividade agrícola e pecuária na atualidade.

Duarte et al. (2020) avaliando o capim ruziziensis inoculado com cinco bactérias promotoras de crescimento vegetal (*Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, *Pseudomonas fluorescens* CCTB 03 e ET76 e *Pantoea ananatis* AMG521), além do controle não inoculado e em combinação com doses de N-fertilizante (zero, 50 e 100 kg ha⁻¹ de N), também verificaram aumento na produção de massa de forragem com a inclusão das bactérias promotoras do crescimento vegetal.

Tabela 5 - Produção de matéria natural (Prod. MN), produção de matéria seca (Prod. MS) e razão folha/colmo *Brachiaria decumbens* em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada.

Inoc. ¹	Doses de N (kg/ha)				Equação	R ²
	0	40	80	120		
Prod. MN (kg/ha)						
Sem	6230 b	7720 b	7729 b	6998 b	-	-
Com	7191 a	8438 a	8425 a	8373 a	$\hat{y} = 7552,1 + 33,189x - 0,203x^2$	0,93
Prod. MS (kg/ha)						
Sem	1871 b	2123 b	2282 b	2394 b	$\hat{y} = 1908,3 + 4,32x$	0,97
Com	2006 a	2230 a	2382 a	2473 a	$\hat{y} = 2040,4 + 3,89x$	0,96
Razão folha/colmo						
Sem	0,86 a	0,95 a	0,97 a	0,73 a	$\hat{y} = 0,850500 + 0,005262x - 0,000052x^2$	0,95
Com	0,58 b	0,80 b	0,89 b	0,68 b	$\hat{y} = 0,571500 + 0,009037x - 0,000067x^2$	0,97

¹ Inoculação. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05). Fonte: Dados da pesquisa.

A *Brachiaria decumbens* quando foi inoculada demonstrou comportamento quadrático com as doses de N para produção de MN (Tabela 5). Foi possível observar um aumento na produção até a dose de 81,7 kg/ha de N, onde a *Brachiaria* produziu 8908 kg/ha de MN.

Houve ajuste linear crescente para produção de MS com as doses de N (Tabela 5). De acordo as equações houve um acréscimo de 4,32 e 3,89 kg/ha de MS para cada kg de N aplicado, na ausência e presença do inoculante, respectivamente. O nitrogênio é o principal nutriente para manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras (Costa et al., 2006), onde o mesmo promove aumentos no alongamento foliar, alongamento do colmo e no número de folhas verdes (Silva et al., 2008), o que garante maiores produções de massa seca.

A *B. decumbens* apresentou menor razão folha/colmo (RFC) quando foi inoculada independente da dose de nitrogênio, o que pode ser resultado da maior disponibilidade de N e fitormônios no meio disponibilizados pela bactéria. Quanto às doses de N, verificou-se um comportamento quadrático para a mesma característica tanto com o uso quanto na ausência do inoculante (Tabela 5). Houve um aumento da RFC até a dose de 50,6 (sem inoculação) e 67,4 (com inoculação) kg/ha de N. As maiores doses de N promoveram um incremento no florescimento das plantas e com isso maior alongamento do colmo, o que resultou na menor RFC.

A interação entre as doses de nitrogênio e a inoculação não foi significativa ($P>0,05$) para proteína bruta (PB), porém a mesma foi influenciada pelas doses de N ($P<0,05$), onde foi ajustada uma equação linear crescente (Tabela 6). Nos tratamentos com aplicação de 40, 80 e 120 kg/ha de N verificou-se aumento nos teores de PB de 4,5; 9,0 e 16% respectivamente, em relação ao tratamento sem adubação nitrogenada. O N participa diretamente na biossíntese de proteínas (Andrade et al., 2003), o que explica o aumento dos seus teores com o uso da adubação nitrogenada.

Tabela 6 - Teor de proteína bruta (PB) da *Brachiaria decumbens* em função da adubação nitrogenada.

Doses de N (kg/ha)				Equação	R ²
0	40	80	120		
PB (%)					
8,12	8,49	8,85	9,42	$\hat{y} = 8,081 + 0,0107 x$	0,99

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) e fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDN_{cp}) não apresentaram efeito de interação entre a inoculação e as doses de nitrogênio ($P>0,05$) e nem efeito dos fatores estudados isoladamente ($P>0,05$) (Tabela 7). Os valores médios dos CNF foram de 20,35 e 18,22% e os da FDN_{cp} de 62,61 e 63,05% para os tratamentos sem e com inoculação, respectivamente.

Tabela 7 - Teor médio de carboidratos não fibrosos (CNF) e fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDN_{cp}) da *Brachiaria decumbens* em função da inoculação de *Azospirillum brasilense*.

Inoc. ¹	CNF (%)	FDN _{cp} (%)
Sem	20,35 a	62,61 a
Com	18,22 a	63,05 a

¹ Inoculação. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

Verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) da interação entre inoculação e doses de nitrogênio para os carboidratos totais (CT) (Tabela 8). Para CT o uso da inoculação propiciou maiores teores nas doses de 40 e 80 kg/ha de N em relação ao tratamento sem inoculante. Na ausência da inoculação foi observado um comportamento quadrático com as doses de N para a mesma característica. Os resultados demonstram que havendo maior disponibilidade de nitrogênio ocorre aumento desse mineral nas folhas, maior atividade fotossintética das plantas, maximizando a produção de carboidratos.

Tabela 8 - Teores de carboidratos totais (CT) da *Brachiaria decumbens* em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada.

Inoc. ¹	Doses de N (kg/ha)				Equação	R ²
	0	40	80	120		
CT (%)						
Sem	81,67 a	81,81 b	82,27 b	83,66 a	$\hat{y} = 81,701 - 0,0074x + 0,0002x^2$	0,99
Com	82,00 a	82,86 a	82,92 a	83,08 a	-	-

¹ Inoculação. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

Para cinzas ou matéria mineral (MM) não se verificou efeito de interação entre a inoculação e as doses de adubação nitrogenada ($P > 0,05$), não apresentando também o efeito isolado dos fatores estudados ($P > 0,05$). Para cinzas o teor médio foi de 3,03 % na ausência da inoculação e de 3,07% com a inoculação (Tabela 9). A determinação dos teores de MM fornece uma indicação da concentração dos nutrientes minerais da gramínea (Rodrigues Jr. et al., 2015), que é de suma importância para que seja formulada uma dieta balanceada, e assim reduzir custos de produção (Bertechini, 2012).

Tabela 9 - Teor médio de matéria mineral (MM) da *Brachiaria decumbens* em função da inoculação de *Azospirillum brasilense*.

MM (%)	Inoculação	
	Sem	Com
	3,03 a	3,07 a

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

4. Conclusão

O *Azospirillum brasilense* contribui de forma positiva com desenvolvimento, produção e qualidade da *Brachiaria decumbens* quando associado com dose de até 80 kg/ha nitrogênio.

Referências

- Aguirre, P.F., Olivo, C.J., Sauthier, J.C., Sauter, M.P., Aires, J.F., Seibt, D.C. & Simonetti, G.D. (2018). Valor nutritivo da Coastcross-1 inoculada com *Azospirillum brasilense*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70 (6), 1997-2006. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9977>
- Andrade, A.C., Fonseca, D.M., Queiroz, D.S., Salgado, L.T. & Cecon, P. R. (2003). Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. napier). *Ciência e Agrotecnologia*, Edição especial, 1643-1651.
- Belarmino, M.C.J., Pinto, J.C., Rocha, G.P., Furtini Neto, A.E. & Morais, A.R. de. (2003). Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim-tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. *Ciência e Agrotecnologia*, 27 (4), 879-885. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000400021>
- Bertechini, A. G. (2012). *Nutrição de monogástricos*. Lavras: Editora UFLA, 373p.
- Campos, B.C., Theisen, S. & Gnatta, V. (2000). Avaliação do inoculante Graminante na cultura de milho. *Ciência Rural*, 30 (4), 713-715. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000400026>

- Carvalho, T. L. G., Balsemão-Pires, E., Saraiva, R. M., Ferreira, P. C. G. & Hemerly, A. S. (2014). Nitrogen signalling in plant interactions with associative and endophytic diazotrophic bacteria. *Journal of Experimental Botany*, 65 (19), 5631-5642. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru319>
- Costa, K.A. de P., Oliveira, I.P. de & Faquin, V. (2006). *Adubação nitrogenada para pastagens do gênero Brachiaria em solos do Cerrado*. Documentos 192: Embrapa Arroz e Feijão, 60p.
- Detmann, E., Souza, M.A., Valadares Filho, S.C., Queiroz, A.C., Berchielli, T.T., Saliba, E.O.S., Cabral, L.S., Pina, D.S., Ladeira, M.M. & Azevedo, J.A.G. (2012). *Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal*. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p.
- Duarte, C. F. D., Cecato, U., Hungria, M., Fernandes, H. J., Biserra, T. T., Mamédio, D., Galbeiro, S. & Nogueira, M. A. (2020). Inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal em *Urochloa Ruziziensis*. *Research, Society and Development*, 9(8), e630985978. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5978>
- Euclides, V.P.B., Macedo, M.C.M., Valle, C.B., Barbosa, R.A. & Gonçalves, W.V. (2008). Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43 (12), 1805-1812.
- Fukami, J., Nogueira, M.A., Araujo, R.S. & Hungria, M. (2016). Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. *AMB Express*, 6 (3), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s13568-015-0171-y>
- Guimarães, S. L., Bonfim-Silva, E. M. & Polizel, A. C. (2011). Produção de Capim-Marandu inoculado com *Azospirillum spp.*. *Enciclopédia Biosfera*, 7 (13), 816-825.
- Hay, R.K.M. & Walker, A.J. (1989). Interception of solar radiation by the crop canopy. In: Hay, R.K.M. & Walker, A.J. *An introduction to the physiology of crop yield*. New York: Longman Scientific & Technical, p.8-30.
- Hungria, M. (2011). *Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo*. Documentos 325: Embrapa Soja. 36p.
- Klooster, W.S., Cregg, B.M., Fernandez, R.T. & Nzokou, P. (2012). Growth and physiology of deciduous shade trees in response to controlled drelease fertilizer. *Scientia Horticulturae*, 135, 71-79. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2011.12.009>
- Mertens, D.R. (2002). Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 85 (6), 1217-1240.
- Nabinger, C. & Pontes, L. da S. (2001). Morfogenese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: *Anais 38 da Reunião da sociedade brasileira de zootecnia*, Piracicaba, SP. p.755-771.
- Oliveira, A.L.M., Urquiaga, S. & Baldani, J.I. (2003). *Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos sobre o crescimento vegetal*. Documentos 161: Embrapa Agrobiologia. 22p.
- Paulino, M.F., Detmann, E., Valente, E.E.L. & Barros, L.V. (2008). Nutrição de bovinos em pastejo. In: *IV Simpósio em gestão estratégica de pastagem*, Viçosa, MG. p.131-169.
- Pinc, M. M., Cione Junior, D. A., Bazzanella Neto, M., Polli, E., Dalmagro, M., Donadel, G., Otênio, J. K. & Alberton, O. (2020). Crescimento e nutrição da *Urochloa brizantha* cv. Marandu inoculada com bactéria promotora de crescimento vegetal e sob diferentes doses de nitrogênio. *Research, Society and Development*, 9(10), e7309108925. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8925>
- Porto, E. M. V., Teixeira, F. A., Fries, D. D., Jardim, R. R., Amaro, H. T. R., Santos Filho, J. R. dos, Santos, J. P. dos, Jesus, F. M. de, Silva, H. S. & Vieira, T. M. (2022). Microrganismos promotores de crescimento de plantas como mitigadores do estresse hídrico em pastagens: uma revisão narrativa. *Research, Society and Development*, 11(11), e514111134029. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.34029>
- Reis Jr., F.B., Mendes, I.C., Reis, V.M. & Cunha, M.H. (2011). Fixação biológica de nitrogênio: uma revolução na agricultura. In: Faleiro, F.G., Andrade, S.R.M. & Reis Jr., F.B. (Ed.). *Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 729p.
- Rodrigues, D. A., Meireles, J., Melo, J. D. G. & Oliveira Junior, O. B. de. (2022). Desenvolvimento da forrageira *Pennisetum purpureum* (Schumach) cv. BRS Kurumi sobre aplicação *Azospirillum brasilense* (N), *Bacillus subtilis* (P). *Research, Society and Development*, 11(9), e7111931551. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.31551>
- Rodrigues Jr, C.T., Carneiro, M.S.S., Magalhães, J.A., Pereira, E.S., Rodrigues, B.H.N., Costa, N.L., Pinto, M.S.C., Andrade, A.C., Pinto, A.P., Fogaça, F.H.S. & Castro, K.N.C. (2015). Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. *Semina: Ciências Agrárias*, 36 (3), 2141-2154. <https://doi.org/10.5433/1679-0359>
- Sampaio, F.A.R. (2020). *Inoculação com Azospirillum brasilense e Bacillus subtilis associada à adubação nitrogenada na nutrição, desenvolvimento e produção do capim Urochloa brizantha cv.marandu* (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Brasil.
- Sant'Ana, E.V.P., Santos, A.B. & Silveira, P.M. (2010). Adubação nitrogenada na produtividade, leitura spad e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 40 (4), 491-496.
- Silva, S.C. da, Nascimento Jr., D. & Euclides, V.B.P. (2008). *Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo*. Suprema, 115p.
- Sniffen, C. J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G. & Russell, J.B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*. 70 (11), 3562 -3577. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. (6a ed.), Artmed, 888 p.