

**MILHO EM CONSÓRCIO COM *UROCHLOA* HÍBRIDA MAVUNO SOB
DOSES DE NITROGÊNIO E INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM***

176

***Corn in intercropping with urochloa hybrid mavuno under nitrogen
rates and inoculation with azospirillum***

***Maíz en interconsorcio con urochloa híbrido mavuno bajo dosis de
nitrógeno e inoculación con azospirillum***

Gabriel Batista Sousa

Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, Ceres, Goiás, Brasil
E-mail: batistasousagabriel2@gmail.com

Roriz Luciano Machado

Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, Ceres, Goiás, Brasil
E-mail: roriz.machado@ifgoiano.edu.br

Aleksander Samuel Fidelis Pereira

Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, Ceres, Goiás, Brasil
E-mail: aleksmuel@gmail.com

RESUMO

O consórcio de milho e braquiária é uma estratégia promissora em regiões tropicais, oferecendo manejo mais sustentável do solo. O uso de *Azospirillum* brasileiro é uma alternativa para redução da aplicação de fertilizantes nitrogenados com potencial de redução nos custos de adubação. Objetivou-se avaliar a inoculação com *Azospirillum* brasileiro, o consórcio com *Urochloa* híbrida Mavuno e diferentes doses de nitrogênio mineral na cultura do milho. O delineamento foi realizado em blocos ao acaso (DBC) em parcelas subdivididas, sendo as parcelas os tratamentos com e sem inoculação, e as subparcelas, com e sem consórcio, e as sub-subparcelas, as quatro doses de nitrogênio (0, 33,33, 66,67 e 100% da recomendada), com quatro repetições. As variáveis de crescimento e produção para milho grão foram, altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de espigas por planta (NEP), peso de grãos por planta e produtividade (PROD). Para as análises da *Urochloa* híbrida Mavuno avaliou-se produtividade de massa fresca (PMF), de massa seca (PMS) e teor de matéria seca (TMS). Somente AP foi influenciada pelas doses de nitrogênio (N) e interação inoculação x consórcio x doses de N, apresentando resposta linear com o incremento de N. Não houve efeito significativo dos tratamentos para as variáveis produtivas de *Urochloa*. Nas condições do estudo o consórcio *Urochloa* híbrida Mavuno e milho indica baixa competição entre as culturas sendo interessante para aumentar o índice de uso da área. **Palavras-chave:** Fixação biológica de nitrogênio. Integração. Manejo de solo.

ABSTRACT

The intercropping of maize and Brachiaria is a promising strategy in tropical regions, offering more sustainable soil management. The use of *Azospirillum* brasileiro
Revista MIRANTE, Anápolis / GO, v. 19, n. 2, maio de 2026.

represents an alternative to reduce the application of nitrogen fertilizers, with potential to lower fertilization costs. The objective of this study was to evaluate the inoculation with *Azospirillum* brasilense, intercropping with *Urochloa* hybrid Mavuno, and different rates of mineral nitrogen on maize crops. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) in split-split plots, with the main plots consisting of treatments with and without inoculation, the subplots with and without intercropping, and the sub-subplots with four nitrogen rates (0, 33.33, 66.67, and 100% of the recommended dose), with four replications. The growth and yield variables for maize grain were plant height (PH), stem diameter (SD), number of ears per plant (NEP), grain weight per plant, and yield (YLD). For *Urochloa* hybrid Mavuno, fresh mass yield (FMY), dry mass yield (DMY), and dry matter content (DMC) were evaluated. Only PH was influenced by nitrogen (N) rates and by the interaction inoculation x intercropping x N rates, showing a linear response with increasing N. There was no significant effect of the treatments on *Urochloa* yield variables. Under the conditions of this study, the *Urochloa* hybrid Mavuno–maize intercropping system indicates low competition between crops, making it an interesting strategy to increase land use efficiency.

Keywords: Biological nitrogen fixation. Integration. Soil management.

RESUMEN

El cultivo intercalado de maíz y brachiaria es una estrategia prometedora en las regiones tropicales, que ofrece un manejo del suelo más sostenible. El uso de *Azospirillum* brasilense es una alternativa para reducir la aplicación de fertilizantes nitrogenados con potencial para reducir los costos de fertilización. El objetivo fue evaluar la inoculación con *Azospirillum* brasilense, el intercultivo con *Urochloa* híbrido Mavuno y diferentes dosis de nitrógeno mineral en el cultivo de maíz. El diseño se realizó en bloques al azar (DBC) en parcelas subdivididas, siendo las parcelas los tratamientos con y sin inoculación, y las subparcelas, con y sin intercalado, y las subsubparcelas, las cuatro dosis de nitrógeno (0, 33.33, 66.67 y 100% de la cantidad recomendada), con cuatro repeticiones. Las variables de crecimiento y producción del grano de maíz fueron altura de planta (AP), diámetro de tallo (DC), número de mazorcas por planta (NEP), peso de grano por planta y productividad (PROD). Para el análisis del híbrido *Urochloa* Mavuno se evaluó la productividad de masa fresca (PMF), masa seca (PMS) y contenido de materia seca (TMS). Sólo la AP fue influenciada por las dosis de nitrógeno (N) y la interacción inoculación x consorcio x dosis de N, mostrando una respuesta lineal con el aumento de N. No hubo efecto significativo de los tratamientos para las variables productivas de *Urochloa*. En las condiciones de estudio, el consorcio *Urochloa* híbrido Mavuno y maíz indica baja competencia entre cultivos y es interesante para incrementar el ritmo de uso del área.

Palabras clave: Fijación biológica de nitrógeno. Integración. Manejo del suelo.

INTRODUÇÃO

A associação entre milho e *Urochloa* tem o potencial de oferecer uma série de vantagens ao sistema agrícola, incluindo o incremento na produção, aprimoramento da saúde do solo e diminuição dos gastos com fertilizantes e herbicidas (Beillouin *et al.*, 2021).

O consórcio de milho e braquiária é uma estratégia promissora em regiões tropicais, oferecendo manejo mais eficiente dos recursos do solo e potencial redução nos custos associados à adubação (Brito e Ferreira, 2020). O momento adequado para o plantio é crucial para o êxito dessa prática, visto que as culturas requerem condições específicas de temperatura e umidade do solo, como destacado por Ceccon (2013).

As plantas pertencentes ao gênero *Urochloa* têm se destacado, pois servem como fonte de forragem de alta qualidade para a alimentação animal e oferecem cobertura do solo excepcional. Estudos realizados por Rocha *et al.* (2023) evidenciam que essas gramíneas mantêm a palhada na área por longo período, em comparação com outras espécies vegetais.

A braquiária *Urochloa* híbrida Mavuno é opção inovadora no manejo de pastagens, integração lavoura-pecuária (ILP) e sistemas de rotação de culturas, devido aos benefícios que oferece, como alta produtividade de massa seca, excelente qualidade nutricional e maior resistência a doenças e pragas.

As pastagens desempenham papel fundamental como a principal cobertura do solo no Brasil, e a harmonia entre os sistemas solo, vegetal e animal é crucial para maximizar a produção vegetal. A preservação das pastagens assegura a reposição de nutrientes e a preservação do solo, resultando na extração de nutrientes com menor incidência de perdas por erosão ou lixiviação para os sistemas, conforme destacado por Pereira *et al.* (2018) e Cruz *et al.* (2022).

O nitrogênio (N) representa um dos nutrientes mais restritivos em diversos ecossistemas, sendo especialmente limitante nos ecossistemas tropicais e subtropicais de pastagens. Nessas áreas, a disponibilidade de N é um dos principais desafios que contribuem para a degradação das pastagens. A deficiência desse nutriente ressalta a necessidade crucial da adubação nitrogenada para garantir a manutenção da produção e a sustentabilidade das gramíneas tropicais (Cruz *et al.*, 2022).

O uso de *Azospirillum* brasilense é uma alternativa para redução da aplicação de fertilizantes nitrogenados, seja por meio da fixação biológica de N

ou maior eficiência no uso de N devido ao crescimento do sistema radicular (Hungria *et al.*, 2018).

As bactérias do gênero *Azospirillum* têm potencial para estimular o desenvolvimento das plantas por meio de múltiplos mecanismos, incluindo biossíntese de fitormônios, melhor nutrição de nitrogênio, mitigação de estresse e controle biológico da microbiota patogênica (Besen *et al.*, 2020). O principal hormônio produzido pelas cepas de *Azospirillum* é a auxina, responsável por induzir o alongamento e divisão celular.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o desempenho agronômico do milho inoculado com *Azospirillum* brasileiro em consórcio ou não com *Urochloa* híbrida Mavuno em relação a diferentes doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, situado nas coordenadas geográficas de latitude 15° 21' 0,67" e longitude 49° 35' 57", com altitude de 570 metros. O clima na região é Aw de acordo com a classificação de Köppen, sendo caracterizado como quente e semiúmido, com uma estação seca bem definida de maio a setembro e outra chuvosa de outubro a abril (Lima *et al.*, 2022).

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) em parcelas subdivididas, sendo os tratamentos com e sem inoculação (parcelas), com e sem consórcio (subparcelas), quatro doses de nitrogênio (0, 33,33, 66,67 e 100% da dose recomendada) (sub-subparcelas), com quatro repetições. A parcela foi composta de 5 linhas de 3 m espaçadas a 0,80 m entre si totalizando 12 m². A área útil foi de 2 m centrais das 3 linhas centrais da parcela.

O solo utilizado neste estudo foi classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico, apresentando grande profundidade e textura argilosa, conforme descrito por Santos *et al.* (2018).

Antes do início do experimento, foram coletadas amostras de solo para análise das características físicas e químicas na camada de 0 a 20 cm para averiguar

a necessidade de calagem e recomendação de nutrientes. Diante do resultado da análise de terra (Tabela 1) foi calculado a necessidade de calagem por diferentes métodos, tais como: elevação da saturação de bases (IAC), da neutralização do Al^{+3} e elevação de $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ (Embrapa e Souza & Lobato (2004)). No entanto, não houve a necessidade de calagem pelos métodos utilizados. A área utilizada estava em pousio há cerca de 3 anos, e possui uma boa fertilidade, conforme análise de terra (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise de terra da área experimental.

Areia	Silte	Argila	pH	M.O	Ca	Mg	Al	H+Al	K	T	K	P	V	m
-----g kg ⁻¹ -----			H ₂ O	g kg ⁻¹	-----cmol _c dm ⁻³ -----					mg dm ⁻³	-----%-----			
491	92	417	6,1	19,3	3,0	1,0	0,1	2,2	0,5	6,7	210,1	6,1	67,35	2,16

Fonte: Laboratório de solos IF Goiano - Campus Ceres, 2025.

Quanto à adubação da cultura do milho a recomendação indicou 150 kg ha⁻¹ de N; 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 110 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo adubação de semeadura e cobertura, conforme Sousa e Lobato (2004).

O preparo do solo foi o convencional do solo com aração com arado de discos seguido de duas gradagens de nivelamento com trator Massey Ferguson modelo 4275 de 75 cv de potência.

A quantidade de sementes de braquiária por área foi calculada em função do valor cultural das sementes [(pureza x germinação) /100] (Regras, 2009) e índice de sobrevivência das plantas, para o mês de janeiro. Foram utilizadas 23 plantas m⁻² de *Urochloa* híbrida Mavuno da Wolf Sementes com índice de sobrevivência de 40%. A semeadura da braquiária foi realizada a lanço na área total da parcela. O lote das sementes apresentou viabilidade comercial (VC%) de 76% e peso de mil sementes (PMS) de 9,68 g, garantindo a uniformidade e a qualidade necessária para o sucesso do plantio. Utilizou-se 8 kg de sementes puras por hectare.

O inoculante utilizado foi Bioma Mais Milho, formulado a base de bactérias *Azospirillum brasilense* (Cepas Ab-V5 e Ab-V6), que proporciona a fixação

biológica de nitrogênio (FBN) e a promoção do crescimento vegetal, com uma contagem de células $2,5 \times 10^8$ células mL⁻¹. O produto não apresentou contaminação. A dose padrão utilizada foi de 100 mL para 60 mil sementes de milho. Visando facilitar a dosagem necessária de inoculante, calculou-se previamente o peso de mil sementes (PMS) o qual foi 383,07 g. Após o tratamento, as sementes foram homogeneizadas e deixadas em ambiente coberto e com temperatura abaixo de 30°C, por cerca de 15 minutos conforme Hungria (2016). As sementes foram inoculadas (misturadas) usando sacos plásticos.

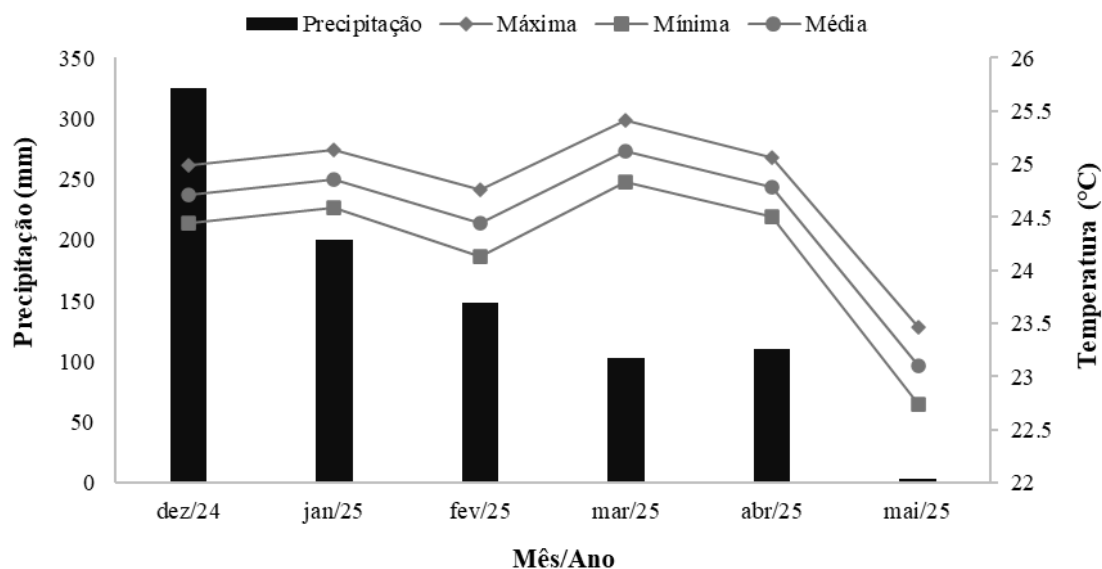
O material genético de milho utilizado foi o híbrido MG711 PWU, produzido pela empresa Morgan Sementes. Esse milho híbrido foi selecionado por suas características de alta produtividade e resistência a pragas, além de ser amplamente adaptado às condições climáticas e de solo da região em estudo.

Previamente à semeadura, foi realizada a regulação da semeadora adubadora JM 2980, composta por cinco linhas de plantio, dispostas com espaçamento de 0,80 m entre linhas para uma população final de 60 mil plantas por hectare em função da taxa de germinação e a pureza das sementes.

Após a delimitação de cada tratamento no experimento, foi realizada a semeadura da *Urochloa* utilizando o método de distribuição a lanço, que permite ampla cobertura da área e distribuição uniforme das sementes. Para facilitar a distribuição das sementes e otimizar o manejo, utilizou-se 50 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (20% de P₂O₅).

Dados da estação meteorológica do IF Goiano - Campus Ceres foram coletados tais como, precipitação pluviométrica, temperatura máxima, média e mínima, durante o período dezembro/2024 a maio/2025 (Figura 1).

Figura 1. Precipitação pluviométrica e variáveis de temperatura máxima, média e mínima obtida entre dezembro/2024 a maio/2025.



Fonte: Estação meteorológica IF Goiano - Campus Ceres, 2025.

Quanto às avaliações do experimento avaliou-se as variáveis, altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), número de espigas por planta (NEP), peso de grãos por planta (PGP) e produtividade (PROD). Para as análises da *Urochloa* híbrida Mavuno foram avaliadas as variáveis de produtividade de massa fresca (PMF), produtividade de massa seca (PMS) e teor de matéria seca (TMS).

Os dados obtidos foram submetidos à análises estatísticas de ANOVA, e para os tratamentos significativos (efeitos isolados e interações), aplicou-se o teste de Tukey e análise de regressão (para doses), utilizando-se o software estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as variáveis morfológicas do milho, verifica-se que somente altura de plantas apresentou diferenças estatísticas ($p < 0,05$) para os tratamentos, no caso, para doses e interação inoculação x consórcio x doses de nitrogênio (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância para morfologia do milho em relação a inoculação, consórcio e doses de nitrogênio.

Fonte de variação	Quadrado médio				
	AP	DC	NEP	PGP	PROD
Bloco	0,3549 ^{ns}	47,6356 [*]	0,0450 ^{ns}	66312,0810 ^{ns}	10361262,6429 ^{ns}
Inoculação (I)	0,6823 ^{ns}	0,7656 ^{ns}	0,0100 ^{ns}	18313,7691 ^{ns}	2861526,4188 ^{ns}
Erro 1	0,3081	3,1640	0,0317	38917,6548	6080883,5666
Braquiária (B)	0,0506 ^{ns}	0,1406 ^{ns}	0,0025 ^{ns}	2656,5649 ^{ns}	415088,2622 ^{ns}
I x B	0,0006 ^{ns}	0,2756 ^{ns}	0,4225 ^{ns}	54829,9104 ^{ns}	8567173,5038 ^{ns}
Erro 2	0,0191	1,3223	0,2475	54829,9104	8567173,5038
Doses (D)	0,3059 [*]	3,9956 ^{ns}	0,0117 ^{ns}	20485,6605 ^{ns}	3200884,4529 ^{ns}
I x D	0,0080 ^{ns}	2,9406 ^{ns}	0,0417 ^{ns}	11636,1061 ^{ns}	1818141,5717 ^{ns}
B x D	0,0011 ^{ns}	3,6656 ^{ns}	0,0942 ^{ns}	7725,3490 ^{ns}	1207085,7794 ^{ns}
I x B x D	0,0175 [*]	8,9273 ^{ns}	0,0075 ^{ns}	4613,6921 ^{ns}	720889,3833 ^{ns}
Erro 3	0,0051	5,2975	0,0556	19389,7275	3029644,9177
CV 1 (%)	24,21	8,21	12,49	31,28	31,28
CV 2 (%)	6,03	5,31	34,91	37,13	37,13
CV 3 (%)	3,13	10,63	16,54	22,08	22,08
Média geral	2,2924	21,6531	1,4250	630,5918	7882,3979

*= Significativo $p < 0,05$; ns= não significativo; CV= Coeficiente de variação; AP= altura de plantas (m); DC= diâmetro do caule (mm); NEP= número de espigas por planta; PGP= peso de grãos por espiga (g); PROD= produtividade (kg ha^{-1}). Dados realizados pelo teste Tukey a 5%.

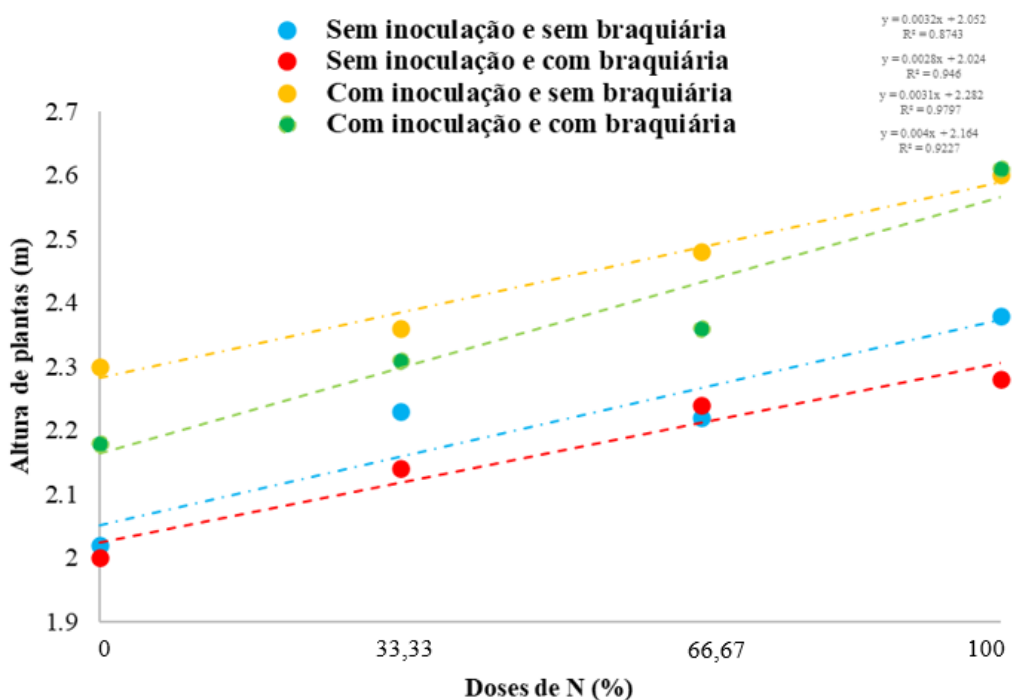
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A Figura 2 apresenta o ajuste dos dados de AP ao modelo linear na interação inoculação x braquiária x doses. Os resultados indicaram que tanto as doses crescentes de nitrogênio quanto a inoculação influenciaram positivamente na altura das plantas de milho. O consórcio com braquiária promoveu discreta redução na altura das plantas de milho. Entretanto, essa interação não comprometeu a resposta positiva da cultura com o incremento de doses de nitrogênio. A redução de altura de plantas foi mais pronunciada na presença da *Urochloa* e sem inoculação, provavelmente pela competição por nutrientes, água

e luz conforme relatado por Crusciol *et al.* (2015) e ausência dos benefícios das bactérias promotoras de crescimento em plantas (BPCP).

As plantas de milho com inoculação e sem braquiária tiveram maior altura que todos tratamentos nas diferentes doses, mostrando que o consórcio tem um custo para o sistema. Porém, com base na AP o consórcio milho x braquiária com inoculação e adubação, principalmente nas maiores doses de N, ficou próximo do melhor tratamento sendo uma das melhores combinações por ter duas culturas simultâneas, aumentando a viabilidade e sustentabilidade do sistema.

Figura 2. Regressão para altura de plantas para o fator interação inoculação x braquiária x doses sob diferentes doses de nitrogênio em milho.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Segundo Hungria *et al.* (2016), mesmo em condições de maior disponibilidade de N no solo, o microrganismo pode contribuir para maior vigor inicial das plantas, o que pode explicar a resposta linear observada para altura conforme o incremento das doses de N. Os maiores resultados superiores de AP com o uso de BPCP corrobora com resultados descritos por Hungria *et al.* (2010),

que destacam a contribuição da inoculação para o desenvolvimento inicial do milho.

Com a inoculação BPCP a diferença entre sistemas consorciados e solteiros nas doses máximas de N foi menor. Isso pode estar relacionado à hipótese de que, em ambientes com alta disponibilidade de nutrientes, a competição inicial entre milho e braquiária é minimizada (Borghi *et al.*, 2013; Crusciol *et al.*, 2014). A braquiária apresenta maior desenvolvimento vegetativo em estádios mais avançados, o que reduz a competição direta com a cultura do milho nas fases críticas de crescimento (Makino, 2018).

Estudo realizado por Condori *et al.* (2024) verificaram interação significativa entre inoculação e dose de N sobre a altura do milho, onde os tratamentos que receberam inoculação, foram superiores aos que não receberam, com a mesma dosagem de nitrogênio.

Oliveira *et al.* (2018) mostraram que a inoculação com *Azospirillum brasiliense*, combinada com fertilização mineral, promoveu aumento na altura do milho, rendimento e concentração de N nas folhas. O incremento foi expressivo nas plantas inoculadas em relação àquelas não fertilizadas ou não inoculadas.

Schaefer *et al.* (2019) constataram que o *Azospirillum* contribui para o desenvolvimento e a produtividade das plantas, embora não possa substituir a adubação com nitrogênio. Cadore *et al.* (2016) relatam que esses microrganismos podem beneficiar as plantas, promovendo crescimento dos diferentes órgãos ao produzir fitormônios.

Em relação às variáveis diâmetro do colmo, número de espigas por planta e produtividade não foram influenciadas ($p < 0,05$) pelos tratamentos (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Médias das variáveis analisadas para morfologia do milho em relação a inoculação, consórcio e doses de nitrogênio.

Tratamentos	DC	NEP	PGP	PROD
Inoculação (I)				
Sem	21,76 a	1,44 a	613,68 a	7.670,95 a
Com	21,54 a	1,41 a	647,51 a	8.093,85 a
Braquiária (B)				
Sem	21,70 a	1,43 a	637,03 a	7.962,93 a
Com	21,61 a	1,42 a	624,03 a	7.801,86 a
Inoculação (I) x Braquiária (B)				
Sem (B)				
Sem (I)	21,88 a	1,36 a	649,39 a	8.117,35 a
Com (I)	21,53 a	1,50 a	624,68 a	7.808,51 a
Com (B)				
Sem (I)	21,65 a	1,51 a	577,96 a	7.224,54 a
Com (I)	21,56 a	1,33 a	670,33 a	8.379,19 a
Inoculação (I) x Doses (D)				
Sem (I)				
0%	21,05	1,43	568,27	7.103,43
33,33%	22,28	1,50	558,75	6.984,38
66,67%	21,88	1,35	644,42	8.055,28
100%	21,85	1,48	683,26	8.540,70
Com (I)				
0%	21,25	1,40	620,44	7.755,44
33,33%	21,50	1,35	659,91	8.248,82
66,67%	20,80	1,45	645,19	8.064,86
100%	21,63	1,45	664,50	8.306,27
Braquiária (B) x Doses (D)				
Sem (B)				
0%	20,93	1,43	598,07	7.475,88
33,33%	21,68	1,53	592,19	7.402,39
66,67%	21,20	1,40	680,82	8.510,24

100%	23,00	1,38	677,06	8.463,22
Com (B)				
0%	21,38	1,40	590,64	7.382,99
33,33%	22,10	1,33	626,47	7.830,81
66,67%	21,48	1,40	608,79	7.609,91
100%	21,48	1,55	670,70	8.383,75

AP= altura de plantas (m); DC= diâmetro do caule (mm); NEP= número de espigas por planta; PGP= peso de espigas por planta (g); PROD= produtividade (kg ha⁻¹). Letras iguais na mesma coluna para cada fonte de variação não se difere entre si. Dados realizados pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A análise da produtividade do milho (kg ha⁻¹) representa um dos parâmetros mais relevantes em experimentos agrônômicos, uma vez que constitui a variável diretamente relacionada ao desempenho econômico da cultura. Mesmo quando não sendo observadas diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, houve uma redução de 12,44% em relação ao milho inoculado a sem inoculação, e um aumento de 0,8% para o milho sem braquiária em relação ao com braquiária, fatores sendo analisados isoladamente.

Essa redução pode ter o ocorrido devido a simbiose com as bactérias fixadores de N ter um custo para a planta por meio de dreno de fotoassimilados (Oliveira *et al.*, 2022).

Tabela 4. Médias das variáveis morfológicas do milho em relação a inoculação, consórcio e doses de nitrogênio.

Tratamentos	DC	NEP	PGE	PROD
Doses (D)				
0%	21,15	1,41	594,35	7.429,43
33,33%	21,89	1,43	609,33	7.616,60
66,67%	21,34	1,40	644,81	8.060,07
100%	22,24	1,46	673,88	8.423,48
Inoculação (I) x Braquiária (B) x Doses (D)				
Sem (B) – Sem (I)				
0%	20,60	1,35	589,46	7.368,22

33,33%	22,50	1,55	566,09	7.076,10
66,67%	20,90	1,25	734,81	9.185,16
100%	23,45	1,30	707,19	8.839,93
Sem (B) – Com (I)				
0%	21,25	1,50	606,68	7.583,54
33,33%	20,80	1,50	618,29	7.728,68
66,67%	21,50	1,55	626,83	7.835,32
100%	22,55	1,45	646,92	8.086,51
Com (B) – Sem (I)				
0%	21,50	1,50	547,09	6.838,63
33,33%	22,00	1,45	551,41	6.892,66
66,67%	22,85	1,45	554,03	6.925,41
100%	20,25	1,65	659,32	8.241,47
Com (B) – Com (I)				
0%	21,25	1,30	634,19	7.927,35
33,33%	22,20	1,20	701,52	8.768,97
66,67%	20,10	1,35	663,55	8.294,41
100%	22,70	1,45	682,08	8.526,02

DC= diâmetro do caule (mm); NEP= número de espigas por planta; PGE= peso de espigas por planta (g); PROD= produtividade (kg ha⁻¹). Dados analisados pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Quando realizado o estudo da análise da interação tripla (I x B x D), embora não tenha sido significativo, os resultados para produtividade do milho sem braquiária e sem inoculação e dose 100% de N tenderem em ser maior (9,95%) que o milho com braquiária e sem inoculação e dose 100% de N, mostrando que a utilização da braquiária competiu com o milho, causando perdas de produtividades, mas o que já é esperado.

Em trabalho de Alves, Sobral e Reis (2020), a produtividade do milho variou ao longo dos três anos avaliados em função da aplicação de nitrogênio, independentemente da utilização ou não da inoculação, sendo essa variação influenciada por diferenças marcantes no regime de disponibilidade hídrica.

Diversos estudos relataram que a inoculação com *Azospirillum brasilense* não teve impacto significativo na produtividade do milho e exerceu pouca interferência em suas características morfofisiológicas (Pandolfo *et al.*, 2015; Zambonin *et al.*, 2019) ou no rendimento da cultura (Mumbach *et al.*, 2017; Silva Jr., Freitas e Rezende, 2021).

Para as análises realizadas na *Urochloa* híbrida Mavuno não houve efeito dos tratamentos isolados e nem interação para as variáveis teor de matéria seca (TMS), produtividade de massa fresca (PMF) e produtividade de massa seca (PMS), como visto na tabela 6.

Tabela 6. Análise de variância (quadrado médio) para braquiária em relação a inoculação e doses de nitrogênio.

Fonte de variação	TMS	PMF	PMS
Bloco	0,0008 ^{ns}	322,7267 ^{ns}	4,4969 ^{ns}
Inoculação (I)	0,0002 ^{ns}	0,2509 ^{ns}	10,9668 ^{ns}
Erro 1	0,0013	48,1775	22,9603
Doses (D)	0,0001 ^{ns}	158,1671 ^{ns}	9,4540 ^{ns}
I x D	0,0006 ^{ns}	106,6410 ^{ns}	6,5340 ^{ns}
Erro 2	0,0003	115,7353	5,9999
CV 1 (%)	17,12	12,07	39,20
CV 2 (%)	8,20	18,70	20,04
Média geral	0,2122	57,5155	12,2247

*= Significativo $p < 0,05$; ns= não significativo; CV= Coeficiente de variação; TMS= teor de matéria seca; PMF= produtividade de massa fresca (ton ha^{-1}); PMS= produtividade de massa seca (ton ha^{-1}). Dados realizados pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

As médias das variáveis teor de matéria seca, produtividade de massa fresca e produtividade de massa seca não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7. Médias das variáveis morfológicas da braquiária em relação a inoculação e doses de nitrogênio.

Tratamentos	TMS	PMF	PMS
Inoculação (I)			
Sem	0,21 a	57,43 a	11,64 a
Com	0,21 a	57,60 a	12,81 a
Doses (D)			
0%	0,21	51,63	11,08
33,33%	0,22	57,61	12,89
66,67%	0,21	58,42	11,55
100%	0,21	62,40	13,38
Inoculação (I) x Doses (D)			
Sem (I)			
0%	0,22	48,32	10,93
33,33%	0,22	56,53	12,28
66,67%	0,20	57,29	9,72
100%	0,21	67,56	13,63
Com (I)			
0%	0,20	54,95	11,23
33,33%	0,21	58,68	13,49
66,67%	0,21	59,55	13,39
100%	0,22	67,56	13,14

TMS= teor de matéria seca (kg kg^{-1}); PMF= produtividade de massa fresca (ton ha^{-1}); PMS= produtividade de massa seca (ton ha^{-1}). Letras iguais na mesma coluna para cada fonte de variação não se difere entre si. Dados realizados pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A inoculação com *Azospirillum brasilense* aplicada ao milho em consórcio, refletiu em tendência de aumento nos valores médios de PMF e PMS da braquiária em relação ao tratamento sem inoculação. Se observou já na dose de 33% de N tendência da inoculação contribuir com a PMF e PMS.

Esse efeito indireto pode estar associado à maior disponibilidade de N no sistema, proporcionada pela ação da bactéria em estimular o crescimento e a eficiência nutricional do milho, favorecendo, por consequência, o

Revista MIRANTE, Anápolis / GO, v. 19, n. 2, maio de 2026.

desenvolvimento da forrageira. Além disso, sabe-se que *Azospirillum* libera fitohormônios que aumentam a ramificação e o volume do sistema radicular, favorecendo a captura de água e nutrientes (Oliveira *et al.*, 2022).

CONCLUSÃO

Altura de plantas de milho varia com o consórcio com *Urochloa* híbrida Mavuno, inoculação com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio. Plantas inoculadas apresentam maior crescimento que as não inoculadas, independentemente da dose, e aquelas cultivadas sem consórcio foram de 2% a 3% mais altas que as consorciadas.

As demais variáveis avaliadas do milho e da braquiária não são influenciadas pelo consórcio milho x braquiária e origem do nitrogênio aplicado (mineral ou FBN).

A competição da braquiária com o milho foi baixa sendo interessante o uso do consórcio para aumentar o índice de uso da área e melhorar a sustentabilidade e viabilidade do cultivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, pela concessão da bolsa de pesquisa IC/PIBIC e estrutura, e à Empresa Wolf Sementes, pelo fornecimento das sementes de braquiária.

REFERÊNCIAS

ALVES, G. C.; SOBRAL, L. F.; REIS, V. M. Rendimento de grãos de milho inoculado com bactérias diazotróficas com aplicação de fertilizante nitrogenado. **Revista Caatinga**, 33 (3), 644-652. 2020.

BEILLOUIN, D.; BEN-ARI, T.; MALÉZIEUX, E.; SEUFERT, V.; MAKOWSKI, D. Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. **Glob Chang Biol**. Oct;27(19):4697-4710, 2021.

BESEN, M. R.; GOES NETO, A. F.; ESPER NETO, M.; ZAMPAR, E. J. O.; COSTA, E. J. O.; CORDIOLI, V. R.; INOUE, T. T.; BATISTA, M. A. Nitrogen fertilization and leaf spraying with *Azospirillum brasilense* in wheat: effects on mineral nutrition and yield. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.19, p.483-493, 2020.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. **Crop Science**, v. 53, n. 2, p. 629-636, 2013.

BRITO, G. G.; FERREIRA, A. C. B. Cultivo consorciado de *Urochloa ruziziensis* com milho segunda safra em sucessão à soja: contribuições ecofisiológicas e produtividades. **Campina Grande: Embrapa Algodão**, 2020.

CADORE, R.; NETTO, A.P.D.C.; REIS, E.F.; RAGAGNIN, V.A.; FREITAS, D.S. dos; de LIMA, T.P. ROSSATO, M. & D'ABADIA, A.C.A. Híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, vol. 15, n. 3, p. 399-410, 2016.

CECCON, G. **Consórcio milho-braquiária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

CONDORI, T.; ALARCÓN, S.; HUASASQUICHE, L.; GARCÍA-BLÁSQUEZ, C.; PADILLA-CASTRO, C.; VELÁSQUEZ, J.; SOLÓRZANO, R. Inoculation with *Azospirillum brasilense* as a Strategy to Reduce Nitrogen Fertilization in Cultivating Purple Maize (*Zea mays* L.) in the Inter-Andean Valleys of Peru. **Microorganisms** 2024, 12, 2107.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O.; BORGHI, E. Benefits of integrating crops and tropical pastures as systems of production. **Better Crops**, v. 98, n. 2, p. 14-16, 2014.

CRUSCIOL, C. A. C., NASCENTE, A. S., MATEUS, G. P., MARTINS, P. O., BORGHI, E., & PARIZ, C. M. Intercropping soybean and palisade grass for enhanced land

use efficiency and revenue in a no-till system. **Agronomy Journal**, 107(2), 739–748, 2015.

CRUZ, N. T.; DIAS, L. S. D.; FRIES, D. D.; JARDIM, R. R.; SOUSA, B. M. DE L.; PIRES, A. J. V.; RAMOS, B. L. P. Alternativas para recuperação e renovação de pastagens degradadas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.28, p.15-35, 2022.

HUNGRIA, M. **Azospirillum: um velho novo aliado**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016.

HUNGRIA, M., CAMPO, R. J., SOUZA, E. M., & PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, 331, 413–425. 2010.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Inoculation of *Brachiaria* spp. with *Azospirillum brasilense*: an environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 221, p. 125-131, 2016.

HUNGRIA, M.; RIBEIRO, R. A.; NOGUEIRA, M. A. Draft genome sequences of *Azospirillum brasilense* strains Ab-V5 and Ab-V6, commercially used in inoculants for grasses and legumes in Brazil. **Genome Announcements**, v. 6, n. 20, e00393-18, 2018.

LIMA, L. E. R.; ARCAMINHO, N. V. F.; DOURADO, L. W. L. F.; SOARES, L. S.; SOUSA, C. M. Trocas gasosas de diferentes cafeeiros avaliados na fase de floração sob diferentes horários. In: IV Integra IF Goiano, 2022, Urutaí-GO. **Anais do IV Integra IF Goiano**, 2022, 2022. V. 5. P. 1355-1359.

MAKINO, P. A. **Desempenho agronômico e fisiológico de milho em arranjos de plantas, com e sem braquiária, no verão e outono-inverno**. Doutorado em Agronomia – Universidade Federal da Grande Dourados, 2018.

MUMBACH, G. L.; KOTOWSKI, I. E.; SCHNEIDER, F. J. A.; MALLMANN, M. S.; BONFADA, E. B.; PORTELA, V. O.; BONFADA, E. B.; KAISER, D. R. Resposta à inoculação com *Azospirillum brasilense* em trigo e milho de segunda safra. **Scientia Agraria**, 18(2):97-103, 2017.

OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J. R. A.; PEREIRA, B. F. F.; MUNIZ, A. W. Inoculação com *Azospirillum brasiliense* aumenta a produtividade do milho. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**. 5, 6, 2018.

OLIVEIRA, O. H. DE.; CECCON, G.; CAPRISTO, D. P.; FACHINELLI, R.; GUIMARÃES, A. G. Inoculante reduz perda de produtividade em milho consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 57, e02729, 2022.

PANDOLFO, C. M.; VOGT, G. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; ZOLDAN, S. R. Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura. **Agropecuária Catarinense**, 27(3):94-99, 2015.

PEREIRA, L. F.; FERREIRA, C. F. C.; GUIMARÃES, R. M. F. Manejo, qualidade e dinâmica da degradação de pastagens na Mata Atlântica de Minas Gerais - Brasil. **Nativa**, v.6, p.370-379, 2018.

REGRAS. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. - Brasília: Mapa/ACS, 2009.

ROCHA, R. A. S.; SILVA, T. J.A.; BONFIM-SILVA, E. M.; DUARTE, T. F.; OLIVEIRA, N. P. R. Cultivation of *Urochloa brizantha* under different soil densities and doses of wood ash. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**: v.27, n.3, p.230-238, 2023.

SCHAEFER, P. E.; MARTIN, T. N.; TABALDI, L. A.; PIZZANI, R. Inoculação com *Azospirillum Brasilense* na produtividade e componentes da produtividade do milho em sistema de integração lavoura-pecuária. **Acta Scientiarum**. Agronomia, 41:e39481, 2019.

SILVA JR, JAM; FREITAS, JM; REZENDE, CFA Produtividade do milho associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de adubação nitrogenada. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, 10:e42810212711, 2021.

SOUSA, D. M. G. de LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, **DF: Embrapa Cerrados**, 2004.

ZAMBONIN, G.; PACENTCHUK, F.; LIMA, F. N.; HUZAR NOVAKOWISKI, J.; SANDINI, I. E. Response of maize crop hybrids, with different transgenic events, to inoculation with *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, 12(1):33-40, 2019.