



CAPIM XARAÉS SUBMETIDO A INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO COM RIZOBACTÉRIA PROMOTORA DO CRESCIMENTO DE PLANTAS E FUNGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR

GRASS XARAÉS SUBMITTED TO INOCULATION AND COINOCULATION WITH GROWTH-PROMOTING BACTERIA AND ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGUS

Lucas Bravim Furlan

Instituto Federal de Rondônia – IFRO, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-6911-8097>
E-mail: furlanlucas466@gmail.com

Luciane da Cunha Codognoto

Instituto Federal de Rondônia – IFRO, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9234-4606>
E-mail: luciane.codognoto@ifro.edu.br

Thassiane Telles Conde

Instituto Federal de Rondônia – IFRO, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2086-2348>
E-mail: thassiane.conde@ifro.edu.br

Submetido: 15 abr. 2023.

Aprovado: 1 jun. 2023.

Publicado: 7 jun. 2023.

E-mail para correspondência:

furlanlucas466@gmail.com

Resumo: O Brasil possui cerca de 180 milhões de hectares utilizados no cultivo de plantas forrageiras. Dentre as alternativas para potencializar a produção das forrageiras, tem-se microrganismos, no qual sua simbiose por inoculação de sementes representa uma tecnologia ambientalmente correta e economicamente viável para pastagens. Assim, objetivou-se avaliar características morfológicas e de produção da gramínea *U. brizantha* cv. Xaraés após tratamento de sementes inoculadas com *Azospirillum brasilense* (RPCP) e *Rhizophagus intraradices* (FMA) e sua coinoculação em três colheitas sucessivas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Campus Ariquemes. Sementes de capim Xaraés foram submetidas aos tratamentos e semeadas em vasos (9 dm³). Aos 19 dias após semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, deixando três plantas por vaso. Aos 49 DAS fez-se o corte de uniformização do cultivo. Foram realizados coleta de dados do dossel forrageiro e do sistema radicular. O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado, com 12 repetições, organizado em esquema fatorial 4 x 3. Foram testados quatro fatores qualitativos (testemunha; inoculação com RPCP, inoculação com FMA; e, coinoculação), constituídas de três cortes avaliativos: aos 62, 65 e 71 DAS. Os dados foram submetidos a análise de variância e, quando significativos, foram submetidos ao teste de Scott-knott ($p < 0,05$). O uso das inoculações e coinoculação,



promoveram incremento no número de folhas por vaso, em relação a testemunha. A progressão dos cortes reduziu a massa seca aérea e o número de folhas por vaso. A inoculação e não influenciou nas variáveis de raiz.

Palavras-chave: *Rhizophagus intraradices*. *Azospirillum brasilense*. *Urochloa*.

Abstract: Brazil has approximately 180 million hectares dedicated to the cultivation of forage plants. Among the alternatives to enhance forage production, microorganisms have been studied as a promising option. Their symbiosis through seed inoculation represents an environmentally friendly and economically viable technology for pasture improvement. The objective of this study was to evaluate the morphological and production characteristics of *Urochloa brizantha* cv. Xaraés grass after seed treatment with *Azospirillum brasilense* (RPCP) and *Rhizophagus intraradices* (FMA), as well as their co-inoculation, over three successive harvests. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Institute of Rondônia (IFRO), Ariquemes Campus. Xaraés grass seeds were subjected to different treatments and sown in 9 dm³ pots. Thinning was performed 19 days after sowing (DAS), leaving three plants per pot. At 49 DAS, a uniform cutting was carried out. Data on the forage canopy and root system were collected. The experiment followed a completely randomized design with 12 repetitions, organized in a 4 x 3 factorial scheme. Four qualitative factors were tested (control; RPCP inoculation; FMA inoculation; and co-inoculation) in three evaluation cuts: at 62, 65, and 71 DAS. The data were subjected to analysis of variance, and when significant, the Scott-knott test was applied ($p < 0.05$). The use of inoculations and co-inoculation led to an increase in the number of leaves per pot compared to the control. However, as the harvests progressed, there was a decrease in above-ground dry mass and the number of leaves per pot. Inoculation did not influence the root variables.

Keywords: *Rhizophagus intraradices*. *Azospirillum brasilense*. *Urochloa*

Introdução

O Brasil detém cerca de 180 milhões de hectares cultivados com plantas forrageiras e, 47,78% são do gênero *Urochloa* ⁽¹⁾. No estado de Rondônia, cerca de 32,83% da área são de pastagem cultivada e, destinada para rebanho bovino de 10,49 milhões de animais ⁽²⁾, em que 14,90% do PIB advém do seguimento agropecuário ⁽³⁾. Portanto, as gramíneas forrageiras tropicais são a base alimentar do rebanho bovino. Empregar técnicas voltadas à abordagem atual de produção agrícola, priorizando a sustentabilidade ambiental e animal, caracterizam redução no aporte de fertilizantes químicos e custo de produção, proporcionando produtividade com reduzido impacto ambiental. A espécie *Urochloa brizantha* (sinonímia *Brachiaria brizantha*) é uma gramínea que apresenta alta resistência a cigarrinhas ⁽⁴⁾ e ao fungo de solo *Rhizoctonia* ⁽⁵⁾; de elevado valor nutritivo ⁽⁶⁾; adaptada a solos de baixa fertilidade



e ácidos ⁽⁷⁾; e, persistência sob pastejo. Em solos férteis e manejados corretamente, ocorre produção forrageira aproximada de 10 t ha⁻¹ de biomassa por corte, no período chuvoso do ano ⁽⁸⁾, entre os meses de outubro e abril.

Dentre as alternativas para potencializar a produção das forrageiras, destaca-se o uso de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPs), como *Azospirillum brasilense*. Esses microrganismos colonizam o interior e a superfície das raízes ⁽⁹⁾, proporcionando efeitos benéficos às plantas, como: fixação biológica de nitrogênio (FBN) ⁽¹⁰⁾; liberação de fitormônios, como auxina ⁽¹¹⁾ e citocinina ⁽¹²⁾. *A. brasilense* proporciona ganhos no desempenho agrônômico e produtividade das forrageiras, tendo incrementos na massa seca da parte aérea e radicular ⁽¹³⁾, número de perfilhos, altura de plantas, acúmulo diário de forragem ⁽¹⁴⁾ e clorofilas 'a' e 'b' ⁽¹⁵⁾.

Outra possibilidade são os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). São microrganismos de solo, pertencentes ao filo Glomeromycota, que se associam às raízes das plantas formando estrutura externa denominado micélio, e exploram o solo de forma mais eficiente, absorvendo água e nutrientes, os quais são fornecidos à planta hospedeira em troca de fotoassimilados ⁽¹⁶⁾. Por serem organismos biotróficos obrigatórios, dependem da simbiose com a planta para completar seu ciclo ⁽¹⁷⁾. Por aumentar a zona radicular e a absorção de recursos do solo, a simbiose dos FMAs promove aumento na altura, massa seca da parte aérea, comprimento de raiz, número de perfilhos da planta hospedeira ⁽¹⁸⁾; maior eficiência e aproveitamento das adubações, resultando em aumento dos teores nitrogênio, fósforo e potássio na planta e ao mesmo modo, na disponibilização de fósforo no solo ⁽¹⁹⁾; e, redução de efeitos adversos do estresse hídrico ⁽²⁰⁾.

Quando ocorre associações de RPCPs com FMAs advém efeitos biointensificadores da simbiose. As rizobactérias incitam a colonização radicular pelo FMA, produzindo perfis de proteínas e lipídios, melhorando o intercuro de sinalização entre o fungo e a receptividade da raiz. Ainda, favorece a produção de enzimas (quitinase, protease, celulase) e exopolissacarídeos, estimulando prováveis locais de interação e sobrevivência/maturação dos esporos ⁽²¹⁾. Pesquisas com as culturas soja, milho, feijão ou plantas forrageiras, que envolvem o uso de *A. brasilense*, apresentam resultados promissores, uma vez que os dados de estudos comprovam viabilidade em sua utilização. Assim, com base nas pesquisas, espera-se efeito positivo da bactéria na espécie *U. brizantha* cv. Xaraés; entretanto, sua

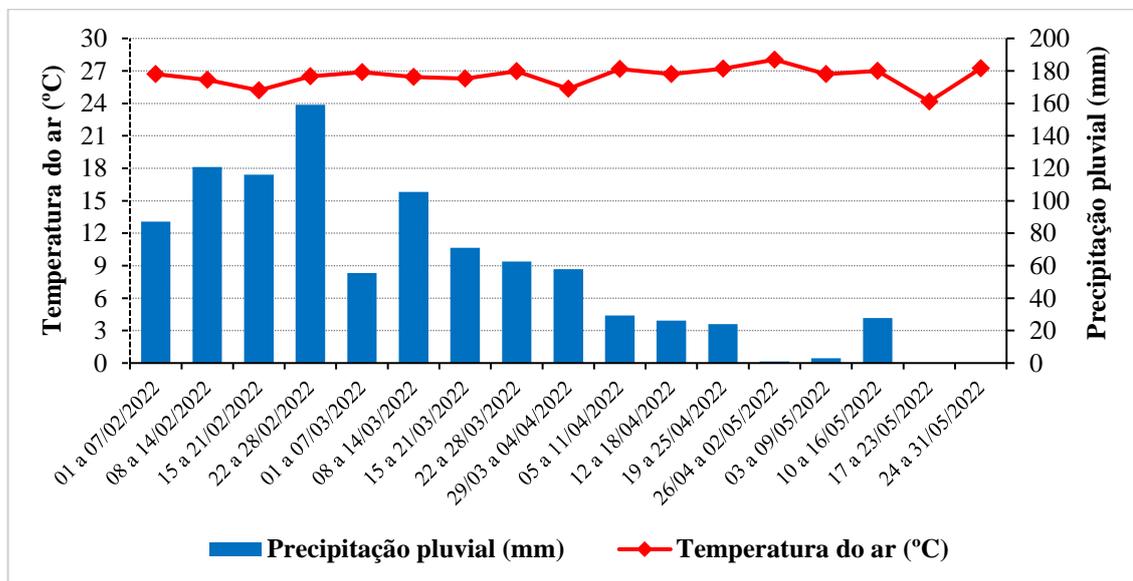
associação e consequentes efeitos são ainda pouco estudados com o *R. intraradices* em forrageira.

Deste modo, objetivou-se avaliar características morfológicas e de produção do capim Xaraés (*U. brizantha*) formadas a partir do tratamento de sementes por inoculação com *A. brasilense* ou *R. intraradices* e coinoculação (*A. brasilense* + *R. intraradices*), em três cortes avaliativos sucessivos.

Metodologia

O experimento foi conduzido em vasos no período de fevereiro a maio de 2022, em casa de vegetação protegida com tela de sombreamento com 50% de retenção de luminosidade solar, inclusive na cobertura, e recoberto por filme plástico agrícola para estufa de 100 micras, instalada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Ariquemes, localizado em latitude de 9° 55' 12" S, longitude de 62° 56' 59" O e altitude de 128 m. Os dados climatológicos do período experimental foram obtidos no Sistema de Monitoramento Agrometeorológico ⁽²²⁾, estação TRMM.5264 (Figura 1).

Figura 1. Temperatura do ar e precipitação pluvial semanal do período experimental



Fonte: Dos autores (2022).



O solo de cultivo foi oriundo de área não cultivada (solo de barranco), classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, destorroado e peneirado. A análise química do solo apresentou as seguintes características: pH (CaCl₂): 4,82; pH (H₂O): 5,12; P (mg dm⁻³): 49,70; K⁺ (cmolc dm⁻³): 0,31; Al³⁺ (cmolc dm⁻³): 0; Ca²⁺ (cmolc dm⁻³): 2,53; Mg²⁺ (cmolc dm⁻³): 2,69; H+Al²⁺ (cmolc dm⁻³): 3,024; Soma de Bases (cmolc dm⁻³): 5,54; CTC pH 7 (cmolc dm⁻³): 8,86 e Saturação por bases (V%): 62,50. Para a análise de textura, o solo apresentou proporção de argila:silte:areia equivalentes a 500:220:280 g kg⁻¹, respectivamente. O solo foi acomodado em vasos com capacidade volumétrica de 9 dm³, densidade média de 1,1 kg m⁻³ e realizou-se a manutenção diária da umidade em 60% da capacidade de campo.

O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4 x 3, com 12 repetições. No entanto, houve perda de uma parcela experimental, coletando-se dados de 47 unidades experimentais/vasos. Os tratamentos constituíram quatro fatores qualitativos, havendo a testemunha (sem inoculação de sementes) e utilizando inoculantes: *Rhizophagus intraradices*; *Azospirillum brasilense*; e, coinoculação de *R. intraradices* + *A. brasilense*. Para avaliações de parte aérea forrageira, houve três colheitas avaliativas, totalizando 141 dados amostrais.

Para o tratamento de inoculação das sementes com o fungo micorrízico arbuscular (FMA) *R. intraradices*, contendo 20.800 propágulos por grama, dosou-se a proporção de 5 g por kg de sementes. Para o tratamento de inoculação com rizobactéria promotora do crescimento de plantas (RPCP) *A. brasilense*, contendo 2,0 × 10⁸ células viáveis por ml, utilizou-se inoculante líquido, com recomendação de 5 ml por kg de sementes. Para a coinoculação foram dosados 50% da recomendação para FMA e 50% da RPCP.

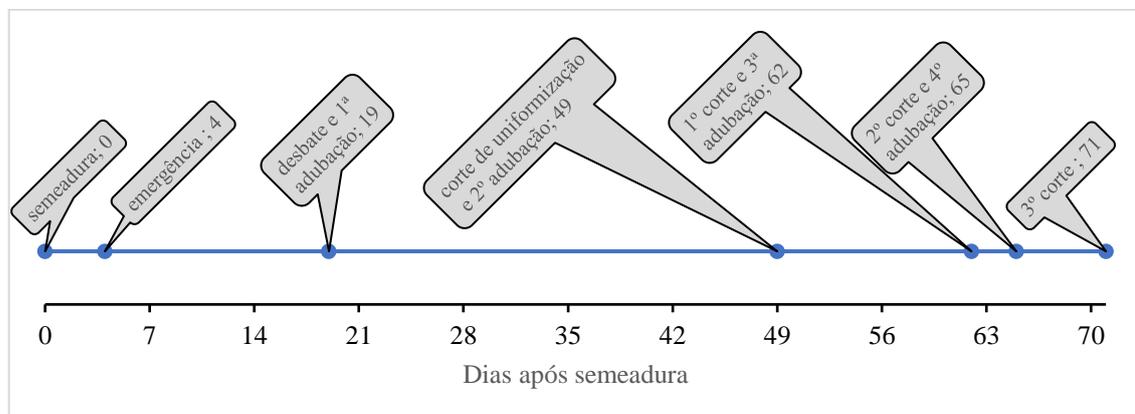
O material submetido aos tratamentos constituiu-se de sementes da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (capim Xaraés), com pureza e germinação de 90 e 60%, respectivamente. As sementes comerciais utilizadas eram revestidas com defensivos químicos (Carboxina, Tiran e Fipronil) e material incrustante. Em 11 de março de 2022, realizou-se a aplicação dos tratamentos às sementes e foram dispostas para secagem em local aberto e protegido do sol, por 30 minutos. Em seguida, realizou-se a semeadura nas parcelas experimentais, na proporção de 15 sementes por vaso, na profundidade de 1 cm. Para assegurar umidade e preservação dos tratamentos (inoculação) foi empregado como “mulching” resíduo vegetal seco de *Axonopus compressus*, conferindo espessura média de 1

cm, inclusive nas parcelas experimentais definidas para testemunha. A emergência das plântulas do capim ocorreu em 15 de março de 2022.

Aos 19 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, deixando-se três plantas por vaso para as avaliações, em que plantas de melhor vigor e similaridade foram selecionadas. Na ocasião, efetuou-se aplicação da primeira fração da adubação nitrogenada (N), na proporção de $\frac{1}{4}$ da recomendação, 100 kg ha^{-1} de N ⁽²³⁾, utilizando fertilizante ureia (45% N). Aos 49 DAS foi realizado o corte de uniformização e aplicação da segunda parcela de N. As porções restantes da adubação foram aplicadas após 1 e 2º cortes avaliativos (Figura 2).

Os cortes avaliativos, totalizando três ocasiões, foram realizados quando o dossel forrageiro atingiu altura média de 30 cm do nível do substrato e padronizando a altura/intensidade de desfolha para 15 cm ⁽²⁴⁾. Para definir o momento da colheita, as parcelas eram monitoradas diariamente, e quando 80% das parcelas experimentais registraram altura definida (30 cm), realizou-se a coleta de dados de parte aérea forrageira. Assim, as coletas ocorreram aos 62, 65 e 71 DAS, nesta ordem 1, 2 e 3º cortes (Figura 2).

Figura 2. Esquema cronológico do período experimental



Fonte: Dos autores (2022).

As variáveis de parte aérea foram obtidas nos cortes avaliativos e consistiram de: número de folhas por vaso (NFV) e massa seca da parte aérea (MSA). Para NFV foram contabilizadas as folhas dos perfilhos vivos em cada parcela experimental e apresentados em número de folhas verdes por vaso (folhas vaso⁻¹). Para MSA, a forragem foi coletada com



intensidade de desfolha de 15 cm do nível do substrato, compreendendo folha e pseudocolmo (bainha e colmo), por parcela experimental. Após, as amostras foram submetidas a secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, método INCT-CA G-001/1 ⁽²⁵⁾, e expressos em gramas por vaso (g vaso⁻¹).

A massa seca de raiz (MSR) e o comprimento de raiz (CRZ) foram obtidos de medida única, no 3º corte avaliativo. As plantas foram retiradas dos vasos e, com água corrente, as raízes foram lavadas sobre peneiras. Com auxílio de régua foi medido o CRZ, a partir do colo da planta até o ápice da raiz, e apresentadas em centímetros (cm). Na sequência, a massa de raiz das parcelas experimentais foi submetida a secagem em estufa com circulação forçada, a 55°C, até massa constante, e expresso em massa seca de raiz por vaso (g vaso⁻¹).

Utilizando o software SISVAR ⁽²⁶⁾ os dados foram submetidos à análise de variância, aos níveis de 1 e 5% de significância pelo Teste F; e, havendo efeito, as médias qualitativas foram comparadas pelo Teste Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Pelo teste F da análise de variância, verifica-se efeito significativo do fator corte (C) para as variáveis MSA e NFV de capim Xaraés. Ainda, NFV caracterizou efeito significativo para o fator qualitativo inoculante (I) (Tabela 1). Para inoculação não houve efeito significativo pelo teste F para MSA (Tabela 1) e as médias para os tratamentos (Tabela 2) apresentam amplitude de 0,57 a 0,74 g vaso⁻¹. Hungria et al. ⁽¹⁾ em experimento semelhante, utilizaram adubação na semeadura (40 kg ha⁻¹ N) e de cobertura (40 kg ha⁻¹ N) e observaram efeitos estatisticamente significativos para produção de MSA, em que a inoculação de sementes de capim BRS Piatã (*U. brizantha*) proporcionou aumento equivalente a 72%.

A comparação desses resultados sugere que diferentes espécies de gramíneas forrageiras podem responder de maneira distinta à inoculação de microrganismos. Enquanto a inoculação de *Azospirillum brasilense* (RPCP) e *Rhizophagus intraradices* (FMA) não apresentou um efeito significativo na MSA do capim Xaraés neste estudo, a inoculação de sementes de capim BRS Piatã em um estudo anterior mostrou um aumento significativo na produção de MSA. Isso pode indicar que a resposta à inoculação é influenciada por fatores como a espécie de planta, a dose de adubação utilizada e as condições ambientais.



Tabela 1. Valores de F calculado da análise de variância para massa seca aérea (MSA) e número de folhas por vaso (NFV) do capim Xaraés inoculadas ou coinoculadas com FMA e RPCP, em três cortes avaliativos

Fonte de variação	GL ⁽¹⁾	MSA	NFV
Inoculante (I)	3	2,609 ^{ns}	3,249*
Corte (C)	2	83,362**	3,280*
I x C	6	1,328 ^{ns}	0,171 ^{ns}
Resíduo	129	-----	-----
Coeficiente de variação (%)		50,18	37,59
Média geral		0,67 g vaso ⁻¹	12,95 folhas vaso ⁻¹

⁽¹⁾ Graus de liberdade. ** e ^{ns}, significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F.

Fonte: Dos autores (2022).

As inoculações (inoculadas ou coinoculadas) caracterizaram incremento para NFV em capim Xaraés, diferindo significativamente da testemunha (Tabela 2). O NFV médio para os tratamentos com inoculações (13,70 folhas vaso⁻¹) caracterizou incremento de 27,09% sobre a testemunha. O aumento significativo no número de folhas indica uma maior capacidade de rebrota e perfilhamento, o que pode resultar em um aumento na disponibilidade de forragem para o gado em sistemas de pastejo.

Do mesmo modo, Nakmee, Techapinyawat e Ngamprasit ⁽²⁷⁾ constataram que inoculação com FMAs aumentou significativamente o número de folhas em plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*). Os autores registraram 8,10 e 10,30 folhas vaso⁻¹, nesta ordem, para os tratamentos testemunha e inoculadas com FMAs, com superioridade de NFV equivalente a 27,16%. Costa et al. ⁽²⁸⁾ ao avaliarem exclusivamente a inoculação com espécies de FMA para produção de massa seca de capim Marandu (*U. brizantha*), apontaram incremento de até 353% sobre o tratamento testemunha. Essas diferenças nos resultados podem ser atribuídas a diversos fatores, incluindo as características específicas das plantas forrageiras estudadas, as espécies de FMAs utilizadas, as condições ambientais e os métodos experimentais empregados. Além disso, é importante considerar que os efeitos da inoculação podem variar dependendo da interação complexa entre os microrganismos, as plantas hospedeiras e o ambiente. Apesar das discrepâncias entre os estudos, ambos destacam o potencial benéfico da inoculação de FMAs no crescimento e produção de diferentes forrageiras.

Entretanto, Sampaio et al. ⁽²⁹⁾ ao avaliarem doses de nitrogênio e inoculação com a RPCP *A. brasilense*, em capim Marandu, concluíram que, independentemente da inoculação

bacteriana, o número de folhas e a massa seca aérea apresentaram incremento proporcionalmente com o aumento da dose de nitrogênio (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹). E, ao testarem quatro cultivares de capim Sudão (*S. sudanense*), El-Rahman et al. ⁽³⁰⁾ apontaram que adubação nitrogenada (60 kg ha⁻¹ N) contabilizaram número de folhas significativamente superior ao obtido para cultivo com o *A. brasilense* em dois cortes avaliativos.

Tabela 2. Massa seca aérea (MSA) e número de folhas por vaso (NFV) de plantas forrageiras formadas a partir de sementes do capim Xaraés inoculadas ou coinoculadas com FMA e RPCP

Inoculantes	MSA ---- (g vaso ⁻¹) ----	NFV ---- (folhas vaso ⁻¹) ----
Testemunha	0,57 ^{ns}	10,78 b ⁽¹⁾
<i>Azospirillum</i>	0,61	13,53 a
<i>Rhizophagus</i>	0,76	13,92 a
<i>Azospirillum</i> + <i>Rhizophagus</i>	0,74	13,64 a

^{ns} Não significativo pelo Teste F. ⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (p<0,05) pelo teste Scott-Knott.

Fonte: Dos autores (2022).

Os cortes caracterizam redução para MSA e NFV (Tabela 3), sendo que o 1º corte diferiu significativamente sobre os cortes seguintes (2 e 3º cortes), nos quais houve uma queda na MSA de 65%. Assim, as MSA obtidas (Tabela 3) estão em conformidade ao encontrado por Maia et al. ⁽³¹⁾ para capim Xaraés. Em relação ao 1º corte, os autores observaram redução na MSA de 27,36 e 73,38%, respectivamente, para os 2º e 3º cortes. Ainda, a frequência de desfolha influencia diretamente na produção de MSA. Conforme Costa et al. ⁽³²⁾ e Oliveira et al. ⁽³³⁾, intervalos de cortes mais curtos, reduzem a massa de foragem; notando-se restabelecimento produtivo quando em frequências mais longas. Portanto, cortes frequentes esgotam carboidratos da reserva basal do colmo ⁽³⁴⁾.

Tabela 3. Massa seca aérea (MSA) e número de folhas por vaso (NFV) de plantas forrageiras formadas a partir de sementes do capim Xaraés inoculadas ou coinoculadas com FMA e RPCP, em três cortes avaliativos

Variáveis	----- Cortes -----		
	1º	2º	3º
MSA, g vaso ⁻¹	1,19 a ⁽¹⁾	0,41 b	0,42 b
NFV	14,42 a	12,36 b	12,06 b



(1) Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

Fonte: Dos autores (2022).

Como registrado em MSA, para NFV, o 1º corte diferiu significativamente sobre os cortes seguintes (2 e 3º cortes). Esses cortes caracterizaram média equivalente a 12,21 folhas vaso⁻¹. Assim, houve queda no índice proporcional a 15,33%. Catuchi et al. (35) observaram efeito de cortes sucessivos em capim MG 5 (*U. brizantha*), em que o 1º corte diferiu significativamente sobre os cortes mensais seguintes, especialmente dos 6 e 7º cortes, reduzindo em 18,64% o número de folhas. Gomide, Gomide e Alexandrino (36) observaram redução significativa no número de folhas no 3º corte, diferindo significativamente dos dois cortes iniciais, com redução equivalente a 58%, para capim Mombaça (*Megathyrus maximum*). Tais resultados, podem ser comparados a frequência de desfolha que influencia diretamente nos dados de MSA visto que, carboidratos de reserva (CR) têm sua concentração reduzida em virtude de cortes frequentes e consequente rebrota, resultando em baixas reservas que diminuem após cada colheita (28). O que pode ser evidenciado por dados de El-Rahman et al. (30), na qual os teores de carboidratos nas folhas, caíram do primeiro em 10,09% para o segundo corte, sendo diretamente proporcional a queda do MSA em 17,27%. Corroborando com o tempo entre cortes do presente trabalho, se mostra insuficiente para o acúmulo de MSA e NFV da primeira para demais avaliações.

As inoculações não caracterizaram efeito significativo para as variáveis qualitativas do sistema radicular de capim Xaraés (Tabela 4). As médias obtidas para CRZ e MSR estão elencados na Tabela 5.

Tabela 4. Valores de F calculado da análise de variância para comprimento de raiz (CRZ) e massa seca de raiz (MSR) de plantas forrageiras formadas a partir de sementes do capim Xaraés inoculadas ou coinoculadas com FMA e RPCP

Fonte de variação	GL ⁽¹⁾	CRZ	MSR
Inoculante (I)	3	2,542 ^{ns}	0,969 ^{ns}
Resíduo	44	-----	-----
Coeficiente de variação, %		17,39	28,76
Média geral		43,63 cm	8,24 g vaso ⁻¹

(1) Graus de liberdade. ^{ns} não significativo pelo Teste F.

Fonte: Dos autores (2022).



Tabela 5. Comprimento de raiz (CRZ) e massa seca de raiz (MSR) de plantas forrageiras formadas a partir de sementes do capim Xaraés inoculadas ou coinoculadas com FMA e RPCP

Inoculantes	CRZ	MSR
	---- (cm) ----	--- (g vaso ⁻¹) ---
Testemunha	38,75 ^{ns}	7,75
<i>Azospirillum</i>	44,31	8,03
<i>Rhizophagus</i>	44,61	9,30
<i>Azospirillum</i> + <i>Rhizophagus</i>	47,15	8,61

^{ns} não significativo pelo Teste F.

Fonte: Dos autores (2022).

Em avaliações do sistema radicular de capim BRS Piatã (*U. brizantha*) e capim Basilisk (*U. decumbens*) formadas por inoculação de sementes com *A. brasilense* cultivadas em vasos, Hungria et al. ⁽¹⁾ não registraram diferença significativa entre inoculação e testemunha para comprimento de raiz. Cabe destacar que experimentos em vasos são importantes para avaliação de parâmetros radiculares; no entanto, para condições de campo pressupõe-se efeitos significativos no crescimento radicular (raízes mais longas e mais ramificadas), podendo explorar com mais eficiência volumes maiores de solo, resultando em melhor absorção de água e nutrientes pelas plantas. Um indicativo seria a MSR obtida pelos autores em que, a inoculação proporcionou aumento de MSR equivalente a 79,59% sobre a testemunha. Em experimento de campo, Heinrichs et al. ⁽¹³⁾ ao avaliarem o efeito da inoculação de sementes com *A. brasilense* em capim Marandu (*U. brizantha*) obtiveram MSR estatisticamente superior sob adubação nitrogenada (25 kg ha⁻¹), com aumento de 17% quando comparado com plantas não inoculadas. Para a inoculação com *R. intraradices* ou *A. brasilense* e coinoculação de sementes de sorgo (*S. bicolor*), Díaz-Franco, Jacques-Hernández e Peña del Río ⁽³⁷⁾ também registraram MSR estatisticamente superior à testemunha.

Considerações Finais

A inoculações com *Azospirillum brasilense* ou *Rhizophagus intraradices* e a coinoculação em sementes de capim Xaraés (*Urochloa brizantha*) promoveram incremento no número de folhas por vaso.



A progressão dos cortes reduziu a massa seca aérea e o número de folhas por vaso. O tratamento inoculação e coinoculação não caracterizou efeito significativo para as variáveis do sistema radicular.

Referências

- (1). Hungria M, Rondina ABL, Nunes ALP, Araujo RS, Nogueira MA. Seed and leaf-spray inoculation of PGPR in *Brachiaria* (*Urochloa* spp.) as an economic and environmental opportunity to improve plant growth, forage yield and nutrient status. *Plant Soil*, 2021; 463:171-186.
- (2). Lapig. Atlas das Pastagens Brasileiras. [Acesso em 17 de março de 2023]. Disponível em: <https://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/>.
- (3). Rondônia. Produto interno bruto de Rondônia 2020. [Acesso em 18 de março de 2022]. Disponível em: https://observatorio.sepog.ro.gov.br/Uploads/PIB/PIB_RO_2020.pdf.
- (4). Barros RA, Vital CE, Da Silva Júnior NR, Vargas MAS, Monteiro LP, Faustino VA, et al. Differential defense responses of tropical grasses to *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) infestation. *Bras. Acad. Cienc.*, 2021; 93(3):e20191456.
- (5). Hernandez LM, Sotelo G, Bonilla X, Alvarez E, Miles JW, Worthington M. Phenotyping *Brachiaria* genotypes to assess *Rhizoctonia* resistance by comparing three inoculum types. *Plant Dis.*, 2017; 101(6):916-923.
- (6). Reyes-Pérez JJ, Méndez-Martínez Y, Luna-Murillo RA, Verdecía DM, Espinoza-Coronel AL, Pincay-Ronquillo WJ, et al. Yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in two areas of Ecuador. *Cuba. J. Agric. Sci.*, 2020; 54(3):413-424.
- (7). Furlan F, Borgo L, Rabêlo FHS, Rossi ML, Martinelli AP, Azevedo RA, et al. Aluminum-induced stress differently modifies *Urochloa* genotypes responses on growth and regrowth: root-to-shoot Al-translocation and oxidative stress. *Theor. Exp. Plant Physiol.*, 2018; 30(1):141-152.
- (8). Cassimiro JB, De Oliveira CLB, Boni ADS, Donato NDL, Meirelles GC, Da Silva JF, et al. Ammonia volatilization and marandu grass production in response to enhanced-efficiency nitrogen fertilizers. *Agro.*, 2023; 13(3):837-852.
- (9). Wiggins G, Thomas J, Rahmatallah Y, Deen C, Haynes A, Degon Z, et al. Common gene expression patterns are observed in rice roots during associations with plant growth-promoting bacteria, *Herbaspirillum seropedicae* and *Azospirillum brasilense*. *Sci. Rep.*, 2022; 12:8827-8838.



- (10). Pereira LC, Pereira CB, Correia LV, Matera TC, Santos RFD, Carvalho CD, et al. Corn responsiveness to Azospirillum: accessing the effect of root exudates on the bacterial growth and its ability to fix nitrogen. *Plants*, 2020; 9(7):923-934.
- (11). Housh AB, Powell G, Scott S, Anstaett A, Gerheart A, Benoit M, et al. Functional mutants of *Azospirillum brasilense* elicit beneficial physiological and metabolic responses in *Zea mays* contributing to increased host iron assimilation. *The ISME Journal*, 2021; 15(5):1505-1522.
- (12). Zaheer MS, Ali HH, Iqbal MA, Erinle KO, Javed T, Iqbal J, et al. Cytokinin production by *Azospirillum brasilense* contributes to increase in growth, yield, antioxidant, and physiological systems of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Front. Microbiol.*, 2022; 13:e886041.
- (13). Heinrichs R, Meirelles GC, Santos LFM, Lira MVS, Lapaz AM, Nogueira MA, et al. *Azospirillum* inoculation of 'Marandu' palisade grass seeds: effects on forage production and nutritional status. *Semin. Cienc. Agrar.*, 2020; 41(2):465-478.
- (14). Leite RDC, Dos Santos JG, Silva EL, Alves CR, Hungria M, Leite RDC, et al. Productivity increase, reduction of nitrogen fertiliser use and drought-stress mitigation by inoculation of Marandu grass (*Urochloa brizantha*) with *Azospirillum brasilense*. *Crop. Pasture. Sci.*, 2019; 70(1):61-67.
- (15). Vendruscolo EP, De Oliveira PR, Rodrigues AHA, Correia SR, Campos LFC, Seleguini A, et al. Chlorophyll concentration and production of *Urochloa decumbens* treated with diazotrophic bacteria and thiamine in the Brazilian Cerrado. *Trop. Grassl.*, 2021; 9:134-137.
- (16). Faghihinia M, Jansa J, Halverson LJ, Staddon PL. Hyphosphere microbiome of arbuscular mycorrhizal fungi: a realm of unknowns. *Biol. Fertil. Soils.*, 2023; 59(1):17-34.
- (17). Kalamulla R, Karunarathna SC, Tibpromma S, Galappaththi MC, Suwannarach N, Stephenson SL, et al. Arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable agriculture. *Sustainability*, 2022; 14(19):12250-12264.
- (18). Chen D, Saeed M, Ali MNHA, Raheel M, Ashraf W, Hassan Z, et al. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi Combined Application Reveals Enhanced Soil Fertility and Rice Production. *Agron.*, 2023; 13(2):550.
- (19). Fall AF, Nakabonge G, Ssekandi J, Founoune-Mboup H, Badji A, Ndiaye A, et al. Combined Effects of Indigenous Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and NPK Fertilizer on Growth and Yields of Maize and Soil Nutrient Availability. *Sustainability*, 2023; 15(3):2243-2255.
- (20). Kamali S, Mehraban A. Effects of Nitroxin and arbuscular mycorrhizal fungi on the agrophysiological traits and grain yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under drought stress conditions. *PLOS ONE*, 2020; 15(12):e0243824.



- (21). Sangwan S, Prasanna R. Mycorrhizae Helper Bacteria: Unlocking Their Potential as Bioenhancers of Plant-Arbuscular Mycorrhizal Fungal Associations. *Microb. Ecol.*, 2022; 84(1):1-10.
- (22). Agritempo. Sistema de monitoramento agrícola. [Acesso em 16 de março de 2023]. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>.
- (23). Delbem FC, Scabora MH, Soares Filho CV, Heinrichs R, Ferrari TA, Cassiolato AMR. Colonização micorrízica e fertilidade do solo submetido a fontes e doses de adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha*. *Acta Sci.*, 2010; 32(3):455-461.
- (24). Gobbi K, Lugão S, Bett V, Abrahão J, Tacaïama A. Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do gênero *Brachiaria* na região do Arenito Caiuá/PR. *Bol. Ind. Anim.*, 2018; 75(12):1-9.
- (25). Detmann E, Costa E, Silva LF, Rocha GC, Palma MNN, Rodrigues JPP. Métodos para análise de alimentos. 2st ed. Visconde do Rio Branco: UFV; 2021.
- (26). Ferreira DF. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Rev. Bras. Biom.*, 2019; 37(4):529-535.
- (27). Nakmee PS, Techapinyawat S, Ngamprasit S. Comparative potentials of native arbuscular mycorrhizal fungi to improve nutrient uptake and biomass of *Sorghum bicolor* Linn. *Agric. Nat. Resour.*, 2016; 50(3):173-178.
- (28). Costa NL, Paulino VT, Costa RSC, Pereira RGA, Townsend CR, Magalhães JA. Efeito de micorrizas arbusculares sobre o crescimento e nutrição mineral de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciênc. Anim. Bras.*, 2012; 4(13):406-411.
- (29). Sampaio FAR, Teixeira Filho MCM, Oliveira CES, Jalal A, Boleta EHM, De Lima BH, et al. Nitrogen supply associated with rhizobacteria in the first productive cycle of Marandu grass. *J. Crop. Sci. Biotechnol.*, 2021; 24(1):429-439.
- (30). El-Rahman A, Ka ES, Ashoub MA, Ma AEG, Sh M, El-Maaboud A. Effect of salinity and nitrogen bio-fertilization on some sudan grass (*Sorghum sudanense* (L.) Moench) varieties at ras sudr. *Arab Univ. J. Agric.*, 2005; 13(3):755-769.
- (31). Maia GA, Costa KAP, Severiano EC, Epifanio PS, Flavio Neto J, Ribeiro MG, et al. Yield and chemical composition of *Brachiaria* forage grasses in the off season after corn harvest. *Am. J. Plant Sci.*, 2014; 5(7):933-941.
- (32). Costa NL, Gonçalves CA, Oliveira JRC, Oliveira MAS, Magalhães JA, De Araújo Neto RB. Resposta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a regimes de desfolhação em Porto Velho, Rondônia. *PUBVET*, 2014; 8:587-696.
- (33). Oliveira JS, Emerenciano Neto JV, Santos RS, Bonfim BRS, Lista FN, Vieira VA, et al. Structural and productive characteristics of *Urochloa* cultivars submitted to different defoliation frequencies in semiarid region. *J. Agric. Stud.*, 2019; 7(3):91-102.



- (34). Silva LL, Alves GC, Urquiaga S, Souto SM, Figueiredo MVB, Burity HA. Productivity and reserve carbohydrates of pastures under cutting intensities. *Latin American Arch. Anim. Nutr.* 2012; 20(2):7-16.
- (35). Catuchi TA, Parmezan GC, Bressan FV, Aranda EA, Abrantes FL, Custódio CC, et al. Sequential cutting of *Urochloa brizantha* cv. MG 5 changes flowering season and seed production components. *Cienc. Rural*, 2022; 52(5):e20200912.
- (36). Gomide CADM, Gomide JA, Alexandrino E. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). *R. Bras. Zootec.*, 2003; 32(4):795-803.
- (37). Díaz-Franco A, Jacques-Hernandez C, Peña Del Rio MA. Productividad de sorgo en campo asociada con micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense*. *Univ. Cienc.*, 2008 24(3):229-237.



10.31072/rcf.v14i1.1265

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access