

## ***Azospirillum brasilense* e *Bacillus* spp associados à redução de adubação nitrogenada na produção de forragem de azevém e Tifton 85**

*Azospirillum brasilense* and *Bacillus* spp. associated with reduced nitrogen fertilization in the production of ryegrass and Tifton 85 forage

*Azospirillum brasilense* y *Bacillus* spp. asociados a la reducción de la fertilización nitrogenada en la producción de forraje de raigrás y Tifton 85

Recebido: 09/09/2025 | Revisado: 18/09/2025 | Aceitado: 19/09/2025 | Publicado: 24/09/2025

**Gabrielle Vieira Seeber**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4783-5388>

Engenheira agrônoma, Brasil

E-mail: [gabi.seeber@gmail.com](mailto:gabi.seeber@gmail.com)

**Carlos Arthur Gonçalves de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4445-4581>

Engenheiro agrônomo, Brasil

E-mail: [arthur27092000@gmail.com](mailto:arthur27092000@gmail.com)

**Tatiele Yara Baroncello**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4196-5466>

Engenheira agrônoma, Brasil

E-mail: [tatibaroncello27@gmail.com](mailto:tatibaroncello27@gmail.com)

**Kelen Cristina Basso**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7088-6204>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: [Kelen.basso@ufsc.br](mailto:Kelen.basso@ufsc.br)

**Sonia Purin da Cruz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7805-2789>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: [s.purin@ufsc.br](mailto:s.purin@ufsc.br)

### **Resumo**

A demanda por sistemas sustentáveis de produção animal tem impulsionado estudos sobre estratégias para reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados sem comprometer a produtividade das pastagens. Neste contexto, bactérias promotoras de crescimento vegetal, como *Azospirillum brasilense* e *Bacillus* spp., apresentam potencial para otimizar a absorção de nutrientes e reduzir a dependência de insumos químicos. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da inoculação com *Azospirillum brasiliense* e *Bacillus aryabhattai*, *B. circulans*, *B. haynesii* e *B. licheniformis* em pastos de capim-tifton 85 no verão e de azevém no inverno, ambos utilizados para a produção de feno e pré-secado. Os resultados indicaram que a inoculação com *A. brasilense* e *Bacillus* spp. possibilitou a redução da adubação nitrogenada sem prejuízo significativo na produção de forragem, sendo uma estratégia viável para sistemas forrageiros sustentáveis.

**Palavras-chave:** Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal; Feno; Inoculantes; Pré-secado.

### **Abstract**

The demand for sustainable animal production systems has driven studies on strategies to reduce the use of nitrogen fertilizers without compromising pasture productivity. In this context, plant growth-promoting bacteria, such as *Azospirillum brasilense* and *Bacillus* spp., show potential for optimizing nutrient absorption and reducing dependence on chemical inputs. This study aimed to evaluate the effects of inoculation with *Azospirillum brasiliense*, *Bacillus aryabhattai*, *B. circulans*, *B. haynesii*, and *B. licheniformis* on Tifton 85 grass pastures in the summer and ryegrass in the winter, both used for hay and haylage production. The results indicated that inoculation with *A. brasilense* and *Bacillus* spp. enabled a reduction in nitrogen fertilization without significant detriment to forage production, making it a viable strategy for sustainable forage systems.

**Keywords:** Plant Growth-Promoting Bacteria; Hay; Inoculants; Haylage.

## Resumen

La demanda de sistemas de producción animal sostenibles ha impulsado estudios sobre estrategias para reducir el uso de fertilizantes nitrogenados sin comprometer la productividad de los pastos. En este contexto, las bacterias promotoras del crecimiento vegetal, como *Azospirillum brasilense* y *Bacillus* spp., muestran un potencial para optimizar la absorción de nutrientes y reducir la dependencia de insumos químicos. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar los efectos de la inoculación con *Azospirillum brasilense*, *Bacillus aryabhattai*, *B. circulans*, *B. haynesii* y *B. licheniformis* en pastos de pasto Tifton 85 en verano y de raigrás en invierno, ambos utilizados para la producción de heno y ensilado. Los resultados indicaron que la inoculación con *A. brasilense* y *Bacillus* spp. permitió la reducción de la fertilización nitrogenada sin un perjuicio significativo en la producción de forraje, lo que la convierte en una estrategia viable para sistemas forrajeros sostenibles.

**Palabras clave:** Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal; Heno; Inoculantes; Ensilado.

## 1. Introdução

A demanda por sistemas de produção animal sustentáveis e de menor custo de produção tem incentivado o estudo de práticas que visem reduzir o uso de insumos químicos, como os fertilizantes nitrogenados, sem comprometer a produtividade das pastagens. Nesse contexto, as bactérias promotoras de crescimento de plantas desempenham um papel crucial na agricultura sustentável. Estudos têm demonstrado os benefícios significativos da inoculação com *Azospirillum* em culturas de grãos e pastagens, com aumento na produtividade e a redução da necessidade de adubação nitrogenada (Hungria et al., 2010; Hungria et al., 2013).

Inoculantes como o *A. brasilense* e espécies de *Bacillus* spp., são conhecidas por sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, produzir fitohormônios e outros metabólitos bioativos, e de facilitar a absorção de nutrientes pelas plantas (Hungria et al., 2010, Cassán et al., 2020).

O uso de *A. brasilense*, em particular, tem mostrado potencial para reduzir a necessidade de adubação nitrogenada em pastagens sem comprometer a produção de forragem (Hungria et al., 2010; Garcia et al., 2021). Já algumas espécies de *Bacillus*, possuem a capacidade de solubilização de fósforo, também têm sido associados à maior eficiência de absorção de nitrogênio pelas plantas (Mendes et al., 2018; Souza et al., 2022). Nos estudos de Bruci (2022) com *Brachiaria* inoculada com *B. aryabhattai*, foi verificado um aumento no perfilhamento, de cerca de 20 a 30 perfilhos por vaso, e rebrota de quase 25 cm/planta a cada 48 horas nos tratamentos com a presença de bactéria associada com a adubação fosfatada. May et al., (2019) realizaram um estudo quanto a tolerância à seca de alguns genótipos de cana-de-açúcar, quando inoculados com *B. aryabhattai*. Os autores constataram que os tratamentos com inoculação proporcionaram um desenvolvimento notável do sistema radicular das plantas, principalmente nas mudas nas fases mais precoces reduzindo as consequências dos estresses hídricos.

Segundo Okumura et al. (2013) o uso de *Azospirillum brasilense*, é economicamente viável e ecologicamente correto, técnica que melhora o rendimento e a qualidade nutricional de pastagens. No Brasil, esse microorganismo tem sido comercialmente recomendado para gramíneas do gênero *Urochloa* spp. (Hungria et al., 2016).

A produção de forragem conservada na forma de feno e pré-secado exige um alto nível de adubação, principalmente quando se utiliza pastos de gramíneas exigentes em fertilidade como o capim-tifton 85 e o azevém. Assim, a associação das duas espécies de bactérias pode representar uma estratégia viável para além de reduzir o uso de fertilizantes, mas também de poder propiciar uma melhor absorção de nutrientes pela planta. No entanto, ainda há uma lacuna na literatura quanto à aplicação combinada dessas bactérias para a produção de forragem associadas com a redução adubação nitrogenada.

Desta forma, este trabalho objetivou avaliar os efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus aryabhattai*, *B. circulans*, *B. haynesii* e *B. licheniformis* em pastos de capim-tifton 85 no verão e de azevém no inverno, ambos utilizados para a produção de feno e pré-secado.

## 2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa experimental, de campo e, de natureza quantitativa (Pereira et al., 2018). O experimento foi conduzido em uma fazenda particular de produção de feno e pré-secado na cidade de Curitiba, Santa Catarina, durante o período de junho de 2022 a março de 2023. Os pastos da fazenda são formados principalmente por capim-tifton 85 (*Cynodon spp*) que durante o inverno são sobressemeados com azevém (*Lolium multiflorum*). A área está localizada a 27°21'08''S e 50°42'32''W, a 987 de altitude. O solo foi classificado como latossolo, com a seguinte composição: pH: 6,2; Matéria orgânica: 4,49%; P: 113,55 mg.cm<sup>-3</sup>; K: 401,7; Ca: 9,06 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Mg: 4,6 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; H+Al: 3,18; Soma de bases: 14,69; CTC: 17,87 e V%: 82,20. O clima da região é classificado como Cfb – temperado úmido com verão temperado, pela classificação de Köppen. A precipitação no local tem média anual estimada em 1500mm.

O delineamento experimental utilizado foi em Blocos Casualizados (DBC) com 6 tratamentos e 5 repetições: T1: Testemunha; T2: Dose 100% da adubação nitrogenada; T3: Dose reduzida da adubação nitrogenada; T4: Dose reduzida da adubação nitrogenada + Inoculação com *Azospirillum brasilense* estirpes 2083 e 2084 na dose de 160 ml ha<sup>-1</sup>; T5: Dose reduzida da adubação nitrogenada + Inoculação com *Bacillus licheniformis* em dose 300 ml ha<sup>-1</sup> de inoculante; T6. Dose reduzida da adubação nitrogenada + inoculação com *Bacillus aryabhattai*, *B. circulans*, *B. haynesii* e *B. licheniformis*. A área de cada parcela era de 16 m<sup>2</sup> (4m x 4m) e espaçamento de 1 metro entre parcelas e entre blocos. O manejo da adubação nitrogenada foi efetuada de acordo com os calendários da propriedade bem como a dose 100% de nitrogênio foram as mesmas aplicadas pelo produtor, mas sempre após cada corte das plantas sendo 100 Kg de ureia.ha<sup>-1</sup> em julho na forrageira azevém e 150 Kg de ureia.ha<sup>-1</sup> nos cortes de verão no capim-tifton 85, as doses reduzidas para os demais tratamentos foram de 50% no manejo do azevém e 25% no manejo do Tifton 85.

Para a aplicação da calda utilizou-se o equivalente para as parcelas, considerando um volume total de 200 litros ha<sup>-1</sup> com adição de inoculante e o volume correspondeu, de acordo com a concentração microbiana do inoculante, à aplicação de 160 ml ha<sup>-1</sup>, de acordo com metodologia adotada por Hungria et al., (2021) para o *Azospirillum*. E para os *Bacillus* também aplicou-se o equivalente para as parcelas, considerando um volume total de calda de 200 litros ha<sup>-1</sup> com adição de inoculantes, o que correspondeu a concentração do inoculante de 300 ml ha<sup>-1</sup>.

As coletas de verão, no capim-tifton 85 foram realizadas nos meses de fevereiro e março de 2023 e no azevém sobressemeado sobre o Tifton 85, na mesma área, durante o inverno, ocorreu no mês agosto de 2022. As avaliações foram realizadas um dia antes do corte para a fabricação do pré-secado ou feno. Desta forma, conforme os manejos ocorriam na propriedade, o experimento ocorria também. Para as coletas, eram medidos com régua graduada, 10 pontos dentro de cada parcela, obtidos a média de altura e nesse ponto era realizada contagem dos perfilhos e o corte da massa de forragem, com uso de quadros metálicos de área conhecida (0,125 e 0,25 m<sup>2</sup>, respectivamente). As amostras coletadas foram avaliadas no laboratório de forragicultura da UFSC de Curitiba, pesadas e divididas em duas subamostras, uma para a obtenção da porcentagem de matéria seca, colocada em estufa por 72 horas a 65°C, a outra para separação morfológica em folha, colmo e material morto.

O programa estatístico utilizado foi o SISVAR, onde os dados foram submetidos a ANOVA, as médias foram classificadas pelo teste SNK com 10% de significância (Ferreira, 2011).

## 3. Resultados

Nos pastos de azevém foi observado que a massa de forragem foi maior nos pastos que receberam 100% da adubação nitrogenada (T2, 3.263,18 kg de MS.ha<sup>-1</sup>), mas estatisticamente semelhantes aqueles que receberam a dose reduzida com os

inoculantes (T4, T5 e T6), em média 2.754,92 kg de MS.ha<sup>-1</sup>. Não foi observada diferença significativa na massa de folhas e de material morto. A massa de colmos obteve valores significativos, apresentando influência dos tratamentos estudados (Pr>Fc=0,0053), sendo que as parcelas sem adubação obtiveram a menor média de 160,12 Kg ha<sup>-1</sup> (T1), (Tabela 1).

Também na Tabela 1 é possível observar os dados obtidos nos pastos de capim-tifton 85, na média de dois cortes, a massa de forragem e a massa seca de folhas foi maior nos pastos com 100% de adubação e menor naqueles não adubados e sem inoculantes (Pr>Fc=0,0006). Somente os pastos inoculados com *Azospirillum brasilense* apresentaram valores estatisticamente semelhantes aos adubados com a dose cheia para a massa de forragem, mas com valor menor na massa de folhas. A massa de colmos foi semelhante e maior nos pastos adubados e inoculados e menor para a testemunha. Não foi observada diferença na quantidade de material morto.

**Tabela 1** - Massa de forragem (MS, kg de MS.ha<sup>-1</sup>), massa seca de folhas (MF), colmos (MC) e material morto (MM) em pastos de Azevém (no inverno) e Tifton 85 (no verão) utilizados para produção de pré-secado e adubados com doses reduzidas de nitrogênio e inoculação de bactérias promotoras de crescimento.

Tratamentos*	Características no Azevém			
	MS	MF	MC	MM
T1	2131,23 b	1249,48	160,12 b	29,39
T2	3263,18 a	1881,86	673,93 a	18,24
T3	2730,76 ab	1624,57	585,34 a	13,77
T4	2758,59 ab	1667,81	476,57 ab	18,13
T5	2928,41 ab	1545,18	649,55 a	25,10
T6	2577,76 ab	1618,48	307,50 ab	23,51
CV%	20,28	28,08	44,40	42,26

  

Tratamentos	Características no Tifton 85			
	MS	MF	MC	MM
T1	3203,92 c	1404,00 c	938,95 b	610,50
T2	5529,70 a	2626,46 a	1925,88 a	770,51
T3	3599,73 b	1693,61 bc	1153,85 a	599,77
T4	4159,77 ab	1947,21 b	1301,43 a	728,90
T5	3979,72 bc	1855,32 bc	1210,35 a	674,25
T6	3873,46 bc	1917,02 bc	1238,30 a	629,99
CV%	11,29	13,88	14,66	15,04

\*T1: Testemunha; T2: Dose 100% da adubação nitrogenada; T3: Dose reduzida da adubação nitrogenada; T4: Dose reduzida da adubação nitrogenada + Inoculação com *Azospirillum brasilense*; T5: Dose reduzida da adubação nitrogenada + Inoculação com *Bacillus licheniformis*; T6: Dose reduzida da adubação nitrogenada + inoculação com *Bacillus aryabhattai*, *B. circulans*, *B. haynesii* e *B. licheniformis*. CV%: Coeficiente de Variação. Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A porcentagem de folhas (%F), de material morto (%MM) e a densidade de perfilhos (Perf.m<sup>2</sup>) não apresentou diferenças estatísticas nos pastos de azevém, mas houve diferença na porcentagem de colmos (%C), sendo maior nos pastos adubados com a dose cheia (T2) e naqueles que receberam metade dose (T3) e a inoculação com *Bacillus licheniformis* (T5). Nos pastos de capi-tifton 85 também não foi observada diferença na %F, mas houve efeito dos tratamentos na %C, %MM e densidade de perfilhos (Tabela 2).

A %C foi maior nos pastos de capim-tifton 85 adubados com a dose cheia (T2) e menor naqueles que não receberam adubação (T1) e naqueles que foram inoculados com *Bacillus licheniformis* (T5) e a %MM foi maior nos pastos não adubados (T1). A densidade de perfilhos apresentou diferença entre os tratamentos (Pr>Fc=0,0001), com maiores valores observados nas

parcelas onde se aplicou 25% da adubação nitrogenada+inoculação de *Bacillus licheniformis* (T5) e na dose completa de N (T2), com média de 5904 e 5756,8 perfilhos/m<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2** - Porcentagem de folhas (%F), colmos (%C), material morto (%MM) e densidade de perfilhos (Perf.m<sup>2</sup>) em pastos de Azevém (no inverno) e Tifton 85 (no verão) utilizados para produção de pré-secado e adubados com doses reduzidas de nitrogênio e inoculação de bactérias promotoras de crescimento.

Tratamentos	Características no Azevém			
	%F	%C	%MM	Perf.m <sup>2</sup>
T1	58,20	7,33 b	29,39	5436
T2	57,17	19,90 a	18,24	4876
T3	59,98	20,37 a	13,77	4636
T4	59,82	16,26 ab	18,12	3680
T5	53,19	21,88 a	20,51	3292
T6	61,84	11,70 ab	23,51	3174
CV%	14,56	32,93	42,26	36,21

  

Tratamentos	Características no Tifton 85			
	%F	%C	%MM	Perf.m <sup>2</sup>
T1	43,60	29,27 b	19,31 a	2763 b
T2	47,52	34,39 a	14,13 b	3902 a
T3	46,91	32,07 ab	16,67 ab	3666 a
T4	47,02	31,25 ab	17,67 ab	3348 ab
T5	47,15	30,36 b	17,04 ab	3776 a
T6	49,57	31,91 ab	16,35 ab	3738 a
CV%	6,99	6,55	14,36	9,18

T1: Testemunha; T2: Dose 100% da adubação nitrogenada; T3: Dose reduzida da adubação nitrogenada; T4: Dose reduzida da adubação nitrogenada + Inoculação com *Azospirillum brasilense*; T5: Dose reduzida da adubação nitrogenada + Inoculação com *Bacillus licheniformis*; T6: Dose reduzida da adubação nitrogenada + inoculação com *Bacillus aryabhattai*, *B. circulans*, *B. haynesii* e *B. licheniformis*. CV%: Coeficiente de Variação. Fonte: Dados da pesquisa (2025).

#### 4. Discussão

A inoculação de cepas selecionadas de microrganismos possui a proposta de manter a produtividade das plantas forrageiras, como é o caso de *Azospirillum brasilense*, que tem a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico em formas amoniacais para o aproveitamento nessas plantas, além de estimular a síntese de fitormônios que promovem melhor crescimento aéreo e radicular das plantas (Hungria & Nogueira, 2017). Já cepas de *Bacillus* possuem potencial de solubilizar nutrientes, principalmente fósforo, e são importantes para promover resistência a estresses abióticos, como a seca, por conta do hábito de crescimento e produção de biofilme (Nunes et al., 2022). Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a capacidade das bactérias promotoras de crescimento vegetal (*Azospirillum brasilense* e diferentes espécies de *Bacillus*) de manter níveis produtivos em pastagens de azevém e capim-tifton 85, mesmo com a redução na adubação nitrogenada. Essa abordagem é promissora para sistemas de produção de forragem conservada, ao combinar redução de custos com sustentabilidade ambiental.

##### Azevém (*Lolium multiflorum*)

A maior produção de massa seca total (MS) nos pastos que receberam 100% da adubação nitrogenada (T2) é um resultado esperado, já que o nitrogênio é um elemento-chave para o crescimento de gramíneas. No entanto, os tratamentos com inoculação (T4, T5 e T6) com doses reduzidas de nitrogênio apresentaram resultados semelhantes, indicando que a inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus* spp. pode compensar parcialmente a redução de fertilizante nitrogenado. Estudos como

o de Hungria et al. (2016) demonstraram que a inoculação de *Azospirillum* em gramíneas melhorou a eficiência do uso de nitrogênio e aumentou a produtividade.

A contribuição de *Bacillus licheniformis* (T5) para o aumento da massa de colmos pode estar relacionada à sua capacidade de solubilizar fósforo e produzir metabólitos bioativos (Nunes et al., 2022), que favorecem o crescimento radicular e a absorção de nutrientes. Trabalhos recentes indicam que essa espécie de microorganismos também desempenha papel importante na resistência a estresses abióticos, como seca e deficiência nutricional (Mendes et al., 2018). Por outro lado, a menor produção observada na testemunha (T1) destaca a dependência do nitrogênio para a produção de azevém, além de reforçar a importância da inoculação como alternativa viável.

### Capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.)

No Tifton 85, os resultados indicam que a massa de forragem foi significativamente maior com 100% de adubação nitrogenada (T2), mas o tratamento com *Azospirillum brasilense* (T4) apresentou valores estatisticamente semelhantes, apesar da redução de 75% na adubação nitrogenada. Esse achado demonstra o potencial das bactérias diazotróficas em substituir parcialmente a adubação química, conforme relatado por Hungria e Nogueira (2017) e Garcia et al. (2021).

Cassán et al. (2020) destacam que a inoculação com *Azospirillum brasilense* e outras bactérias promotoras de crescimento pode aumentar a absorção de nutrientes e reduzir a necessidade de fertilizantes. Hungria et al. (2021) também demonstraram que a aplicação foliar de *Azospirillum* em gramíneas do gênero *Urochloa* foi eficiente em aumentar a produção de biomassa.

O aumento significativo na densidade de perfilhos em pastos inoculados com *Bacillus licheniformis* (T5) reforça a importância dessa bactéria no desenvolvimento vegetativo das plantas. Nunes et al. (2023) destacam que essa espécie promove o perfilhamento e o crescimento radicular devido à produção de biofilmes e outros compostos bioativos.

Além disso, o uso de misturas com diferentes espécies de MPCP, como no tratamento T6, ainda apresenta lacunas na literatura. Estudos futuros devem focar no mecanismo de interação entre as diferentes espécies de *Bacillus* e *Azospirillum*, especialmente em sistemas de cultivo consorciados.

Ainda em relação ao *Azospirillum*, Hungria e Nogueira (2017) alcançaram incrementos de 15% na produção de biomassa de parte aérea em plantas de braquiária, Cruz e Basso (2021) avaliaram o efeito da inoculação com *Azospirillum* e observaram aumento da relação folha:colmo, partindo do parâmetro 0,34 e atingindo 0,53, o que demonstrou um aumento de 56%.

## 5. Considerações Finais

Azevém, o uso de *Azospirillum brasiliense* e *Bacillus* (*B. aryabatai*, *B. circulans* e *B. haynesii*) interfere na produção de alguns componentes morfológicos em pastos de azevém mesmo com redução da dose de nitrogênio, o que foi principalmente observado na massa de colmos e de inflorescência.

Tifton, o uso de inoculante a base de *Bacillus licheniformis* promoveu aumento no perfilhamento em pastos de capim-tifton 85 quando associado à dose de 37,5 kg de N, sendo semelhante à dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup> sem inoculação.

## Referências

Bruci, B. C. (2022). Amenização do estresse de fósforo usando bactérias associativas em brachiaria em solos do cerrado. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/348>.



- Cassán, F., Diaz-Zorita, M. & Ferraris, G. (2020). Microbial inoculants for nitrogen fixation and phosphorous solubilization: a focus on the application of *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens* in Argentina. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 36(3), 1-12. doi: 10.1007/s11274-020-2801-4.
- Cruz, S. P. & Basso, K. C. (2021). Response of jiggs grass to inoculation with plant growth- promoting microorganisms. *Scientia Agraria Paranaensis*. 19(4), 395–402. doi: 10.18188/sap.v19i4.25212. <https://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/25212>.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 35, 1039-42.
- Garcia, M. C., Silva, G. S. & Oliveira, M. R. (2021). Effect of *Azospirillum brasilense* inoculation on forage production and nitrogen use efficiency in ryegrass. *Journal of Agricultural Science*. 159(4), 439-51. doi: 10.1017/S0021859621000057.
- Hungria, M., Campo, R. J., Souza, E. M., & Pedrosa, F. O. (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat. *Plant and Soil*. 331(1-2), 413-25.
- Hungria, M., Nogueira, M. A., & Araujo, R. S. (2013). Alternative methods of soybean inoculation to overcome adverse conditions at sowing. *African Journal of Agricultural Research*. 8(23), 2691-9.
- Hungria, M., Campo, R. J., Souza, E. M. & Pedrosa, F. O. (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and Soil*. 331, 413-25. doi: 10.1007/s11104-009-0262-0.
- Hungria, M. & Nogueira, M. A. (2017). *Inoculação de braquiárias com Azospirillum*. Londrina: Embrapa Soja. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171535/1/folder-braquiaria.pdf>.
- Hungria, M., Nogueira, M. A. & Araujo, R. S. (2016). Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 221, 125-31. doi: 10.1016/j.agee.2016.01.024.
- Hungria, M., Rondina, A. B. L., Nunes, A. L. P., Araujo, R. S. & Nogueira, M. A. (2021). Seed and leaf-spray inoculation of PGPR in brachiarias (*Urochloa* spp.) as an economic and environmental opportunity to improve plant growth, forage yield and nutrient status. 463, 171–86. <http://www.bashanfoundation.org/contributions/Hungria-M/46.%202021Seed%20and%20Hungria.pdf>.
- May, A. et al. (2019). Induction of drought tolerance by inoculation of *Bacillus aryabhattai* on sugarcane seedlings. *Científica*. 47(4), 400-10. FUNEP. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2019v47n4p400-410>. <https://cientifica.dracena.unesp.br/index.php/cientifica/article/view/1258>.
- Mendes, L. W., Tsai, S. M., Navarrete, A. A., De Hollander, M., Van Veen, J. A. & Kuramae, E. E. (2018). Soil-borne microbiome: linking diversity to function. *Microbial Ecology*. 75, 153-64. doi: 10.1007/s00248-017-1043-9.
- Nunes, P. S. O., Medeiros, F. H. V., Oliveira, T. S., Zago, J. R. A. & Bettiol, W. (2023). *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* promote tomato growth. *Brazilian Journal Microbiology*, 54, 397–406. <https://doi.org/10.1007/s42770-022-00874-3>.
- Okumura, R. S., Mariano, D. D., Dallacort, R., De Albuquerque, A. N., Lobato, A. K. D., Guedes, E. M. S., Neto, C. F. D., Da Conceição, H. E. O. & Alves, G. A. R. (2013). *Azospirillum*: A new and efficient alternative to biological nitrogen fixation in grasses. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 11(1), 1142-6.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Souza, R., Ambrosini, A. & Passaglia, L. M. P. (2022). Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genetics and Molecular Biology*. 45(1), e20220029.