



C A P Í T U L O 1

Bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV) para associação com gramíneas forrageiras

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.141112613011>

Muriene Paula Cabral Nunes

Mestre em Desenvolvimento rural sustentável - UEG/
Campus Oeste - São Luís de Montes Belos

Rafaella Medeiros de Siqueira

Discente do curso de Farmácia - Bolsista de IC da UEG Campus Central - Anápolis

Tais Ferreira de Almeida

Docente e pesquisadora da UEG/Campus Oeste - Palmeiras de Goiás

Plínio Lázaro Faleiro Naves

Docente e pesquisador da UEG/Campus Central - Anápolis

Alliny das Graças Amaral

Docente e pesquisadora da UEG/Campus Central - Anápolis

Resumo: O Cerrado ocupa o segundo lugar no ranque de aumento das pastagens cultivadas nos últimos 36 anos, sendo que as gramíneas forrageiras de maior expressão em área plantada no país são dos gêneros: *Urochloa*, *Megathyrsus* e *Andropogon*. A produção de pastagens é de suma importância para a produção de carne e leite no país. Nessa atividade usa-se fertilizantes originados do mercado externo que geram resíduos químicos ao meio ambiente. Para solucionar esse obstáculo produtivo e em busca de uma produção *eco-friendly*, o uso de biofertilizantes que sejam efetivos no aumento do crescimento vegetal e na fixação biológica de nitrogênio vem impulsionando as pesquisas. Nesse aspecto, a inoculação de sementes tem a função de potencializar o crescimento das plantas forrageiras. Sendo assim, buscando reduzir os efeitos adversos do meio ambiente sobre o desenvolvimento das culturas, pode-se utilizar as bactérias promotoras de crescimento vegetal.

Palavras-Chave: bioinsumos; *Azospirillum*; fixação biológica de nitrogênio; plantas tropicais.

INTRODUÇÃO

A produção de carne no país é baseada na alimentação dos bovinos a pasto e por esse motivo, tem aumentado o interesse por novas alternativas que potencializem a produtividade das gramíneas, como por exemplo, a utilização de Bioinsumos contendo bactérias promotoras de crescimento (BPC). Os altos custos dos fertilizantes agrícolas têm estimulado por uma demanda crescente da conscientização de uma agricultura sustentável e regenerativa; são as principais razões pela busca de alternativas viáveis, mais sustentáveis e ecológicas, com menor emissão de resíduos que podem impactar o meio ambiente (Dias Filho, 2014; Guimarães *et al.*, 2011; Hungria, 2011; Ramakrishna *et al.*, 2019).

A alimentação dos bovinos ocupa áreas extensas e em sua grande maioria é à base de gramíneas tropicais, e dentre elas os gêneros que mais se destacam são o *Urocloa*, graças à sua adaptação a diferentes condições endofclimáticas, e gramíneas do gênero *Megathyrsus*, sendo responsáveis pelo desenvolvimento da pecuária no país (Guimarães *et al.*, 2011; Paciullo; Gomide, 2016). O sistema produtivo tradicional dispõe da utilização de grandes volumes de fertilizantes químicos para obtenção de produtividades altas, e segundo Villela (2018), a utilização de bactérias e interação com adubação nitrogenada, viabiliza novos caminhos para redução de custos, incremento de produtividade e melhoria na qualidade, assim como na regeneração da atividade biológica dos solos agrícolas.

As bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV) caracterizam-se por serem micro-organismos capazes de proporcionar a colonização da superfície das raízes se associando com a planta, e por consequência estimular o crescimento vegetal que permite ganhos de produtividade e redução da utilização de insumos de alto custo (Urquiaga; Reis, 2012).

As interações entre bactérias e plantas são amplamente estudadas visando determinar quais estirpes e/ou isolados são viáveis para utilização em gramíneas do ponto de vista econômico, produtivo, social e ambiental (Ferreira *et al.*, 2014). Mediante o exposto, o objetivo do breve relato é apresentar alguns gêneros de bactérias promotoras de crescimento para associação com gramíneas do gênero *Urocloa*.

BREVE REVISÃO DA LITERATURA

Contexto atual das pastagens

Segundo Moreira *et al.* (2014), o potencial produtivo do Brasil em relação à agropecuária é crescente, são grandes áreas plantadas com pastagens sejam elas cultivadas ou naturais. De acordo com o IBGE (2016), cerca de 87% dos bovinos abatidos no país são terminados em sistema de criação a pasto, e desse modo, é extremamente importante que seja aplicado o manejo correto às gramíneas visando obter produção estável durante todo o ano. O Cerrado ocupa o segundo lugar no ranque de aumento das pastagens cultivadas nos últimos 36 anos segundo o MapBiomas (2022), sendo a

Apesar da quantidade de bovinos produzidos no Brasil ser alta, os níveis produtivos e tecnológicos encontrados são baixos. São extensas as áreas utilizadas enquanto que os resultados econômicos ficam aquém do potencial produtivo (Castagnara *et al.*, 2011). Segundo Inácio *et al.* (2017), para utilizar pastagens de forma sustentável é necessário otimizar o uso das terras, evitando degradação dos solos, otimizando a eficiência alimentar dos animais, proporcionando sustentabilidade econômica e ambiental.

Apesar de as gramíneas desse gênero apresentarem características de resistência às condições adversas de clima e solo, a falta de reposição de nutrientes ao longo do tempo juntamente com a superlotação das pastagens prejudica a qualidade e a quantidade da forragem produzida (Macedo, 2009). Nesse sentido, é essencial o uso de tecnologias eco-friendly para obtenção de produção de pastagens ecologicamente corretas, visando a regeneração biológica dos solos de Cerrado.

Nesse sentido, um sistema de produção eficiente e adequado é aquele que atenda as premissas básicas do ponto nutricional, ambiental, energético, social e econômico (Silva; Petry, 2018).

Gramíneas forrageiras

O mercado de sementes de gramíneas apresenta um rol de gêneros e espécies de gramíneas forrageiras para implantação de áreas de pastoris. A escolha da gramínea correta deverá ser definida conforme: a adaptação às condições edafoclimáticas, categoria animal a ser ofertada, potencial produtivo, tolerância ao pisoteio e ao pastoreio (Jank *et al.*, 2017b).

As gramíneas forrageiras de maior expressão em área plantada no país são dos gêneros: *Urocloa*, *Megathyrsus* e *Andropogon*. Dessa maneira, as espécies mais utilizadas são: *Urocloa brizantha*, *Urocloa decumbens* e *Megathyrsus maximum* (Macedo, 2009).

Segundo Moreira *et al.* (2014), os gêneros *Megathyrsus* e *Urocloa* correspondem a cerca de 70 a 80% de toda área cultivada com pastagem para pecuária. O bom estabelecimento da pastagem leva em consideração vários fatores, entre eles a qualidade da semente (capacidade germinativa e pureza), bem como a capacidade de associação das plantas com os micro-organismos do solo.

As gramíneas africanas *Megathyrsus* e *Urocloa* se adaptam bem ao clima do Cerrado, pois além de encontrarem nessa região condições semelhantes ao local de origem, passaram por um processo de melhoramento genético visando desenvolver novas cultivares resistentes a pragas e doenças presentes nesse bioma (Do Vale *et al.*, 2009).

Urocloa brizantha

As espécies do gênero *Urocloa* são tolerantes a condições edafoclimáticas (Martuscello *et al.*, 2009), sendo uma ótima opção para o Cerrado brasileiro. No entanto, por mais que possuam essa característica de tolerância, ainda sofrem com o manejo inadequado, principalmente a fertilidade do solo e as reposições de nutrientes via adubação convencional. A falta de reposição de nutrientes no solo acarreta na degradação das pastagens diminuindo a área produtiva (Benício, 2012), assim como a oportunidade para o aparecimento de plantas infestantes e cupins nas áreas pastoris.

O crescimento, desenvolvimento e estabelecimento das gramíneas são condicionados ao fornecimento de nutrientes. O nitrogênio (N) é um nutriente limitante ao bom desenvolvimento das gramíneas. Entretanto, os custos de aplicação desse nutriente são elevados e parte do aplicado é perdido para o ambiente (Guimarães *et al.*, 2011).

Uma alternativa viável para o fornecimento de N com redução dos custos e aumento da eficácia seria por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN), que consiste na capacidade das plantas de associarem a micro-organismos do solo para aproveitamento do N atmosférico. As gramíneas têm a capacidade de se associarem às bactérias diazotróficas beneficiando-se da FBN e apresentando níveis produtivos satisfatórios (Fernandes, 2016). Esse modelo produtivo pode ser benéfico a todo o sistema solo-planta, além de favorecer a regeneração microbiológica de solos explorados em culturas anteriores.

As pastagens formadas por *Urocloa brizantha*, apesar de apresentarem boa adaptação aos ambientes brasileiros em 1994, apresentaram a síndrome da morte do capim-marandu, o que potencializou os estudos e o desenvolvimento de novas cultivares e técnicas de manejo (Euclides *et al.*, 2009).

De acordo com Luna *et al.* (2014), a cultivar BRS Piatã apresentou taxa de crescimento foliar igual durante o período de seca e chuva, enquanto as cultivares do gênero *Megathyrsus* e *Cenchrus* apresentaram maiores taxas no período chuvoso, evidenciando dessa forma, a estabilidade de produção durante o ano do capim Piatã.

Corroborando com esses resultados, De Gaspari Pezzopane *et al.* (2015) observaram que entre as cultivares Marandu, Xaraés, Piatã, Paiaguás, a cultivar BRS Piatã apresentou a melhor resposta em alongamento foliar sob estresse hídrico. Todos os genótipos analisados exibiram redução do alongamento foliar, sendo a menor redução apresentada pela BRS Piatã.

Megathyrsus maximum

Outro gênero expressivo em produção vegetal por área é o *Megathyrsus maximum*, uma das espécies de capim mais comercializadas no país em virtude da alta produtividade e boa adaptação aos solos tropicais (Gomes *et al.*, 2011). Apesar da ampla utilização do gênero *Megathyrsus*, ainda é necessário o desenvolvimento de novas cultivares visando manter os altos níveis de produção animal. O cultivo de apenas uma espécie de gramínea na área pode causar resistência de pragas e doenças, desse modo, o melhoramento genético desenvolve cultivares que possam atender as demandas produtivas (Jank *et al.*, 2017a).

O *Megathyrsus maximum* BRS Zuri é uma cultivar desenvolvida pela Embrapa e representa o quarto lançamento da espécie realizado em 2014. A cultivar Zuri caracteriza-se por ser de rápida rebrota e manejo mais fácil que as cultivares Tanzânia e Mombaça, além de alta produtividade e teor proteico. Relacionado à resistência de pragas e doenças, essa cultivar apresenta resistência ao fungo *Bipolaris maydis* que acomete outras cultivares (Jank *et al.*, 2017a).

O híbrido *Megathyrsus maximum* BRS Quênia foi lançado em 2017 e segundo Jank *et al.* (2017a), é a cultivar que apresenta manejo mais fácil entre as forrageiras de porte médio a alto. O ganho em peso por animal e por área da cultivar BRS Quênia é maior que o apresentado pelo capim-mombaça de acordo com resultados do experimento realizado nos Cerrados pela Embrapa (Jank *et al.*, 2017b).

Interação planta-bactéria

A inoculação de sementes e plântulas tem a função de potencializar o crescimento e o desenvolvimento das plantas forrageiras. Buscando reduzir os efeitos adversos do meio ambiente sobre o desenvolvimento das culturas, pode-se utilizar as bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV), que são micro-organismos que vivem em associação simbiótica com as plantas (Euclides *et al.*, 2009).

Os mecanismos que as BPCV estimulam no crescimento das plantas podem ocorrer de forma direta ou indireta. Na promoção de crescimento de forma direta elas atuam fornecendo para planta compostos que facilitam a absorção de nutrientes, fixam N atmosférico, solubilizam fosfato, produzem substâncias que sequestram e solubilizam ferro, sintetizam hormônios, incluindo giberelinas, citocininas e auxinas, que melhoraram em vários estágios o crescimento das plantas, além de sintetizarem enzimas que modulam o crescimento e desenvolvimento das plantas (Olanrewaju *et al.*, 2017; Vessey, 2003).

Já os efeitos na promoção de crescimento de forma indireta, as BPCV podem reduzir e provocar a indução de resistência sistêmica nos vegetais e consequentemente reduzir a infestação de patógenos, além de diminuir a quantidade das comunidades microbianas fitotóxicas (Etesami; Maheshawari, 2018; Niranjan *et al.*, 2006; Van Loon, 2007).

Biofertilizantes no Brasil

Segundo Hungria (2011), as BPCV são um grupo de micro-organismos capazes de colonizar a superfície radicular e os tecidos internos das plantas. A combinação de diversos mecanismos que são estimulados por essas bactérias beneficia o crescimento vegetal (Hungria *et al.*, 2016).

Segundo Luna *et al.* (2014), inúmeras bactérias diazotróficas têm sido isoladas das plantas de arroz para avaliação da influência desses micro-organismos na promoção do crescimento da gramínea e no controle de micro-organismos patógenos, sendo que as estirpes de *Herbaspirillum* e *Azospirillum* sp. têm a capacidade de inibir o crescimento de fungo patogênico *Fusarium* sp. *in vitro*.

As plantas inoculadas com BPCV apresentaram maior facilidade de aproveitamento de água resultante da eficiência fotossintética, e por esse motivo também exibiram maior altura de plantas e produção de biomassa (Milléo; Cristófoli, 2016).

A associação entre bactérias e plantas propicia benefícios não só relacionados à fixação e absorção de nutrientes, mas também se observa ganhos no crescimento vegetal devido à produção de hormônios. A contribuição de N fixado pelas gramíneas em associação com as bactérias diazotróficas corresponde a cerca de 17% das demandas da cultura. Considerando culturas que demandam grandes quantidades de N, o fornecimento desse nutriente via micro-organismos reduz consideravelmente os custos relacionados à adubação química, potencializando dessa forma o lucro (Moreira *et al.*, 2010).

O gênero *Azospirillum*

Na literatura, as BPCV e em específico o gênero *Azospirillum* estimulam o crescimento radicular das plantas através da produção de fito hormônios. Esse fato favorece a absorção de nutrientes e água em profundidade no solo, tendo como resultado plantas com maior vigor e resistência a intempéries climáticas (Hungria *et al.*, 2011), além de ter uma grande versatilidade nos metabólitos produzidos, sendo importante para a adaptação e distribuição dessas bactérias em ambientes desfavoráveis (Sigida *et al.*, 2019).

Sementes de milho inoculadas com *Azospirillum brasiliense* apresentaram aumento nas médias de índice de clorofila foliar, altura das plantas, altura de inserção das espigas, diâmetro de colmo, massa seca foliar, volume de raiz, teores de N, P, K, em relação às plantas que não foram inoculadas (Brito, 2019; Kappes *et al.*, 2013).

Já para inoculação em capim-marandu, nota-se que a produção de forragem quando inoculada com *Azospirillum* apresenta maior produção de forragem (Oliveira *et al.*, 2007), sendo uma excelente alternativa para recuperação de pastagens degradadas (Hungria *et al.*, 2016). Em resposta à inoculação das estirpes ABV5 e ABV6 de *Azospirillum brasiliense* em *Megathyrsus maximum*, ocorreu um aumento nas taxas de alongamento de folhas e redução na taxa de senescência de perfilhos (Andrade *et al.*, 2019). De acordo com Lima (2018), o capim-zuri ao ser inoculado com a combinação de

A. brasiliense com outras BPCV promoveram incrementos na produtividade de massa seca, índice de clorofila e acúmulo de minerais.

O gênero *Herbaspirillum seropedicae*

Segundo Dartora *et al.* (2013), as bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Herbaspirillum* são consideradas micro-organismos diazotróficos, sendo fíticos obrigatórios que diferentemente do gênero *Azospirillum* só sobrevivem no interior das raízes, com baixa sobrevivência no solo.

Dotto *et al.* (2010) não observaram respostas significativas para inoculação de sementes de milho com *H. seropedicae* nas variáveis analisadas de diâmetro de colmo, altura de inserção da espiga, massa de espiga, massa de sabugo e comprimento de espiga. No entanto, a ausência de respostas pode ser relacionada à utilização de linhagens de plantas inadequadas, já que a planta é o fator chave para a FBN.

A inoculação de plantas de arroz com *H. seropedicae* (SMR1) para os parâmetros massa seca de parte aérea e produção de grãos demonstraram respostas semelhantes. As plantas inoculadas sem a aplicação de N demonstraram respostas significativamente iguais ao controle sem inoculação e com aplicação de N. Desse modo, pode-se inferir

que a utilização de BPCV pode fornecer N para as plantas dependendo da cultivar utilizada (Ferreira *et al.*, 2011), sendo considerada uma associação específica.

Para Neiverth *et al.* (2014), a utilização de *H. seropedicae* pode ser uma alternativa para substituir o uso de fertilizantes nitrogenados, reduzindo custo na produção. Ao avaliar a inoculação em sementes de milho com *H. seropedicae* e *A. brasiliense*, ambas apresentaram aumento no diâmetro basal do colmo, incremento de 15% em relação ao controle, o que pode ser justificado pela capacidade de promoção de crescimento vegetal pelas bactérias. Apesar de não haver diferença estatística significativa, no que tange à matéria seca, as plantas inoculadas apresentaram 12% a mais do que o controle (Dartora *et al.*, 2013).

Crescimento inicial de gramíneas para verificação da associação planta-bactéria

A utilização de tecnologias que venham trazer melhoria na germinação e crescimento de sementes torna-se indispensável, principalmente quando se tem condições desfavoráveis (Pinto *et al.*, 2017). Sendo assim, uma possibilidade para a aquisição de plântulas com desempenhos superiores é a utilização de sementes inoculadas com bactérias diazotróficas (Pereira *et al.*, 2017). A aptidão desses micro-organismos em proporcionar o crescimento de plantas envolve diversos mecanismos, sendo eles: a conversão enzimática do nitrogênio gasoso em amônia e a produção de fito hormônios (Bergamaschi *et al.*, 2007).

Os fito hormônios que podem afetar o percentual germinativo e marcha de divisão celular são as auxinas, giberelinas e citocininas. Em concentrações adequadas podem estimular a germinação, o comprimento e quantidade de pêlos radiculares, bem como o surgimento de raízes secundárias e aumento da área em que as raízes ocupam (Didonet *et al.*, 1996; Dourado Neto *et al.*, 2014; Gitti *et al.*, 2012; Rampim *et al.*, 2012; Rodrigues *et al.*, 2015).

As sementes de milho após inoculação com estirpes de *A. brasiliense* apresentaram resultados satisfatórios na produção de massa seca da raiz de plântulas, se comparadas com o tratamento sem inoculação (Galeano *et al.*, 2019). Sendo assim, a possibilidade do aumento de raízes se dar pela ação de fito hormônios torna-se mais evidente. De acordo com Hartmann *et al.* (2018), as auxinas são regulares vegetais que agem com maior frequência na promoção do enraizamento, principalmente no que tange ao início dos primórdios radicais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Bioinsumos são ferramentas para uso em diversas áreas do conhecimento. A inoculação de sementes com micro-organismos promissores para a associação com gramíneas é um diferencial na produção de pastagens. Nesse âmbito, a pesquisa vem investigando isolados da rizosfera de plantas cultivadas no Cerrado como candidatos para a fixação biológica de nitrogênio e/ou promotoras de crescimento vegetal. Essa busca é justificada pela representatividade das pastagens na produção de carne e leite do país, com ênfase na sustentabilidade dos sistemas produtivos e o menor impacto à natureza.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Estadual de Goiás, a plataforma de Pesquisa e Inovação em Bioinsumos. Ao CEBIO - Centro de Excelência em Bioinsumos –Unidade de Transferência de Tecnologia de Anápolis– UEG/CEBIO. À FAPEG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás) pela concessão da bolsa de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. A.; PORTO, M. O.; CAVALI, J.; FERREIRA, E.; BERGAMIN, A. C.; SOUZA, F. R.; AGUIAR, I. S. *Azospirillum brasiliense* e fosfato natural reativo no estabelecimento de forrageira tropical. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 42, n. 1, p. 146-154, 2019.
- BENÍCIO, L. P. F. **Rejeitos de rochas fosfáticas no desenvolvimento e no teor de nutrientes em *Urocloa brizantha*.** 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, 2012.
- BERGAMASCHI, C.; ROESCH, L. F. W.; QUADROS, P. D.; CAMARGO, F. A. O. Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas a cultivares de sorgo forrageiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 727-733, 2007.
- BRITO, T. S. **Métodos de inoculação de *Azospirillum brasiliense* e sua influência na promoção de crescimento do milho.** 2019. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2019.
- CASTAGNARA, D. D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; RABELLO DE OLIVEIRA, P. S. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 1637-1647, 2011.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 10, 2013.

DE GASPARI PEZZOPANE, C.; SANTOS, P. M.; DA CRUZ, P. G.; ALTOÉ, J.; RIBEIRO, F. A.; DO VALLE, C. B. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Urocloa* brizantha. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, 2015.

DIAS FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 2014.

DIDONET, A. D.; MARTIN-DIDONET, C. C. G.; GOMES, G. F. **Avaliação de linhagens de arroz de terras altas inoculadas com *Azospirillum lipoferum* Sp59b e *A. brasiliense* Sp245**. Embrapa Arroz e Feijão-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2003.

DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; KENNER, M. H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas inoculadas com *Azospirillum brasiliense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 645-651, 1996.

DO VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 460-472, 2009.

DOTTO, A. P.; LANA, M. D. C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J. F. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 376-382, 2010.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante no desempenho agronômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 371-379, 2014.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; DO VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Urocloa* brizantha sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1805-1812, 2009.

FERNANDES, J. S. ***Azospirillum brasiliense* e adubação nitrogenada na *Urocloa decumbens***. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2016.

FERREIRA, E. P. D. B.; KNUPP, A. M.; DIDONET, C. C. G. M. Crescimento de cultivares de arroz (*Oriza sativa* L.) influenciado pela inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 655-665, 2014.

FERREIRA, J.; GUIMARÃES, S. L.; BALDANI, V. Produção de grãos de arroz em função da inoculação com *Herbaspirillum seropedicae*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 826-833, 2011.

GALEANO, R. M. S.; CAMPELO, A. P. S.; MARCKERT, A.; BRASIL, M. S. Desenvolvimento inicial e quantificação de proteínas do milho após inoculação com novas estirpes de *Azospirillum* brasileiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 2, p. 95-99, 2019.

GITTI, D. C.; ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C.; RODRIGUES, R. A. F.; KANEKO, F. H. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *A. brasiliense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 509-517, 2012.

GOMES, R. A.; LEMPP, B.; JANK, L.; CARPEJANI, G. C.; DA GRAÇA MORAIS, M. Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Megathyrsus maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 2, p. 205-211, 2011.

GUIMARÃES, S. L.; BONFIM-SILVA, E. M.; POLIZEL, A. C.; CAMPOS, D. D. S. Produção de capim-marandu inoculado com *Azospirillum spp*. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 819-825, 2011.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, JR. F. T.; GENEVE, R. L.; WILSON, S. B. **Plant propagation: principles and practices**. 9. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2018. 1024 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE**: Produção da pecuária municipal 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/.../indicadores/default.shtml>. Acesso em: 15 dez. 2019.

INÁCIO, L. C. B.; ALENCAR, C. R. K.; MARTINEZ, A. C. Manejo de pastagem como ferramenta para a produção de bovinos a pasto. Simpósio de produção sustentável e saúde animal: **Anais...** Umuarama: PPS, 2017.

JANK, L.; de ANDRADE, C. M. S.; BARBOSA, R.; MACEDO, M.; VALERIO, J.; VERZIGNASSI, J.; ZIMMER, A. H.; FERNANDES, C. D.; SANTOS, M. F.; SIMEÃO, R. M. **O capim-BRS Quênia (*Megathyrsus maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens**. Embrapa Acre-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2017b.

JANK, L.; SANTOS, M. F.; DO VALLE, C. B.; BARRIOS, S.; RESENDE, R. Novas alternativas de cultivares de forrageiras e melhoramento para a sustentabilidade da pecuária. In: Embrapa Gado de Corte-**Resumo em anais** de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS, 4.: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, Dracena, 4., 2017a.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BEM, E. A. D.; PORTUGAL, J. R.; VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 527-538, 2013.

LIMA, G. C. **Acúmulo de nutrientes na parte área e raízes, produção e composição química bromatológica do *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri inoculado com bactérias promotoras do crescimento.** 2018. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2018.

LUNA, A. A.; DOS SANTOS DIFANTE, G.; MONTAGNER, D. B.; NETO, J. V. E.; DE ARAÚJO, I. M. M.; DE OLIVEIRA, L. E. C. Características morfogênicas e acúmulo de forragem de gramíneas forrageiras sob corte. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, 2014.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009.

MAPBIOMAS. **Destaques do mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 a 2021.** Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact-Sheet-Colecao7.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomass_Pastagem_2022_30_11.pdf. Acesso em: 13 jun. 2024.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; CUNHA, D. N. F. V. Produção de gramíneas do gênero Urocloa sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1183-1190, 2009.

MILLÉO, M. V. R.; CRISTÓFOLI, I. Avaliação da eficiência agronômica da inoculação de Azospirillum sp. na cultura do milho. **Scientia Agraria**, v. 17, n. 3, p. 14-23, 2016.

MOREIRA, C. D.; PEREIRA, D. H.; COIMBRA, R. A.; MOREIRA, D. A. Germinação de gramíneas forrageiras em função da inoculação de bactérias diazotróficas. **Scientific Electronic Archives**, v. 6, p. 90-96, 2014.

MOREIRA, F. M. D. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74, 2010.

NIRANJAN, R. S.; SHETTY, H. S.; REDDY, M. S. Plant growth promoting rhizobacteria: potential Green alternative for plant productivity. In: SIDDIQUI, Z. A. (Ed.) **PGPR: Biocontrol and biofertilization**. Netherlands: Springer, 2006, p. 197-216.

OLANREWAJU, O. S.; GLICK, B. R.; BABALOLA, O. O. Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria. **World J. Microbiol. Biotechnol.**, v. 6, n. 11, p. 197, 2017.

OLIVEIRA, P. P. A.; DE OLIVEIRA, W. S.; BARIONI JUNIOR, W. **Produção de forragem e qualidade de *Urocloa brizantha* cv. Marandu com *Azospirillum brasiliense* e fertilizada com nitrogênio.** Embrapa Pecuária Sudeste-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M. As contribuições de *Urocloa* e *Megathyrsus* para a pecuária leiteira. In: VILELA, D.; FERREIRA, E. N.; JUNTOLLI, F. V. **Pecuária de leite no Brasil: Cenários e avanços tecnológicos.** Embrapa: Brasília, p. 167-186, 2016.

PEREIRA, L. C.; PIANA, S. C.; BRACCINI, A. L.; GARCIA, M. M.; FERRI, G. C.; FELBER, P. H.; MARTELI, D. C. V.; BIANCHESSI, P. A.; DAMETTO, I. B. Rendimento do trigo (*Triticum aestivum*) em resposta a diferentes modos de inoculação com *Azospirillum brasiliense*. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 40, n. 1, p. 106-114, 2017.

PINTO, M. A. B.; NUNES, U. R.; FIPKE, G. M. Germinação de trigo inoculado com *Azospirillum brasiliense* sob distintos pH's da água de embebição. **Cultura Agronômica**, v. 26, n. 4, p. 694-704, 2017.

RAMAKRISHNA, W.; YADAV, R.; LI, K. Plant growth promoting bacteria in agriculture: Two sides of a coin. **Applied Soil Ecology**, v. 138, n. 1, p. 10-18, 2019.

RAMPIM, L.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; NACKE, H.; KLEIN, J.; GUIMARÃES, V. F. Qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de trigo submetidas à inoculação e diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 678- 685, 2012.

RODRIGUES, L. A.; BATISTA, M. S.; ALVAREZ, R. C. F.; LIMA, S. F.; ALVES, C. Z. Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses de bioestimulante. **Nucleus**, Ituverava, v. 12, n. 1, p. 207-214, 2015.

SIGIDA, E. N.; FEDONENKO, Y. P.; SHASHKOV, A. S.; TOUKACH, P. V.; SHELUKO, E. L.; ZDOROVENKO, Y. A.; KNIREL, Y. A.; KONNOVA, S. A. Structural studies of O-specific polysaccharide(s) and biological activity toward plants of the lipopolysaccharide from *Azospirillum brasiliense* SR8. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 126, n. 1, p. 246-253, 2019.

SILVA, L. A.; PETRY, C. Estudo comparativo entre sistemas de manejo de pastagens: Pastoreio Racional Voisin e convencional. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 10-10, 2018.

STRASSBURG, B. B. N.; SCARAMUZZA, C. A.; SANSEVERO, J. B. B.; CALMON, M.; LATAWIEC, A.; PENTEADO, M.; RODRIGUES, R. R.; LAMONATO, F.; BRANCALION, P.; NAVÉ, A.; SILVA, C. C. **Análise preliminar de modelos de restauração florestal como alternativa de renda para proprietários rurais na Mata Atlântica.** Relatório técnico. Rio de Janeiro: Instituto Internacional para Sustentabilidade, 2014, 64 p.

URQUIAGA, S.; REIS, V. M. Avaliação agronômica de duas variedades de cana-de- açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 261-269, 2012.

VAN LOON, L. C. Plant response to plant growth-promoting rhizobacteria. **Eur. J. Plant Pathol.**, v. 119, n. 1, p. 243-254, 2007.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant Soil**, v. 255, n. 1, p. 571-586, 2003.

VILLELA, P. M. **Interação da adubação nitrogenada e *Azospirillum brasiliense* em Siqueira de cana-de-açúcar**. 2018. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.