

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE LINGUAGEM, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E SOCIAIS APLICADAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

GUILHERME APARECIDO CONSTANTINO

EFEITO DO *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* EM *UROCHOLA* sp

PONTES E LACERDA – MT
JULHO/2021

GUILHERME APARECIDO CONSTANTINO

EFEITO DO *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* EM *UROCHLOA sp*

“Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

Orientador: Dr. Edson Sadayuki Eguchi
Coorientador(a): Dra. Camila Fernandes Domingues Duarte

PONTES E LACERDA – MT
JULHO/2021

GUILHERME APARECIDO CONSTANTINO

EFEITO DO *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* EM *UROCHLOA* sp

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADO EM:



Prof Dr. Edson Sadayuki Eguchi
Orientador/UNEMAT-Pontes e Lacerda



Profª Dra. Camila Fernandes Domingues Duarte
Membro Externo



Profª Dra. Tatiani Botini Pires
Membro/ UNEMAT-Pontes e Lacerda

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de conclusão de curso principalmente a Deus.

Aos meus familiares e amigos,
que sempre me deram incentivo e apoio para que eu pudesse chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a **Jesus Cristo e a Nossa Senhora Aparecida**, aos quais eternamente confiarei a minha gratidão, pelos caminhos iluminados para que eu pudesse chegar até onde estou.

A minha mãe, Dirce Gonçalves dos Santos, a maior mestra da minha vida, que sempre acreditou em mim e sempre manteve a fé.

Ao meu Pai, Nilson Constantino (*in memorian*), meu maior incentivador a não desistir dos meus sonhos.

Ao meu Orientador Dr. Edson Sadayuki Eguchi e minha Co-orientadora Dra. Camila Fernandes Domingues Duarte, que me ajudaram com seus conhecimentos e incisivas pontuações de orientação e confiança em meu trabalho, durante seu desenvolvimento.

A todos os meus colegas que estiveram torcendo por mim.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram com o sucesso deste trabalho.

“A vida é um grande rodeio eu sou apenas o peão.”

(Paulinho Pena Branca)

RESUMO

Na agricultura moderna, combinar a produção, com a sustentabilidade ambiental, é a fórmula de garantir um futuro melhor para as próximas gerações, sem risco de contaminações de todos os seres vivos, bem como, do solo e do ar. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho, foi reunir informações, através de revisão bibliográfica, sobre o efeito do *Azospirillum brasilense* em áreas de pastagem de *Urochloa*. As bactérias do gênero *Azospirillum* são livres fixadores de nitrogênio atmosférico, que vivem em associação com plantas na rizosfera, contribuem com produção de fitormônios de crescimento (auxinas, giberelinas, citocininas) e fosfatases. O uso de *Azospirillum brasilense*, vem se constituindo como uma alternativa promissora para redução de adubação nitrogenada e aumento da produtividade de gramíneas forrageiras, principalmente das espécies *Urochloa*, mas ainda são poucos os trabalhos com resultados relacionados a essa prática. Com mais de 30 anos no mercado brasileiro e aceita pela maioria dos fazendeiros, a *Urochloa brizantha* cv. Marandu, apresentam produtividade, de 20 a 25 toneladas de matéria seca.ha⁻¹.ano⁻¹ e com média de 10% de proteína bruta na matéria seca (MS), talvez seja a forrageira mais estudada com inoculação de *Azospirillum brasilense*. As bactérias do gênero *Azospirillum* viabilizam o aumento da produção e desenvolvimento de sistema radicular da forrageira com melhor absorção de água e nutrientes, principalmente em períodos mais secos do ano. Esta bactéria é muito competitiva e se desenvolve bem em temperaturas tropicais entre 28 a 41°C e a fixação biológica de N pode variar de 25 e 50 kg ha⁻¹ na forma de amoniacal, nitrato, nitrogênio molecular e aminoácidos promovendo a manutenção e sustentabilidade do sistema. Alguns autores observaram na *Urochloa brizantha* cv. Marandu inoculada com *Azospirillum brasilense*, um incremento de 8 a 9% no número de folhas e de 7 a 12% no número de perfilhos, de 15% na produção de massa da forragem e 25% no teor de proteína. Quanto as considerações finais, o gênero *Azospirillum* promovem aumento na produção de matéria seca, tamanho da raiz e número de folhas, consequentemente proporcionado maior capacidade de suporte e maior taxa de lotação.

Palavras-chave: bactérias, fertilidade do solo, fixação de nitrogênio, pastagens, sustentabilidade

ABSTRACT

In modern agriculture, combining production with environmental sustainability is the formula to guarantee a better future for the next generations, without the risk of contamination of all living beings, as well as the soil and air. In this context, the objective of this work was to gather information, through a bibliographical review, about the effect of *Azospirillum brasilense* in areas of *Urochloa* pasture. Bacteria of the genus *Azospirillum* are free fixators of atmospheric nitrogen, which live in association with plants in the rhizosphere, contribute to the production of growth phytohormones (auxins, gibberellins, cytokinins) and phosphatases. The use of *Azospirillum brasilense* has become a promising alternative for reducing nitrogen fertilization and increasing the productivity of forage grasses, especially of the *Urochloa* species, but there are few works with results related to this practice. With over 30 years in the Brazilian market and accepted by most farmers, *Urochloa brizantha* cv. Marandu, present productivity, from 20 to 25 tons of dry matter.ha⁻¹.year⁻¹ and with an average of 10% of crude protein in the dry matter (DM), maybe it is the most studied forage with inoculation of *Azospirillum brasilense*. Bacteria of the *Azospirillum* genus enable the increase in production and development of the forage root system with better absorption of water and nutrients, especially during drier periods of the year. This bacterium is very competitive and develops well in tropical temperatures between 28 and 41°C and biological N fixation can vary from 25 to 50 kg ha⁻¹ in the form of ammonia, nitrate, molecular nitrogen and amino acids, promoting the maintenance and sustainability of the system. Some authors observed in *Urochloa brizantha* cv. Marandu inoculated with *Azospirillum brasilense*, an increase of 8 to 9% in the number of leaves and 7 to 12% in the number of tillers, 15% in forage mass production and 25% in protein content. As for the final considerations, the genus *Azospirillum* promotes an increase in the production of dry matter, root size and number of leaves, consequently providing greater support capacity and higher stocking rate.

Keywords: bacteria, fertility, nitrogen fixation, pastures, sustainability

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 BIOLOGIA DO SOLO	13
2.2 BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO DE PLANTAS	15
2.3 <i>AZOSPIRILLUM SPP.</i>	17
2.4 <i>UROCHLOA BRIZANTHA</i>	21
2.5 PRODUÇÃO DA <i>UROCHLOA</i> COM USO DA <i>AZOSPIRILLUM BRASILENSE</i>	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

No Brasil e em todas as regiões em que há produção pecuária, a alimentação do rebanho ainda é basicamente o pasto. A baixa fertilidade do solo e o manejo errado das pastagens são as principais causas da degradação com redução da massa forrageira, valor nutricional e da produção do setor (DUARTE et al., 2015).

As pastagens na superfície terrestre ocupam uma área de aproximadamente de 25%, e no Brasil, a sua área é superior a 200 milhões de hectares, e em sua maioria composta por pastos cultivados. O cerrado contém cerca de 40 milhões de hectares cultivados de braquiária (BENETT et al., 2008).

As pastagens são o principal componente das dietas de ruminantes e a fonte de alimentação mais econômica nos sistemas pecuários. Na produção de leite, tem a melhor relação custo-benefício da atividade, utilizando-se de volumosos de elevado potencial nutricional. Mas a sustentabilidade das pastagens depende da disponibilidade hídrica, condições de fertilidade do solo, manejo, temperatura e luminosidade que podem definir a sua produção (SKONIESKI et al., 2011).

Na agricultura moderna deve se combinar a produção e sustentabilidade com a demanda de crescimento da população e as mudanças climáticas. Neste ponto de vista, a tecnologia é essencial no aumento de produção de grãos, carne, leite entre vários outros produtos, que conforme a região só é atingida com elevada quantidade de fertilizante químicos ou abertura de novas áreas de cultivo (DUARTE, et al., 2020). Contudo, o uso demasiado de produtos químicos e o uso de novas áreas para a produção agropecuária não são alternativas sustentáveis.

Neste sentido, Alexandrino et al. (2010) enfatizaram que a correta adubação, correção do solo e o manejo da pastagem, são imprescindíveis para melhorar a produção e sua qualidade nutricional. Dentre as adubações, destaca-se a adubação nitrogenada, pois promove uma melhora no crescimento da parte aérea da planta e, conseqüentemente, na produção de massa de forragem.

Nas cultivares de *Urochloa brizantha*, a adubação nitrogenada é fundamental para seu crescimento e desenvolvimento, sendo uma excelente estratégia de manejo, aumentando significativamente o número de perfilho, produção e qualidade das folhas (CASTRO, et.al 2016).

A quantidade e qualidade da forragem da *Urochloa brizantha* pode variar bastante com a fertilidade do solo e quantidade de água no substrato. As substâncias inorgânicas cruciais para

o crescimento e desenvolvimento da planta são a água, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), além de outros macros e micronutrientes. Essas substâncias são as maiores fontes de energia nas vias bioquímica de síntese de ácidos nucleicos, clorofila, fitormônio e antimicrobianos. Os fertilizantes minerais têm essencial importância para as pastagens intensivas, mas podem ser prejudiciais para o meio ambiente, se forem usados de forma descuidada e imprudente (MOREIRA, et.al. 2020).

Entre todas as cultivares de *Urochloa brizantha*, a Marandu vem se destacando no mercado brasileiro há mais de 30 anos, porém, com o surgimento de pragas e doenças, novas alternativas como o capim-xaraés e o piatã foram lançadas para a diversificação. Segundo Andrade e Assis (2010), no período de 1997 e 1998, o piatã produziu em torno de 12 t/ha de matéria seca (MS), enquanto a *Urochloa brizantha* cv marandu produziu 8 t/ha, não ocorrendo diferença entre as espécies na produção de massa de forragem.

O desenvolvimento e implantação de estratégias de manejo inofensivas ao meio ambiente, com o objetivo de substituir o uso de fertilizantes químicos, pode garantir que as pastagens sejam produzidas de forma sustentável e lucrativa. A inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) pode ser uma opção segura e eficiente (MOREIRA, et.al. 2020). Entre as BPCP que promovem o aumento na produção vegetal, salienta-se o gênero *Azospirillum*. Esse grupo de bactérias apresenta-se com relevância em todos os continentes, e começou a ser estudada a partir dos anos 70 pela pesquisadora da Embrapa Johanna Döbereiner (DUARTE et al., 2020).

Atualmente, existem concordância na literatura sobre as vantagens da associação de plantas com *Azospirillum* são mais relacionados à promoção do desenvolvimento vegetal, principalmente do sistema radicular, do que à fixação biológica de nitrogênio, embora haja inúmeros relatos que apontam para que a viabilidade desse processo está na fixação de N (OLIVEIRA, OLIVEIRA, JUNIOR, 2007).

Modesto et. al. (2016), relata que para diminuir os custos de produção com fertilização nitrogenada e favorecer maior retorno econômico aos produtores, a utilização de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) e as estirpes do gênero *Azospirillum* estão entre as alternativas mais procuradas.

Os sistemas agrícolas têm promovido modificações para evitar a degradação ambiental sem afetar a produção. O manejo da fertilidade do solo explorando as biotecnologias existentes podem ser aproveitados para potencializar a produção e o correto avanço econômico, social e ecológico dos diferentes ecossistemas pastoris do Brasil. Portanto, a combinação entre gramínea e as bactérias promotoras de crescimento de plantas podem apresentar uma vantajosa

alternativa para produção animal a pasto, produção de forragem, manejo do solo e qualidade ambiental (DUARTE, 2018).

O presente estudo teve o objetivo de reunir informações, através da revisão bibliográfica, sobre o uso de *Azospirillum brasilense* em pastagem com capim *Urochloa sp.*

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As bactérias do gênero *Azospirillum* são microrganismos de vida livre fixadores de nitrogênio atmosférico, que vivem em associação com plantas na rizosfera. Um dos benefícios desse processo é a promoção do desenvolvimento e do aumento na produção de biomassa. Na rizosfera, essas bactérias podem auxiliar as plantas por meio da secreção de fitormônios (OLIVEIRA, OLIVEIRA, JUNIOR, 2007).

A inoculação das sementes de *Urochloa* com *Azospirillum brasilense* contribui de forma positiva, no desenvolvimento e produção da forrageira, com aumento na altura de planta, número de perfilhos, produção de matéria seca da parte áreas e matéria seca de raiz (FERNANDES, 2016).

2.1 BIOLOGIA DO SOLO

O solo é um dos recursos naturais mais importante na vida do ser humano, pois possui múltiplas funções nos ciclos dos nutrientes, no ciclo da água, além de ser importante para o fornecimento de alimentos para os seres vivos, sustentabilidade dos recursos naturais, como floresta primária e campos (WADT et.al, 2003). Para Dumont (2021) o solo é considerado uma estrutura onde a vida se expande em uma infinita variedade de formas, desde microrganismos a insetos, nematoides a serpentes de hábitos subterrâneos, que em conjunto constituem uma comunidade flutuante nas diversas estações do ano, cujo equilíbrio necessita de um ambiente saudável.

O solo é um dos mais complexos sistemas biológicos do planeta, por isso, é fundamental para o desempenho do ecossistema terrestre. As práticas agropecuárias intensivas vêm ocasionando alteração nas características e na sua qualidade, surgindo a necessidade de adoção de técnicas de manejo mais sustentável (TERRA et.al, 2019).

Dentre os componentes vivos do solo, fungos e bactéria são os menores em tamanho, mas constituem a maioria em número. Esses dois diferentes grupos são de especial importância para a saúde do solo e principalmente para o desenvolvimento das plantas pois atua diretamente na dinâmica de ciclagem de material orgânico, de modo a garantir os nutrientes para todas as

cadeias de vida. Na realidade são esses organismos de dimensões microscópicas que ajudam na decomposição dos restos orgânicos oriundos de plantas e animais (DUMONT, 2021).

A matéria orgânica do solo desempenha importante papel na nutrição da planta, atuando na CTC (capacidade de troca de cátions), proporcionando maior capacidade de absorção de cátions. A maior parte dos cátions adsorvidos pelo solo são nutrientes como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} . Com o tempo, o aumento da matéria orgânica do solo melhora-se a nutrição das plantas em virtude da maior disponibilidade de nutrientes adsorvidos (SANTOS, 2020).

Segundo Galli (1964), o solo acolhe fungos e bactérias patogênicas para as plantas, pois eles são todos parasitas facultativos que são capazes de se desenvolver normalmente na terra com a presença da planta hospedeira, agem dificultando o desenvolvimento normal da planta, levando a podridão das raízes e produzindo doenças sistêmicas, pela invasão do sistema vascular da planta, mas também existem espécies destes grupos que fazem a fixação do nitrogênio do ar nas raízes e há algumas bactérias que possuem a capacidade de tornar solúvel o fósforo presente no solo disponibilizando-o para o vegetal. No Brasil, a maioria dos solos são muito pobres em nitrogênio e fósforo, rotineiramente os fertilizantes aplicados chegam em mais de 50% do custo, na implantação de uma cultura (FERREIRA, 2016).

São inúmeras as formas inorgânicas que o nitrogênio apresenta no sistema, dando a este elemento uma ciclagem composta de diversas transformações, promovidas pela ação direta de microrganismos e plantas, que são de grande importância no ambiente, fazendo parte nos diversos ciclos metabólicos e contribuindo para a manutenção da vida (CARDOSO & ANDREOTE, 2016).

Aproximadamente 98% do nitrogênio presente no solo é essencialmente na forma orgânica. A outra pequena parte se encontra em formas de minerais de amônio, nitrato e nitrito. A parte de minerais é a transformação biológica do N orgânico do solo em N inorgânico, executada pelos microrganismos heterotróficos do solo. A imobilização refere-se ao processo inverso, ou seja, é a transformação do N (Nitrogênio) inorgânico em orgânico. Os microrganismos do solo assimilam as formas inorgânicas de N para formar os constituintes orgânicos de suas células e tecidos (ALFAIA, 2006).

Entre as opções para aproveitar o nitrogênio no solo com as várias espécies de gramíneas, se destaca-se a aplicação de bactérias do gênero *Azospirillum* no solo ou na semente, essas bactérias que associam endofiticamente com a auxiliam no crescimento e desenvolvimento vegetal através da produção de fitormônios de crescimento e através da biodisponibilidade de nutrientes pela fixação biológica do nitrogênio atmosférico e, em algumas espécies pela solubilização dos fosfatos (CARDOSO, 2008).

2.2 BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO DE PLANTAS

Segundo Chibeba et.al (2015), além dos rizóbios, as bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) também efetuam uma vasta gama de processos biológicos que auxiliam as plantas, com a inclusão de produção de fitormônios de crescimento e a fixação biológica de Nitrogênio. O *Azospirillum* é a bactéria promotora de crescimento de plantas mais estudada no momento, e um de seus efeitos é o aumento da produção e desenvolvimento de sistema radicular, com benefício na absorção de água e nutrientes. Duarte (2018) observou efeito promotor do crescimento do *A. brasilense* no sistema radicular do capim paiaguás, com produção de massa de raiz de 116,17 g vaso⁻¹ para as plantas inoculadas com o *A. brasilense* Ab-V6, as plantas não inoculadas a produção de massa de raiz foram de 93,43 g vaso⁻¹ (Figura 1).

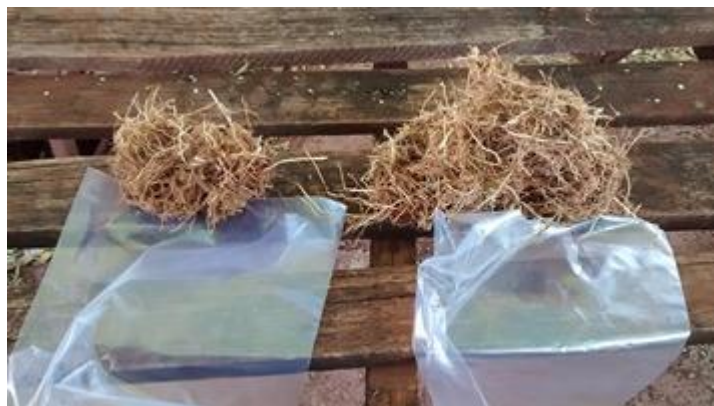


Figura 1. Produção de massa de raízes do Capim Paiaguás sem inoculação e com inoculação de *Azospirillum brasilense*.

Fonte: Duarte (2018).

As bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), são aquelas que são capazes de promover o desenvolvimento da planta de forma direta ou indireta, pois estas bactérias são encontradas em rizosfera (DIAS, 2015). A associação de gramínea e bactérias promotoras de crescimento ocorre de forma natural no ambiente, sendo que ambos os organismos se beneficiam dos produtos sintetizados e disponibilizados no ambiente a partir das suas atividades metabólicas. Por isso, acreditasse na relação da interação das BPCP e gramínea como

alternativa inovadora e sustentável no modelo convencional de produção animal a pasto (BARREIROS, 2020).

Existe muito interesse em opções de manejo diminua a aplicação de insumos químicos e que melhorem a absorção de nutrientes em áreas de produção agrícola. Entre os processos biológicos promovidos pela natureza, a fixação biológica de nitrogênio atmosférico é uma alternativa viável no fornecimento de nitrogênio as culturas agrícolas e é realizada por grupo restrito de rizobactérias (REIS, 2007).

Segundo Machado (2015), as rizobactérias que apresentam mecanismo de promoção de crescimento de plantas se inserem corretamente em sistemas de sucessão e ou também rotação de pastagem, destinadas à alimentação de bovinos. Em algum momento são capazes de antecipar, alongar e incrementar, a disponibilidade de forragens aos animais. Também podem reduzir o custo de produção sem o prejuízo em relação a quantidade de forragem produzida.

Entre as estratégias de menor impacto e maior sustentabilidade, a agricultura de baixo carbono contempla a fixação biológica de nitrogênio (FBN) pela bactéria promotora de crescimento de plantas (BPCP) alternativa sustentável para nutrição das plantas e, consequentemente, aumenta a produtividade das forrageiras, é o processo natural em associação com planta com bactérias diazotróficas e ocorre pela transformação de nitrogênio atmosférico (N_2) em diversas substâncias nitrogenadas absorvida pela planta através da síntese de proteínas e ácidos nucleicos (DUARTE et al., 2020, GÍRIO et. al, 2015).

Essas bactérias endofíticas associativas colonizam o interior e exterior de órgãos das plantas e podem tornar-se benéficas ao crescimento. Podem utilizar como tratamento de sementes, explantes e em mudas micropropagadas, incorporadas ao substrato de plantio, tratamento de estacas, tubérculo e raízes, pulverização na parte aérea incluindo folhagem e frutos, além de pós colheita (MARIANO et.al, 2004). Na implantação e inoculação das sementes deve ser aplicado 100 ml de produto comercial que contem *Azospirillum* para cada 5kg de sementes de pastagem (TOTAL BIO).

Entre os microrganismos benéficos, as rizobacterias pode ser simbiote e saprófitas de vida livre. Com isso, estão entre as mais estudadas onde podemos citar a *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Azospirillum brasilense*, *Serratia marcescens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Rhizobium*, *bradyrhizobium*, *Arthrobacter*, *Enterobacter*, *Azobacter*, etc. Atualmente estes microrganismos têm sido citados como essenciais ao ecossistema de plantas em relação ao suprimento de elementos de crescimento como nitrogênio, fosforo e até o ferro (MELO, 1998).

Segundo Araujo, Guaberto e Silva (2012), existem bactérias na rizosfera de *Urochloa brizantha* que são caracterizadas como *Bacillus sp.* que promovem o desenvolvimento das plantas quando são inoculadas previamente nas sementes. Para os protocolos de seleção dos isolados de *Bacillus sp.* como promotores de crescimento do *Urochloa brizantha* é relevante a produção de auxinas e fosfatases.

De acordo com Dias (2015), apenas algumas espécies de bactérias contêm a enzima nitrogenase com a participação de Fe (ferro), Mg (magnésio), Mo (molibdênio), ATP (adenosina -trifosfato), são capazes de transformar em N_2 em NH_3 , com isso ocorre a redução de N_2 e consequentemente o processo de FBN (Fixação Biológica de Nitrogênio) pelo nitrogênio presente na atmosfera incorporado pelas plantas na forma de nitrato e amônia. Essas espécies de bactérias podem viver livremente no solo ou em associações com algumas espécies vegetais e até em animais. O nitrogênio alcançado biologicamente é muito menos sujeito a lixiviação, não só porque é translocado diretamente para planta, mas também porque a FBN (Fixação Biológica de Nitrogênio) é autorregulada, com isto, o nitrogênio só é fixado quando este elemento limita o sistema. Para ocorrer a fixação biológica, é necessário um conjunto de genes de fixação de nitrogênio, que agrupa as proteínas vinculadas no processo de FBN (ANTUNES, 2016).

A inoculação com BPCP (bactérias promotoras de crescimento de plantas) e doses de fertilizantes conforme avaliado por Duarte et al (2020) promoveram efeitos sobre os números de perfilhos no capim paiaçu, nas plantas inoculadas com a bactéria *P. fluorescentes* CCTB 03 e *P. ananatis* AMG521 em zero nitrogênio mostraram ser mais alto elevando em mais de 100 % no alongamento das folhas em relação ao tratamento sem inoculação. Não foram observadas diferenças para o parâmetro na dose de 50 kg N ha⁻¹. Na dosagem de 100 kg N ha⁻¹ a inoculação com *P. ananatis* AMG521 apresentou aumento de 62 % quando comparando com tratamento de N (nitrogênio) sozinho. Nesta dosagem, a inoculação com *Azospirillum brasilense* Ab-V6, *P. fluorescentes* CCTB 03 e *P. fluorescens* ET76 aumentaram em 36 %, 54 % e 51% em comparação com tratamento de N sozinho.

2.3 AZOSPIRILLUM SPP.

Segundo Hungria (2011), a Embrapa tem descrito cerca de 14 espécies no gênero *Azospirillum*. Atualmente existem 15 espécies de *Azospirillum* no mundo, *A. lipoferum*, *A.*

brasilense, *A. amazonenses*, *A. zea*, *A. rugosum*, *A. palatum*, *A. picis* e *A. thiophilum*, as espécies mais estudadas é *A. lipoferum* e *A. brasilense* em gramíneas e forrageiras de regiões tropicais (DUARTE et.al, 2020).

Este gênero de bactéria, foi descoberto pela doutora Johana Dobereiner, que ganhou importância na década de 1970, com capacidade para fixar nitrogênio atmosférico. As bactérias do gênero *Azospirillum* são classificadas como gram negativa de formato de vida livre e com o movimento ativo, tendo o diâmetro de 0,8 a 2 microns, comprimento de 2 a 4 microns e grânulos intracelulares de poli-hidroxiburitrato (DUARTE et.al, 2020).

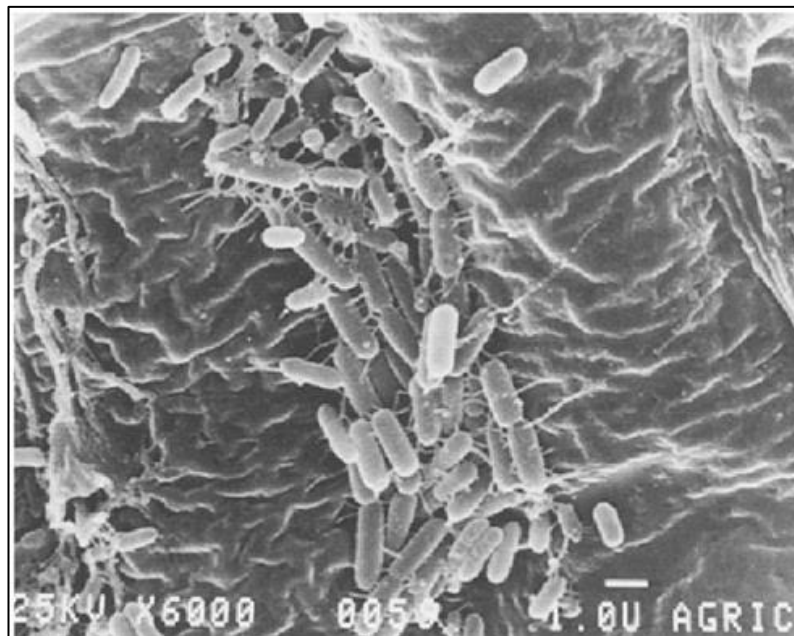


Figura 2- Foto retirada de microscópico do *Azospirillum*.

Fonte: Hadas, Okon (1987)

Hadas & Okon (1987), verificaram que houve efeitos significativos no comprimento das raízes (35%) e na parte superior (90%) e da raiz (50%) no peso seco e na área foliar total (90%), observados em tomateiros inoculados com 18 dias de idade em comparação com controle não inoculados (Figura 2).

A espécie *Spirillum lipoferum* primeiramente foi descrita por Beijerinck no ano de 1978, com isso, teve a proposta de reclassificar como *Azospirillum*, formando duas espécies, *A. lipoferum* e *A. brasilense*. A pesquisadora Döbereiner, destacou a capacidade de FBN e o Dr. Yakov Okon, de Israel destacou a síntese de auxinas. Grandes avanços foram alcançados nos estudos básicos, assim as primeiras estirpes comerciais de *Azospirillum* no Brasil tiveram sua eficiência agrônoma confirmada pela EMBRAPA SOJA em 2004, como primeiro inoculante comercial lançado no ano de 2009 (HUNGRIA, 2016).

De acordo com Silva et. al (2016), a FBN pode fornecer o nitrogênio requerido pela cultura, reduzindo os custos com fertilizante nitrogenado. Por isso, a inoculação utilizando bactérias adaptadas as diferentes condições de clima e solo do cerrado poderá ser uma fonte de opção para os produtores da região, buscando melhorias na produção da cultura e com custo de fertilização reduzido.

O nitrogênio é extremamente importante para a constituição da vida no planeta, pois a partir dele ocorre a formação dos ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas (HUNGRIA, 2011). As bactérias do gênero *Azospirillum* são fixadoras de nitrogênio da atmosfera e, quando associada ao sistema radicular das plantas contribui na nutrição mineral (SOUZA, 2014). Desta maneira, quando busca-se associar a sustentabilidade com produção vegetal, esse tipo de inoculação biotecnológica pode ser uma alternativa viável (HUNGRIA, 2011).

Esta bactéria se desenvolve bem na temperatura entre 28 á 41°C, e com isso, é muito competitiva durante a colonização da rizosfera, utilizando diferentes fontes de nitrogênio do tipo amônia, nitrato, nitrogênio molecular e aminoácidos, e fontes de carbono, como ácidos orgânicos (malato, piruvato, succinato, frutose). A utilização de *Azospirillum sp.*, em gramíneas deve exercer uma lacuna entre produtividade e sustentabilidade, com isso, o uso de inoculantes com base nesse organismo com o potencial de reduzir uso de fertilizantes nitrogenados sem impactar o meio ambiente, gera maior economia e rentabilidade para o setor agrícola (DUARTE et.al, 2020).

Sistemas de pastejo extensivos com bom manejo, não contendo perdas menos expressivas, o volume de nitrogênio fixado pode ser suficiente para proporcionar uma fertilização nula ou até positivo de N para o sistema solo planta (REIS JUNIOR. et.al., 2004).

Mumbach et.al (2017) verificaram aumento no número de espigas de milho por m² no tratamento com associação da inoculação e aplicação de nitrogênio em forma mineral. Os tratamentos de inoculação de *Azospirillum sp* em sementes de milho promoveu maior comprimento das espigas e maior número de grãos por espiga. Contudo, mesmo com a vantagem na produção de grãos com a inoculação, não houve alteração na altura das plantas (CAVALLET et.al, 2000).

Com o aumento do tamanho das plantas, o resultado da utilização do *Azospirillum* pode ser pela maior disponibilidade de N, em razão da fixação biológica com presença de fitormônios que estimulam o crescimento. As alterações causadas por esta BPCP (bactéria promotora de crescimento de plantas) estão relacionadas à morfologia das raízes, como o incremento no número de pelos radiculares (CHIBEBA et.al, 2015).

Os microrganismos diazotróficos endofíticos do gênero *Azospirillum*, tem o papel de desempenhar a reabilitação e sustentabilidade dos ecossistemas. A fixação biológica pode variar de 25 e 50 kg ha⁻¹ de N, além disso produzem e liberam substâncias que regulam o crescimento vegetal, tipo auxinas, giberelinas e citocininas, as quais contribuem para a melhorar a nutrição mineral e na utilização da água pelas plantas (MOREIRA et.al, 2013).

O *Azospirillum brasilense* tem viabilidades para melhorar a produção com menos custo e sem prejudicar o ambiente, com isso se constitui como de um recurso biológico importante para o solo. Além disso, podem promover associações com vantagens nas raízes de gramíneas e bactérias presentes e que pertencem à grupos fixadores de nitrogênio e promotores de crescimento (MUNDIM, 2016). O *Azospirillum* pode atuar de modo direto nas plantas, protegendo e reduzindo a infecção de fungos e outros patógenos do solo, através de vários mecanismos, como a produção de sideróforos, quitinases, glucanases e antibiose (DUARTE, 2018).

O uso de *Azospirillum brasilense* associado à produção de forrageiras demonstra resultado promissores, ajudando na contribuição significativa nas características de massa seca, número de panículas, teores de nitrogênio e altura, podendo a inoculação ser uma opção viável em substituição na adubação nitrogenada (VOGEL, MARTINKOSKI, RUZICK, 2014). O uso de Bactérias promotora de crescimento de plantas (BPCP) pode ser uma estratégia de manejo para a produção animal com a prevenção do meio ambiente pois as técnicas de biotecnologia do solo tendem a aumentar, porque a bactéria é amplamente responsável pela conservação, fertilidade e nutrição das plantas (DUARTE et.al, 2020). Neste sentido Gazola et.al (2015), também enfatizaram o uso da inoculação de bactérias diazotróficas, principalmente o gênero *Azospirillum*, como uma alternativa viável na produtividade das forrageiras, viabilizando a economia e representa um menor risco ao meio ambiente.

De acordo com Guimarães et.al (2011), a associação de gramíneas com *Azospirillum* proporciona melhorias em parâmetros fotossintéticos das folhas como teor de clorofila e condutância estomática, maior teor de prolina na parte aérea e raízes. Neste sentido, Duarte (2018) ao avaliar o efeito da inoculação do *A. brasilense* no teor de clorofila, verificou teor SPAD de 27,37 nas plantas inoculadas com a estirpe Ab-v5 ao mesmo tempo que as não inoculadas apresentaram teor SPAD de 24,56.

Reis Junior et.al (2004), constaram a influência em diferentes espécies de *Urochloa* quanto ao manejo da pastagem e sazonalidade sobre as populações de *Azospirillum amazonense* nas raízes destas plantas e produção de fitormônios tipo AIA (ácido 3-indol acético), e detectaram que estas variaram de 103 a 107 células g⁻¹ de raízes. Os autores concluíram que

estas flutuações são decorrentes dos diferentes ecossistemas (cerrado e mata atlântica) e ao tipo de gramínea, portanto maior concentração de *Azospirillum amazonense* foi encontrado em *Urochloa humidicola*, em relação a *Urochloa decumbens* cv basilisk e *Urochloa brizantha* cv marandu em pastagens localizada na Mata Atlântica. Desta maneira, o *Azospirillum amazonense* foi capaz de produzir fitormônio AIA sob qualquer condição.

2.4 UROCHLOA BRIZANTHA

Segundo o censo agropecuário (IBGE, 2017), no Brasil há aproximadamente 149,7 milhões de hectare de pastagem. Na região Centro-Oeste, as pastagens cultivadas são compostas em sua maioria pelo gênero *Urochloa* (*Syn Brachiaria*), sendo a *Urochloa brizantha* cv. Marandu a mais adaptada e com melhor produção de forragem (MACHADO & VALLE, 2011).

O país apresenta condições edafoclimáticas excelentes para produzir carne e leite com qualidade sob pastejo (PORTO, 2017). As pastagens constituem a alimentação natural dos ruminantes, sendo uma das formas mais baratas e menos trabalhosas de produzir produtos de origem animal. Destas, em torno de 80% são do gênero *Urochloa*, as mais conhecidas e utilizadas no Brasil são *Urochloa decumbens* cv. Basilisk, *Urochloa brizantha* cv marandu e *Urochloa humidicola* (MOREIRA & YOSHIHARA, 2013).

Com seu descobrimento nas décadas de 1950 e 1960, as espécies do gênero *Urochloa* tem como local de origem o continente africano com características ambientais de savanas. Entre todas as espécies comerciais do mercado brasileiro, há uma espécie que vem se destacando a mais de três décadas cujo nome é *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Durante este mesmo período, outras cultivares foram lançadas como o capim xaraés e o piatã. Segundo pesquisas de produção não há grande diferença de produtividade entre essas três cultivares, tendo em vista uma semelhança entre elas, com utilização intensiva do pasto em época das águas (MONTAGNER, 2016).

As cultivares de *Urochloa brizantha* possuem adaptação de solo de média até alta fertilidade. Assim, para estas plantas forrageiras expressarem o seu potencial de produção, a adubação é importante, para fornecer os nutrientes e atender as suas necessidades metabólicas em rendimento de produção (COSTA et. al., 2009). Entre as características do gênero é a tolerância de pisoteio de animais, tolera a cigarrinha e a seca, boa palatabilidade, manejo

facilitado e boa produção de biomassa, desde que haja condições adequadas de água (GUEDES, 2012).

O *Urochloa brizantha* cv. Marandu tem um ciclo vegetativo perene e como forma de crescimento se apresenta em touceiras (GUEDES, 2012). Apresenta-se com a formação de plantas robustas com intenso afilhamento nos nós superiores, com folhas largas e longas, além disso, apresenta ótima adaptação climática, desenvolvendo-se até 3000 m acima do mar e com exigência de precipitação pluviométrica anual variando de 800 a 1200 mm (SANTOS, 2006).

O hábito de crescimento é um aspecto importante na competição, pois a associação com o milho mostrando ser promissora para o estabelecimento das gramíneas, sendo que os efeitos detrimental da competição exercida pela forrageira são temporais e menos pronunciados em uma espécie rasteira e de lento crescimento, como a *Urochloa dictyoneura* (TSUMANUMA & FANCIELLI, 2009).

O *Urochloa brizantha* tem como característica de produtividade de 20 a 25 toneladas de matéria seca $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ e com médias de 10% de proteína bruta na matéria seca (MS), apresenta alta palatabilidade e cerca de 60% digestibilidades *in vitro* da MS (DIVMS) (GUEDES, 2012).

A *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã foi lançada pela Embrapa no ano de 2006, como opção para diversificação das pastagens. O nome Piatã é de origem tupi-guarani que tem o significado de fortaleza, pelas suas características de robustez e produtividade (ALMEIDA, 2009). É uma excelente alternativa para a redução das extensas áreas com características de monocultivos de *Urochloa brizantha* (NANTES, et.al 2013).

Esta cultivar se caracteriza morfológicamente pela adaptação em clima tropical, não suporta inverno rigoroso e geadas, segundo os especialistas o manejo é semelhante ao da cultivar Marandu. Esta gramínea contém média exigência em fertilidade de solo, além disto, expõe boa produção de forragem com alta proporção de folhas e bom valor nutritivo (GUEDES, 2012).

O ganho de peso em bovinos com capim Piatã são parecidos comparando com capim Marandu e superiores ao capim Xaraés. Na taxa de lotação em pastagem adubada podem variar de 3 a 5 UA ha^{-1} (unidade animal por hectare) em período chuvoso, mas em período seco do ano varia de 1,2 a 1,8 UA ha^{-1} . Segundo os dados, produção em ganho de peso de novilhos foi de 660 e 900 g $\text{animal}^{-1} \text{dia}^{-1}$ em época chuvosa e em época de seca foi de 200 a 350 g $\text{animal}^{-1} \text{dia}^{-1}$, os ganhos em cada área varia de 580 e 720 kg $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ (PEREIRA et.al, 2016).

Nos dados de Lima, Vendrusculo e Dalbiano (2021), no segundo, terceiro e quarto corte, obteve uma diferença significativa em porcentagem de massa seca em função das dosagens de nitrogênio, a maior porcentagem na dosagem de 250 kg ha^{-1} no total dos cortes, contendo

valores de 35,39; 33,60 e 35,79% no segundo ao quarto corte. Além disso, obteve efeito significativo no segundo, terceiro e quarto corte, em níveis crescentes de nitrogênio em relação a densidade populacional de perfilho do capim Piatã, analisando os três cortes, obteve aumento linear na quantidade de perfilho por m² em relação a dosagens de nitrogênio.

Segundo Silva et.al. (2009), a *Urochloa decumbens* apresentou-se a menor filocrono (6,0 dias/folha) em comparação a *Urochloa brizantha* (6,8 dias/folha) para todas as doses de nitrogênio com isso, obteve diferença entre as duas espécies, sendo a *Urochloa brizantha* que é classificada como gramínea de exigência nutricional de média à alta, sendo que a *Urochloa decumbens* são de média a baixa exigência.

2.5 PRODUÇÃO DA UROCHLOA COM USO DA AZOSPIRILLUM BRASILENSE

Uma alternativa que vem sendo apontada como promissora para a redução da adubação de N e aumento de produtividade de gramíneas, é o uso de *A. brasilense*, mas, outra vez, poucos trabalhos e estudos são encontrados para essa prática em forrageiras (SANTINI et al., 2015).

O nitrogênio é o nutriente chave para a persistência e produtividade de pastagens tropicais. Nesse sentido, a exploração do potencial da fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN) em gramíneas tropicais, se torna fundamental para restabelecer a produtividade e qualidade forrageira (NUNES, RAIMONDI e NIEDWIESKI 2003).

O uso da inoculação das bactérias do gênero *Azospirillum* em gramíneas forrageiras contribui para redução no uso de nitrogênio químico sem provocar a deficiência desse nutriente uma vez que a associação entre gramínea e *Azospirillum* pode fornecer até 50% da dose recomendada de N. Também devem ser considerados os benefícios pela menor poluição ambiental resultantes da produção e utilização de fertilizantes, bem como pela redução na emissão de gases de efeito estufa (HUNGRIA, 2011).

Leite et al. (2018) verificaram maior produção de massa de forragem do *Urochloa brizantha* quando inoculado com *A. brasilense* promove redução do uso de N-fertilizante. Os autores também relataram maior tolerância das plantas aos períodos de seca devido ao maior desenvolvimento do sistema radicular proporcionado pela presença dos microrganismos. Reis Junior et al. (2008) observaram que a inoculação favoreceu a produção simultânea de matéria seca da parte aérea, raiz e elevados teores de P e N, em razão da maior eficiência de utilização desses nutrientes. Essa maior taxa de acúmulo de matéria seca está relacionada possivelmente

como o aumento da atividade das enzimas fotossintéticas e de assimilação de N (HUNGRIA et al., 2016).

Fiori et al. (2010) também constataram a eficácia da inoculação com *Azospirillum* no aumento na produtividade de gramíneas. Guimarães et al. (2011) encontraram incrementos de 9% no número de folhas e 12% no número de perfilhos por planta no *Urochloa brizantha* inoculado com *Azospirillum brasilense*. Esses autores não observaram diferenças na altura das plantas inoculadas quando comparadas àquelas adubadas com N e justificaram essa maior produtividade em função da excreção de fitormônios vegetais essenciais para o crescimento que melhoram a absorção de macro e micronutrientes.

Na *Urochloa brizantha*, Oliveira, Oliveira e Junior (2007) observaram que o tratamento com inoculação de *Azospirillum brasilense* apresentou melhor desempenho quando comparado às plantas não inoculadas e fertilizadas com N, o que acarretou maior perfilhamento e maior período de pastejo. Guimarães et al. (2011) observaram um aumento de cerca de 8% no número de folhas e de 7% no número de perfilhos dos tratamentos inoculados. No sistema radicular de *Urochloa brizantha*, Steenhoud & Vanderleyden (2000) verificaram maior produção de massa seca de raiz em plantas inoculadas com *Azospirillum*. Assim, pastos com sistema radicular mais desenvolvidos possuem maior resistência a seca devido a maior exploração do solo. Em duas cultivares de *B. brizantha* (Paiaguás e Xaraés) as estirpes de *A. brasilense* Ab-V5 e Ab-V6 aumentaram segundo Duarte et al. (2020) a produção de massa da forragem em 5 e 8%, respectivamente, em relação ao tratamento sem inoculação.

Já Fernandes (2016), ao avaliar o efeito da inoculação de *Azospirillum* e adubação nitrogenada, observou que a dosagem máxima de 200 kg ha⁻¹ N em *Urochloa decumbens* proporcionou massa da forragem de 44,45 e 46,45 g. vaso¹, sem e com inoculação, respectivamente. Por outro lado, nos tratamentos que foram inoculados obtiveram as maiores médias de massa da forragem, já na dose de 100 kg ha⁻¹ os tratamentos sem inoculação apresentaram as maiores médias de massa seca de raiz, com crescimento radicular da forrageira até a dose de 100 kg N ha⁻¹.

Segundo Souza et.al. (2016), houve efeito positivo na utilização de inoculação de *Azospirillum brasilense* em sementes de *Urochloa brizantha* cv marandu com aumento expressivo na produção de massa de forragem e teor de proteína bruta. Na produção de matéria seca obteve números superiores nos tratamentos com a presença da bactéria em relação aos tratamentos sem inoculação. Além disso, a inoculação proporcionou produção de massa de forragem superior a dose 50 kg de N. A inoculação de *Azospirillum* obteve incremento de 15% na produção de biomassa da forrageira e 25% no teor de proteína em comparações aos

tratamentos que não foram utilizadas a bactéria. O principal efeito deste microrganismo está relacionado a produção de fitormônios e incremento aceitável na biomassa de raízes (LANDIGRAF, 2018).

No trabalho de Chaves e Souza (2013), com *Urochloa brizantha* cv Marandu que avaliaram a adubação nitrogenada em tratamento com inoculação de *Azospirillum brasilense*, o número de folhas do tratamento que destacou mais foi o que recebeu adubação nitrogenada. Portanto no tratamento com inoculação com *Azospirillum* proporcionou aumento de 21% no número de folhas em relação a testemunha. No número de perfilhos o tratamento com *Azospirillum* mostrou aumentos 22% em relação a adubação nitrogenada.

Hungria, Nogueira e Araújo (2016), ao avaliarem o efeito da inoculação com *Azospirillum* e 40 kg de N fertilizante na *Urochloa brizantha* cv marandu verificaram que a inoculação de *Azospirillum* proporcionou resultados médios de acúmulo de biomassa vegetal de 151,3 g.m⁻² e 183,9 g. m⁻² nas plantas de controle. Os tratamentos com N- fertilizante e N-fertilizante + *Azospirillum*, a inoculação com *Azospirillum* promoveu um aumento médio de 23,4 g m⁻² em acúmulo de biomassa de *Urochloa* em comparação ao fertilizante N sozinho. A quantidade de biomassa da planta é equivalente a 0,234 mg ha⁻¹. Considerando o conteúdo carbono da *Urochloa brizantha* obteve média 443 g C kg⁻¹ de biomassa vegetal, tendo estimativa de ganhos de 0,103 Mg C ha⁻¹, correspondendo a 0,309 mg CO₂ eq ha⁻¹ (mitigação de gases do efeito estufa), em resposta a inoculação com *Azospirillum*.

A produção de biomassa da *Urochloa brizantha* cv marandu foi significativa e positiva sendo influenciada pela inoculação com *Azospirillum* no primeiro corte do primeiro ano, cujo aumentos médios na produção de biomassa forrageira foram em torno de 4,6% devido apenas a fertilização com N e de 24,7% na fertilização de N em combinação com inoculação em relação ao tratamento controle. Já a *Urochloa ruziziensis* apresentou aumento com significância na biomassa na produção da forragem na presença de *Azospirillum* nos dois primeiros cortes do primeiro ano e os dois cortes do segundo ano. Na média houve um aumento de 4,7% e 23,3% observados em resposta da presença de fertilizante N sozinho e Fertilizante N em combinação com inoculação de *Azospirillum* (HUNGRIA, NOGUEIRA & ARAÚJO, 2016).

Oliveira, Oliveira e Junior (2007), ao avaliar o efeito na associação de adubação nitrogenada e inoculação de bactérias, verificaram que dose de 75 kg ha⁻¹ N reduziu produção de massa de forragem no capim *Urochloa brizantha* cv marandu, já na dose de 200 kg ha⁻¹ e *Azospirillum brasilense* (estirpe AZO 39) obteve efeito no segundo corte proporcionando 7,1 kg ha⁻¹ de produção de forragem sem efeito significativo.

Jordão (2010), avaliou o teor de clorofila nas folhas de milho com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de nitrogênio com manejo de *Urochloa ruziziensis*, proporcionou resultado positivo da inoculação em sementes de milho e ruziziensis a média da leitura do índice SPAD (Desenvolvimento de Análise de Solo e Planta) nos tratamentos com a presença da bactéria foi maior obtendo valor de 50,34 SPAD e na ausência do *Azospirillum* apresentou 46,73 SPAD, comprovando a eficiência desse microrganismo em fixar nitrogênio.

Neste sentido, a clorofila absorve a luz solar além de utilizar a energia para a produção de carboidratos a partir do gás carbônico e água, com o processo chamado fotossíntese, sendo assim, o teor da clorofila pode ser utilizado para prever o estado nutricional do nitrogênio das plantas, pela ligação que existe entre esse pigmento e o teor de nitrogênio na planta, portanto a capacidade de fotossíntese é intensificado com a maior disponibilidade de nitrogênio, por sua vez, que este nutriente é o principal constituinte da molécula de clorofila (LARCHER, 2000).

Sampaio et.al (2021), em associação de nitrogênio e rhizobactéria na fase reprodutiva da *Urochloa brizantha* cv marandu, a inoculação de *Azospirillum brasilense* junto com fertilização de N nitrogênio com a dose de 77,6 mg de N dm⁻³ proporcionou em média plantas mais altas (78,7 cm), portanto a associação de bactéria e adubação nitrogenada reduz a altura da planta além de interferir na promoção de crescimento proporcionada pelas bactérias.

No experimento realizado por Kolln (2013), o autor observou que a altura da *Urochloa brizantha* cv marandu foi maior (133,5 cm) quando inoculou se o *Azospirillum brasilense*. Já na *Urochloa brizantha* cv Xaraés a inoculação proporcionou altura de 118,5 cm. Sendo assim, as cultivares apresentaram respostas diferentes.

No estudo de Cardoso et.al (2018), os autores avaliaram a inoculação com diferentes doses de *Azospirillum brasilense* (30 e 60 L ha⁻¹) associado ou não com adubação nitrogenada (15 kg ha⁻¹ de N) no crescimento e desenvolvimento do capim-marandu. Em relação as doses de inoculante, verificou que a dose de 60 L proporcionou melhor produção de massa de forragem, independente da presença ou não de N. Contudo, na variável altura do dossel as duas doses (30 L e 60 L) de inoculante promoveram plantas mais altas em relação ao controle (somente a dose de 15 kg N), os autores justificaram esse melhor desenvolvimento das plantas inoculadas devido a produção de fitormônios sintetizadas pelas bactérias. Já no comprimento das folhas, os tratamentos 30 e 60 L com adubação nitrogenada promoverem valores superiores em comparação ao tratamento sem bactéria, ratificando o efeito promotor de crescimento das bactérias.

Parreira et.al (2015), avaliando a bactéria *Azospirillum brasilense* e adubação química e orgânica em *Urochloa brizantha* cv marandu, apresentou melhor produção (47,67 kg ha⁻¹) de

matéria seca com combinação da cama aviária com o *Azospirillum brasilense*, enquanto que associação com *A. brasilense* + adubação nitrogenada proporcionou 36,89 kg ha⁻¹.

Segundo Souza et.al (2016) a fixação biológica do nitrogênio em *Urochloa brizantha* cv marandu, está completamente relacionado com o desempenho da fixação biológica de nitrogênio realizado pela estirpe bacteriana, portanto quanto maior a dose aplicada, menor a fixação biológica, enquanto que a inoculação da estirpe *Azospirillum brasilense* obteve melhor resultado quando não houve aplicação de fertilizantes de nitrogênio.

De acordo com trabalho de Souza (2014) com *Urochloa brizantha* cv marandu submetido a doses de nitrogênio e inoculação *Azospirillum brasilense* em solo do cerrado, indicou que a inoculação aumentou a taxa de alongamento das folhas em 29,39%, além de proporcionar folhas mais largas e aumento da área fotossinteticamente ativa do dossel.

De acordo com Chiavon (2018), no consorcio de *Urochloa brizantha* + milho inoculado com *Azospirillum* e nitrogênio, na safra que não teve interferência na produção de milho a *Urochloa brizantha* produziu 1000 kg ha⁻¹ de massa seca, sendo que na safrinha produziu 5500 kg ha⁻¹, sendo obtida boa quantidade de palha no solo.

Sampaio (2020), observou que os tratamentos inoculados com as estirpes de *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* em *Urochloa brizantha* cv marandu, apresentaram valores superiores de AP (Altura da planta) em comparação aos tratamentos sem inoculação obtendo destaque para *Bacillus subtilis* no primeiro corte e *Azospirillum brasilense* no terceiro corte, com aumento significativo de 3,3 cm (4,7%) e 5,4 cm (7,4%) na altura das plantas.

De acordo com Sabundjian et.al (2012), os resultados da produção de milho solteiro e consorciado com *Urochloa* inoculado ou não com *Azospirillum brasilense* verificaram que não houve diferença significativa entre milho solteiro inoculado e não inoculado. No consorcio de milho com *Urochloa ruziziensis* com *Azospirillum* apresentou diferença significativa de massa de grãos em comparação ao tratamento consorciado de milho com *Urochloa ruziziensis* não inoculado. Já na cobertura vegetal depois da colheita, verificaram diferenças entre os tratamentos. Nos tratamentos solteiros, a *Urochloa ruziziensis* inoculada com *Azospirillum brasilense* foi a que mais se destacou produzindo 11 t ha⁻¹ de palhada e ambos diferiram significativamente dos tratamentos do milho.

No consorcio de milho com capim paiaguás, o valor da biomassa e da massa seca foram 37 % superior no tratamento inoculado com *Azospirillum*, comparando com tratamento controle na dosagem de 100 % de nitrogênio em cobertura. O efeito das dosagens de nitrogênio teve ajuste com regressão linear, portanto no aumento das dosagens de nitrogênio teve o aumento

da matéria seca de 56% e 32% comparando nas dosagens de 0 e 100% nos tratamentos inoculados com *Azospirillum brasilense* (ROCHA & COSTA, 2017).

Andreotti et.al (2016), avaliou o acúmulo de nutrientes de cultivares de sorgo e capim paiaguás consorciado, os resultados para o capim paiaguás em consórcio com a presença da inoculação do *Azospirillum brasilense* proporcionou interação significativa para os minerais de P e Ca.

Os mesmos autores observaram a produção de massa seca do capim paiaguás que teve produção elevada em consórcio com sorgo grânífero, mesmo com a competição inicial das culturas. Portanto, houve menor competição intraespecífica, pois pelo porte mais baixo dessa cultivar de sorgo, houve maior interceptação de luz pelas folhas de capim e maior área individual na exploração do solo. No entanto a produção de massa seca total não obteve diferença significativa, pela maior produção vegetativa do sorgo de duplo propósito. No sorgo houve produção de 16 % menor de massa seca sem o consórcio com o capim paiaguás para ensilagem de planta inteira. Desta forma, o componente de produção do sorgo, a produção de massa seca do colmo diminuiu com a presença do capim paiaguás, pelo efeito do aumento de competição por fatores de produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gênero *Azospirillum* tem-se destacado para produção de forragem, promovendo aumento na produção de matéria seca, tamanho da raiz, nível da proteína e número de folha, proporcionando maior capacidade de suporte e consequentemente, maior taxa de lotação. O uso dos *Azospirillum* é uma alternativa viável e com tendência de crescimento em sistemas de pastagens, principalmente nos sistemas integrados de produção. A inoculação *Azospirillum* para formação de pastagens além de trazer benefícios na produção animal a pasto também agrega sustentabilidade no sistema produtivo.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, E.; VAZ, R. G. M. V.; SANTOS, A. C. Características da *Brachiaria brizantha* cv Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Arquivo Bio Scienses Journal**. vol.26, n. 6, Ano. 2010. p. 886- 893 Disponível em:

<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7226/6608> Acesso:07/04/2021
1 Acesso em: 01/06/2021

ALFAIA, S.S. Caracterização e distribuição das formas do nitrogênio orgânico em três solos da Amazônia Central. **Acta Amazonia**. vol. 36 (2), Ano. 2006, p. 135 – 140 Disponível: <https://www.scielo.br/pdf/aa/v36n2/v36n2a01.pdf> Acesso em: 27/05/2021

ALMEIDA, R.G.; COSTA, J. A.A.; KICHEL A. N., ZIMMER, A. H. Taxas e métodos de semeadura para *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em safrinha. Embrapa Gado de Corte- **Comunicado Técnico**. INFOTECA-E, Ano. 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/853317/1/COT113.pdf> Acesso em: 11/12/2020

ANDRADE, C. M. S.; ASSIS, G. M. L. *Brachiaria brizantha* cv Piatã: gramínea recomendada para solos bem-drenados do Acre. **Circular Técnica 54**. Embrapa, Rio Branco/Acre, Ano.2010 Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35158/1/CIT-54.pdf> Acesso em: 11/01/2021

ANTUNES, G. R. Diversidade e eficiência na promoção do crescimento vegetal por bactérias isoladas de plantas forrageiras do Semiárido. **[DISSERTAÇÃO]**. Universidade Federal do vale do São Francisco Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Petrolina-PE, Ano. 2016, p. 16-75 Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~tcc/000007/00000742.pdf> Acesso em: 07/06/2021

ANDREOTTI, M.; NAKÃO, A. H.; MODESTO, V. C.; DICKAMANN, L.; SOARES, D. A.; PASCOALOTO, I. M. Acúmulo de Nutrientes para Silagem no Cultivo Consorciado de Sorgo e Capim Paiaguás Inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*. **Milho e Sorgo: Inovações, Mercado e segurança alimentar**. XXXI Congresso Nacional De Milho e Sorgo. Bento Gonçalves RS Ano. 2016, p. 361-365 Disponível em: http://www.abms.org.br/cnms2016_trabalhos/docs/896.pdf Acesso em: 14/06/2021

ANDREOTTI, M.; NAKÃO, A. H.; DICKAMANN, L.; MODESTO, V.C.; SOARES, D. A.; MORAIS, G. N. Inoculação com *Azospirillum brasilense* no Consórcio Capim-Paiguás e Sorgo na Safrinha: Comportamento Produtivo das Culturas para Silagem. **XXXI Congresso Nacional De Milho e Sorgo. “Milho e Sorgo: Inovações, Mercado e segurança alimentar”**. Bento Gonçalves RS Ano. 2016, p. 1.090- 1.094 Disponível em: http://www.abms.org.br/cnms2016_trabalhos/docs/897.pdf Acesso em:14/06/2021

ARAUJO, F. F.; GUABERTO, L. M.; SILVA, I. F. Bioprospecção de rizobactérias promotoras de crescimento em *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Zootecnia**.v.41, no.3, p.521-527, Ano 2012 Disponível em:https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982012000300007 Acesso em: 15/04/2021

BARREIROS, A. R. D. Bactérias promotoras de crescimento vegetal em capim paiguás e capim ruziziensis. **[DISSERTAÇÃO]**. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. UEM. Maringá PR. Ano. 2020, p. 1-88 Disponibilidade em: http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/6022/1/Artur%20Roque%20Domingues%20Barreiros_2020.pdf Acesso em: 05/06/2021

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L.E. *Azospirillum* - plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal Microbiology**, Ottawa, v. 50, p. 521-577, Ano. 2004

BENETT, C. G.S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; BERGAMASCHINE, A. F.; FABRICIO, J. A. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciênc. Agrotec.** vol.32 no.5 Lavras-MG. Ano. 2008 Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/10271/S141370542008000500041.pdf?sequence=3&isAllowed=y> Acesso em: 21/12/2020

CASTRO, C. S.; LOBO, U. G. M.; RODRIGUES, L. M.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M. Eficiência de utilização de adubação orgânica em forrageiras tropicais. **Revista de agricultura neotropical**. Cassilândia-MS. v. 3, n. 4, p. 48-54, Ano. 2016 Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/bf9a/f7e33728d6747f7f946c5c18fc89f4b62b74.pdf> Acesso em:19/11/2020

CARDOSO, I. C. M. Ocorrência e diversidade de bactérias endofíticas do gênero *Azospirillum* na cultura do arroz irrigado em santa Catarina. Ano. 2008. 75 f. **[DISSERTAÇÃO]** Mestrado em manejo de solo) - Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 2008. Disponibilizado em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1459/dissertacao_isabel_cristina_1568893345742_1459.pdf Acesso em: 06/06/2021

CARDOSO, E. J. B.N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do Solo**. ESALQ. Piracicaba SP. 2ª edição. Ano. 2016 Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/109/92/461-1> Acesso em: 21/05/2021

CARDOSO, L. G.; SANTOS, T. R. S.; JUNIOR, M. M.; PINHEIROS, G. M.; ABREU, M. V. A.; MARANHÃO, C. M. A. Características estruturais do capim-marandu inoculado com solução de *Azospirillum brasilense*. **Anais. FEPEG. Ciência e tecnologia**. ISSN: 1806, Ano.2018 Disponível em: <http://www.fepeg2018.unimontes.br/anais/download/a3318bde-fe63-4281-8b20-0d5dd34d76c7> Acesso em: 11/06/2021

CAVALLET, L.E.; PESSOA, A.C.S.; HELMICH, P.G.; OST, C.F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum Spp*. **Rev Bras. Eng. Agríc. Ambient.** vol.4 no.1 Campina Grande MS. Ano. 2000 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1415-43662000000100024> Acesso em: 28/12/2020

CHAVES, J.S.; SOUZA, S.B. Parâmetros morfofisiológicos em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu inoculado com *Azospirillum brasilense*. Anais. **II Fórum de Integração: Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica do IFRR**. Boa Vista-RR, Ano. 2013, p. 1-5

CHIAVON, J. A. D. Consórcio milho e brachiaria brizantha submetida à inoculação com *Azospirillum brasilense* e nitrogênio. **Universidade tecnológica Federal do Paraná**. Trabalho de conclusão de curso II. Dois Vizinhos PR, Ano 2018. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10662/1/DV_COAGR_2018_1_13.pdf Acesso em: 18/06/2021

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; SILVA, G. P.; SEVERIANO, E. C. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf sob doses de nitrogênio. **Ciênc. agrotec.** vol.33 no.6 Lavras. Ano. 2009 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000600017> Acesso em: 02/12/2020

CHIBEBA, A.M.; GUIMARÃES, M.F.; BRITO, O.R.; ARAÚJO, R.S.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. Inoculação de soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* promove nodulação precoce. Anais. **VII congresso Brasileiro de soja, mecosoja**. Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, Embrapa Soja. Ano. 2015 Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125799/1/R.-305-inoculacao-de-soja-com-bradyrhizobium-e-azospirillum.pdf> Acesso em: 30/12/2020

DIAS, M. S. Diversidade e potencial de utilização de bactérias fixadoras de N₂ em *Brachiaria brizantha*. [DISSERTAÇÃO]. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal. Universidade José do Rosario Vellano. p.1-68, Ano. 2015 Disponível em: <http://tede2.unifenas.br:8080/jspui/bitstream/jspui/103/1/Marcio%20de%20Souza%20Dia%20Dissertacao.pdf> Acesso em: 28/05/2021

DIONISIO, J. A.; PIMENTEL, I.C.; SIGNOR, D. P. A. M.; MACEDA, A.; MATTANA, A. L. **Guia prático de biologia do solo**. Sociedade Brasileira ciência de solo. n.1, p. 152. Ano. 2016 Disponível em: http://www.dsea.ufpr.br/publicacoes/guia_pratico_biologia_solo.pdf Acesso em: 14/04/2021

DUARTE, C. F. D.; CECATO, U.; BISERRA, T. T.; MAMÉDIO, D.; GALBEIRO, S. *Azospirillum spp.* en gramíneas y forrajeras. Revisión. **Rev Mex Cienci Pecuária**. V.11 nº 1 Ano. 2020. p. 223-240 Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200711242020000100223&lng=es&nrm=iso Acesso em: 24/03/2020

DUARTE, C.F.D.; Paiva, L.M.; Fernandes, H.J.; Prochera, D.L.; Cassaro, L.H.; Breure, M.F.; Flores, L.S.; Fernandes, R.L.; Souza, E.R.C.; Fleitas, A.C.; & Falcão, K.R. S. Capim-piatã adubado com fontes de fósforo de diferente solubilidade em água. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.67, n.1, Ano. 2015. p. 315-318 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7463> Acesso em: 07/12/2020

DUARTE, C. F. D.; CECATO, U.; HUNGRIA, M.; FERNANDES, H. J.; BIZERRA, T. T.; GALBEIRO, S.; TONIATO, A. K. B.; SILVA, D. R. Morphogenetic and structural characteristics of *Urochloa* species under inoculation with plant-growth-promoting bacteria and

nitrogen fertilisation. **Crop & Pasture Science**. v. 71. Ano. 2020. p. 82–89 Disponível em: http://www.agrisus.org.br/arquivos/artigo_publicado_PA1732.pdf Acesso em: 10/06/2021

DUARTE, C. F. D. Bactérias promotoras do crescimento vegetal e nitrogênio no estabelecimento e no desenvolvimento de *Urochloa* spp. [TESE]. Universidade Estadual de Maringá. Ano.2018, p.89

DUMONT, R. Entenda a importância dos fungos e bactérias para o solo. **Dia Rural**. Ano. 2021 Disponível em: <https://diarural.com.br/entenda-a-importancia-dos-fungos-e-bacterias-para-o-solo/> Acesso em: 16/04/2021

FERREIRA, A. L. **Fungos e bactérias fazem plantas crescerem mais**. Embrapa. biotecnologia e segurança. Notícia. Ano. 2016 Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/12132485/fungos-e-bacterias-fazem-plantas-crescerem-mais> Acesso em: 12/04/2021

FERNANDES, J. S. *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na *Brachiaria decumbens*. [DISSERTAÇÃO]. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal. Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados MS. Ano. 2016 p.1-49 Disponível em: <https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOCTORADO-AGRONOMIA/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Jucinei%20Souza%20Fernandes.pdf> Acesso em: 12/04/2021

FIORI, C. C. L.; BARTCHECHEN, A.; WATANABI, S. H.; GUARIDO, R. C. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasiliense* na produtividade da cultura do milho (zea mays l). **Campo digit@l**, v. 5, p. 56-59, Ano. 2010.

FRANCHI, L. **Bradyrhizobium e Azospirillum: o que são, sinergia e importância**. Agro inovadores. Ano. 2020 Disponível em: <https://agro.genica.com.br/2020/07/20/bradyrhizobium-e-azospirillum/> Acesso em: 27/06/2021

GALLI, F. **Microrganismos do solo**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Seção de Fitopatologia e Microbiologia. Aula inaugural de 1964 Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/aesalq/v21/21.pdf> Acesso em:20/01/2021

GAZOLA, T.; DOMINGUES, M. C. C.; DIAS, M. F.; FILHO, M. L. C.; BELAPART, D.; CASTRO, E. B. Efeitos da inoculação de *Azospirillum brasilense* em área de pastagem. **UNIMAR Ciências**. V. 24 Marília, Ano. 2015. Disponível em: <http://ojs.unimar.br/index.php/ciencias/article/view/462/196> Acesso em: 14/06/2021

GÍRIO, L. A.S.; DIAS, F. L.F.; REIS, V. M.; SCHULTZ, U. N.; BOLONHEZI, D.; MUTTON, M. A. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v.50, n.1, p.33-43, Ano.2015 Disponível em:<https://www.scielo.br/pdf/pab/v50n1/0100-204X-pab-50-01-00033.pdf> Acesso em: 21/12/2020

GUEDES, R. G. Avaliação do potencial produtivo de gramíneas do gênero *brachiaria* nos lavrados roraimenses. [MONOGRAFIA]. Curso de Bacharelado em Zootecnia. Universidade Federal de Roraima centro de ciências agrárias curso de bacharelado em Zootecnia, Boa vista. Ano.2012. Disponível em: https://ufr.br/zootecnia/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=71:avaliacao-do-potencial-de-gramineas-do-genero-brachiaria&id=15:forragicultura&Itemid=104 Acesso em: 11/04/2021

GUIMARÃES, S.L.; BONFIM-SILVA, E.M.; POLIZEL, A.C.; CAMPOS, T. S. Produção de capim marandu inoculado com *Azospirillum* spp. Enciclopédia Biosfera. **Centro científico conhecer** - Goiânia, vol.7, n.13, Ano. 2011.

HADAS, R.; OKON, Y. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na morfologia radicular e respiração em mudas de tomateiro. **Biol Fert Soils** 5, p. 241–247, Ano.1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00256908> Acesso em: 28/06/2021

HANISCH, A. L., BALBINOT JR, A.A., VOGT, G.A. Desempenho produtivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da inoculação com *Azospirillum* e doses de nitrogênio. Centro de Ciências Agrárias. **Universidade Federal de Roraima**, Boa Vista, RR. v. 11, n. 3, Ano. 2017. p. 200-208.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo. **Documentos 325**. E Embrapa Soja. Londrina/PR. Ano. 2011. 36p.

HUNGRIA, M. *Azospirillum*: um velho novo aliado. Anais. **Fertbio 2016**: Rumo a novos desafios. Embrapa soja. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150694/1/Mariangela-Hungria-Azospirillum-Fertbio.pdf> Acesso em: 11/04/2021

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

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. 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 & Environment**, v. 221, Ano. 2016. p. 125-131.

JORDÃO, L. T.; LIMA, F.F.; LIMA, R. S.; MORETTI, A. E.; PEREIRA, H. V.; MUNIZ, A. S.; OLIVEIRA, M.C. N. Teor relativo de clorofila em folhas de milho inoculado com *Azospirillum brasiliense* sob diferentes doses de nitrogênio e manejo com braquiária. Anais. **XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro, Ano. 2010.

KOLLN, F. T. Crescimento de braquiaria em resposta à inoculação de *Azospirillum brasilense*. [DISSERTAÇÃO]. Pós-graduação em Agronomia Universidade Federal do Acre. Ano. 2013, Disponível em: <http://www2.ufac.br/ppga/menu/dissertacoes/dissertacoes-2/2011/faelen-kolln.pdf> Acesso em: 11/06/2021

LANDGRAF, L. **Tecnologia De Inoculação Incrementa A Proteína Do Capim- Braquiária Em 25%**. Notícias. Embrapa Soja. Ano. 2018 disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31646381/tecnologia-de-inoculacao-incrementa-a-proteina-do-capim--braquiaria-em-25> Acesso em: 15/04/2021

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos; Rima, 2000. 531p.

LEITE, R. D. C.; DOS SANTOS, J. G.; SILVA, E. L.; ALVES, C. R.; HUNGRIA, M.; LEITE, R. D. C.; SANTOS, A. C. Productivity increase, reduction of nitrogen fertiliser use and drought-stress mitigation by inoculation of Marandu grass (*Urochloa brizantha*) with *Azospirillum brasilense*. **Crop and Pasture Science**. v. 70, n. 1, Ano. 2018. p. 61-67.

LIMA, R.O.; VENDRUSCOLO, M. C.; DALBIANCO, A. B. Características agronômicas do capim BRS Piatã submetido a doses de nitrogênio e cortes. **Pubvet**. v.15, n.03, Ano. 2021. p.1-13.

MACHADO, L. A. Z.; VALLE, C.B. Desempenho agronômico de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesq. Agropec. Bras.** vol.46 no.11 Brasília Ano. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001100006> Acesso em: 11/04/2021

MACHADO, R.G. Seleção de bactérias promotoras de crescimento para plantas forrageiras. [TESE] Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia. p. 123, Ano. 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/128124/000975424.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 15/04/2021

MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B.; ASSIS, S. M. P.; GOMES, A. M. A.; NASCIMENTO, A. R. P.; BONATO, V.M. T. S. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Academia Pernambucana de ciência agraria**, Anais, volume 1. Ano. 2004. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/70#:~:text=Resumo,biol%C3%B3gico%20de%20doen%C3%A7as%20de%20plantas>. Acesso em: 11/04/2021

MELO, I. S. **Ecologia microbiana**. Embrapa Meio Ambiente. Ano. 1998 Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/13169/rizobacterias-promotoras-de-crescimento-de-plantas-descricao-e-potencial-de-uso-na-agricultura> Acesso em: 15/04/2021

MODESTO, V. C.; ANDREOTTI, M.; NAKAO, A. H.; SOARES, D. A. Aplicação de *Azospirillum brasiliense* e ureia no cerrado de baixa altitude. Anais. **XXXI Congresso Nacional de milho e sorgo “milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar”**, Bento Gonçalves RS, Ano. 2016, p. 568-572

MOREIRA, A. L.; YOSHIHARA, E. Capim brachiaria na criação de ovinos. apta regional SP. Pesquisa e tecnologia. **Pesquisa & tecnologia**. vol. 10, n. 2, Ano. 2013. p. 1-4. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2013/julho-dezembro-1/1421-capim-brachiaria-na-criacao-de-ovinos/file.html> Acesso em: 09/04/2021

MOREIRA, F. T.A.; SANTOS, D. R.; SILVA, G.H.; ALENCAR, L.S. Ocorrência de bactérias do gênero *Azospirillum* spp. associadas a gramíneas forrageiras no semiárido nordestino. **Holos**. p.1-8, Vol. 3, Ano. 2013

MOREIRA, A. B. R.; VIANA, R. S.; FAVATO, V. L.; DE FIGUEREDO, M. P. A.; LISBOA, M. L. A.; MIASAKI, C. T.; MAGALHARES, A. C.; RAMOS, S. B.; VIANA, A. C. R.; TRINDADE, R. V. D.; MAY, A. *Azospirillum Brasilense* Can Imp, Ressively Improve Growth And Development Of Urochloa Brizantha under Irrigation. **Agriculture**. n.10, ano.2020 Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/6/220/htm> Acesso em: 07/12/2020

MONTAGNER, D. B. **Artigo: Manejo de pastos de *Brachiaria brizantha***. IAGRO. Ano. 2016 Disponível em: <http://www.iagro.ms.gov.br/artigo-manejo-de-pastos-de-brachiaria-brizantha/> Acesso em: 21/01/2021

MUMBACH, G.L.; KOTOWSKI, I. E.; SCHNEIDER, A. F. J.; MALLMANN, M. S.; BONFADA, E. B.; PORTELA, V. O.; BONFADA, E. B.; KAISER, D. R. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. **Revista Scientia Agraria**. vol. 18 n°. 2 Curitiba/PR. Ano. 2017. p. 97-103. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/51475/32859> Acesso em: 11/04/2021

MUNDIM, L. O. S. Inoculação de *Azospirillum brasilense* em diferentes doses de nitrogênio no cultivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. [MONOGRAFIA]. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia. Uberlândia/MG. p.1-29. Ano. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19005/1/Inocula%C3%A7%C3%A3oAzospirillumBrasilense.pdf> Acesso em: 13/04/2021

NANTES, N.N.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B., LEMPP, B. R. A., GOES, P. O. Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, v.48, Ano. 2013, p.114-121. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v48n1/15.pdf> Acesso em: 10/04/2021

NOGUEIRA, M. P. **A evolução da área de pastagens no Brasil**. Rally da Pecuária: uma viagem pelo Brasil que produz. Notícia. Ano. 2019 Disponível em: <http://www.rallydapecuaria.com.br/node/1366> Acesso em: 07/08/2020

NUNES, F. S.; RAIMONDI, A.C.; NIEDWIESKI, A. C. Fixação de nitrogênio: estrutura, função e modelagem bioinorgânica das nitrogenases. **Química Nova**. v. 26, n. 6, p. 872-879, Ano. 2003.

OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S.; JUNIOR, W. B. Produção de forragem e qualidade de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com *Azospirillum brasilense* e fertilizada com nitrogênio. **Circular Técnica 54**. Embrapa. São Carlos, SP, Ano. 2007, p54-64.

PARREIRA, L. H. M.; MARTINS, M. E. P.; RIBEIRO, M. M.; JUNIOR, J. M. S. Efeito da bactéria *Azospirillum brasilense* na adubação química e orgânica em pastagens constituídas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n.21, Ano. 2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/efeito%20da%20bacteria%20azospirillum.pdf> Acesso em: 14/06/2021

PEREIRA, A. V.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; LÉDO, F.J.S. **Catálogo de forrageiras recomendadas pela Embrapa**. Embrapa, Brasília/DF, Ano.2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1048272/catalogo-de-forrageiras-recomendadas-pela-embrapa-7.pdf> Acesso em: 11/02/2021

PORTO, E. M. V. Produção de biomassa de três cultivares do gênero *Brachiaria* spp. submetidos à adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**. v. 13, n.1, Ano. 2017 Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/acsa/article/view/729/pdf> Acesso em: 29/12/2020

REIS, V. M. Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas. **Documentos** 232. EMBRAPA Agrobiologia, Ano. 2007. p 22 Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/629377/1/doc232.pdf> Acesso em:15/12/2020

REIS JUNIOR, F. B.; SILVA, M. F.; TEIXEIRA, K. R.S.; URQUIAGA & REIS, V. M. Identificação de isolados de *Azospirillum amazonense* associados a *Brachiaria* spp., em diferentes épocas e condições de cultivo e produção de fitormônio pela bactéria. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa-MG, v. 28, n. 1. 2004. p. 103-113. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000100011> Acesso em: 16/12/2020

REIS JUNIOR, F. B.; MACHADO, C. T. T., MACHADO, A. T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3. 2008. p. 1139- 1146

ROCHA, A. F. S.; COSTA, R. R. G. F. Eficiência do *Azospirillum brasilense* em milheto sob doses de adubação nitrogenada. **IV Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG**, v. 4, Ano. 2017 Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/10447> Acesso em:18/06/2021

SABUNDJIAN, M.T.; ARF, O.; KANEKO, F. H.; FERREIRA, J.P. Adubação nitrogenada em feijoeiro em sucessão a cultivo solteiro e consorciado de milho e *Urochloa ruziziensis*. **Pesq. Agropec. Trop**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 292-299, jul./set, Ano. 2013 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/VsJhrsdfnrmC6rgWPskwXPpy/?lang=pt&format=pdf> Acesso em: 15/06/2021

SABUNDJIAN, M. T.; ARF, O.; KANEKO, F. H.; MELO, L. F. Características Agrônomicas e Produção de Massa Seca no Cultivo Consorciado de Milho e *Urochloa ruziziensis* Inoculados com *Azospirillum brasiliense*. **XXIX Congresso Nacional de milho e sorgo**, Ano. 2012, p. 1910-1915 Disponível em: http://www.abms.org.br/eventos_anteriores/cnms2012/07162.pdf Acesso em: 18/06/2021

SABUNDJIAN, M. T. Efeito residual do consórcio de milho e *urochloa ruziziensis* com inoculação de *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do feijão e trigo irrigado em sistema plantio direto. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'. **[DISSERTAÇÃO]**, Ano. 2013. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98737/sabundjian_mt_me_ilha.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 18/06/2021

SAMPAIO, F.A.R.; FILHO, M.C.M. T.; OLIVEIRA, C. E. S.; JALAL, A.; BOLETA, E. H. M.; LIMA, B. H.; ROSA, P. A. L.; GALINDO, F. S.; SOUZA, J. S. Nitrogen supply associated with rhizobacteria in the first productive cycle of Marandu grass. **Journal of Crop Science and Biotechnology**. Springer, Ano. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Galindo-7/publication/349983118_Nitrogen_supply_associated_with_rhizobacteria_in_the_first_productive_cycle_of_Marandu_grass/links/604b8106299bf13c4fff74d9/Nitrogen-supply-associated-with-rhizobacteria-in-the-first-productive-cycle-of-Marandu-grass.pdf Acesso em: 10/06/2021

SAMPAIO, F. A. R. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* associada à adubação nitrogenada na nutrição, desenvolvimento e produção do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandú. [TESE], UNESP-Ilha Solteira SP, Ano. 2020 Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/194308/sampaio_far_dr_ilha.pdf?sequence=3 Acesso em: 18/06/2021

SANTINI, J. M. K.; BUZETTI, S.; NUÑEZ, D.N.C.; ARAUJO, E, S.; LUDKIEWICZ, M. G. Z. *Azospirillum brasilense*, fontes e doses nitrogenadas em pastagem de capim-xaraés, formada a partir do consórcio com milho safrinha, em sistema irrigado. Anais. **XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Natal-RN, Ano.2015

SANTOS, F. G. Aspectos morfológicos e índice climático de crescimento dos capins *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Cynodon dactylon* cv. tifton 85 e *Panicum maximum* cv. tanzânia, para a região agropastoril de Itapetinga-BA. [Mestrado] – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Ano. 2006. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgagronomia/wp-content/uploads/2020/10/flaviano-gomes-dos-santos.pdf> Acesso em: 11/12/2020

SANTOS, M. S. **Matéria orgânica no solo: Importância, manejo e construção**. Mais soja. Ano. 2020 Disponível em: <https://maissoja.com.br/materia-organica-no-solo-importancia-manejo-e-construcao>. Acesso em: 13/04/2021

SILVA, D.R.G.; COSTA, K. A.P.; FAQUIM, V.; OLIVEIRA, I. P.; BERNARDES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Rev. Ciênc. Agron.** v. 44, n. 1, Ano. 2013. p. 184-191. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v44n1/a23v44n1.pdf> Acesso em:13/04/2021

SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V; MARANHÃO, C. M. A.; PATÊS, N. M. S.; & SANTOS, L. C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38 nº 4, Ano. 2009, p. 657–661. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982009000400010> Acesso em: 22/05/2021

SILVA, J. A. N.; CECCON, G.; ROCHA, E. C.; SOUZA, C. M. A. Produtividade de feijão-caupi e braquiária com inoculação nas sementes, em cultivo solteiro e consorciado. **Agrarian**. v. 9, n. 31, Dourados MS, Ano. 2016, p. 44-46, ISSN 1984-2538. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3124> Acesso em: 08/06/2021

SOUZA, F.R.C.; MESQUITA, A. C.; SILVA, G. O.A.; SILVEIRA, N. H.; VEIGA, R. M.; REZENDE, A. V.; FLORENTINO, L. A. Avaliação da fixação biológica de nitrogênio em *Brachiaria Brizantha* Cv. Marandu. Anais. **XIII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**, Ano.2016. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/297.%20AVALIA%C3%87%C3%83O%20DA%20FIXA%C3%87%C3%83O%20BIOLOGICA%20DE%20NITROGENIO%20EM%20Brachiaria%20brizantha%20Cv.%20Marandu.PDF> Acesso em: 13/04/2021

SOUZA, W.C.R. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho pelo uso da inoculação com *Azospirillum brasilense* em consórcio com o capim xaraés. [DISSERTAÇÃO] – Mestrado em Agronomia, Área de concentração: Sistema de produção. Ilha Solteira – SP: Faculdade de Engenharia – UNESP, Ilha Solteira – SP, Ano. 2014, 68p

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R. F.; NÖRNBERG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O. A.D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **R. Bras. Zootec.** vol.40, n.3 Viçosa/MG, Ano. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000300012> Acesso em:23/01/2021

TERRA, A. B. C.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A.V. SILVA, N. C. D. Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Rev. de Ciências Agrárias**. vol.42 nº. 2 Lisboa, Ano.2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.19084/rca.16016> Acesso em: 23/12/2020

TOTAL BIO. Disponível em: <https://www.totalbio.com.br/produtos/azototal/> Acesso: 19/07/2021

TSUMANUMA, G. M.; FANCELLI, A. L. Planejamento minimiza competição entre espécies consorciadas. **Visão Agrícola**. n. 9, ESALQ USP, Ano.2009, p. 198-203

VOGEL, G.F.; MARTINKOSKI, L.; RUZICKI, M. Efeitos da utilização de *Azospirillum brasilense* em poáceas forrageiras: Importâncias e resultados. **Agropecuária científica no semiárido**. v. 10, n. 1, Ano. 2014, p. 01-06.

WADT, P. G. S.; PEREIRA, J. E. S; GONÇALVES, R. C; SOUZA, C. B. C.; ALVES, L.S. Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degrada. **Documentos 90**. Embrapa, Rio Branco/AC, Ano. 2003. p. 32. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/498802/1/doc90.pdf> Acesso em: 08/01/2021