



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**RESPOSTAS DO *Azospirillum brasilense* EM *Brachiaria brizantha*  
SOB DIFERENTES CORREÇÕES DE SOLO**

**Autor: Pedro Paulo Policiano Públio**

**Orientador: Prof. D Sc. Aureliano José Vieira Pires**

ITAPETINGA – BA  
Março de 2021

**PEDRO PAULO POLICIANO PÚBLIO**

**RESPOSTAS DO *Azospirillum brasilense* EM *Brachiaria brizantha*  
SOB DIFERENTES CORREÇÕES DE SOLO**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. D. Sc. Aureliano José Vieira Pires

Co-Orientadores: D. Sc. Fábio Andrade Teixeira

D. Sc. Daniela Deitos Fries

ITAPETINGA – BA

Março de 2021

633.2 P97r Púbio, Pedro Paulo Policiano.  
Respostas do *Azospirillum brasilense* em *Brachiaria brizantha* sob diferentes correções de solo. / Pedro Paulo Policiano Púbio. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2021.  
44fl.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Aureliano José Vieira Pires Fábio Andrade Teixeira e coorientação da Profª. D. Sc. Daniela Deitos Fries.

1. *Brachiaria brizantha* – Inoculação - *Azospirillum brasilense*. 2. Calagem em Pastagens. 3. Adubação das pastagens. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Pires, Aureliano José Vieira. III. Teixeira, Fábio Andrade. IV. Fries, Daniela Deitos. V. Título.

**CDD(21): 633.2**

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. *Brachiaria brizantha* - Composição bromatológica
2. *Brachiaria brizantha* – Inoculação - Avaliação
3. *Azospirillum brasilense* - Correção de solo

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**  
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

**Título:** “Respostas do *Azospirillum brasilense* em *Brachiaria brizantha* sob diferentes correções de solo”

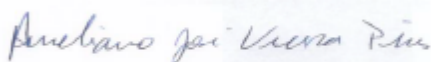
**Autor (a):** Pedro Paulo Policiano Públio

**Orientador:** Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

**Co-orientadores:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Daniela Deitos Fries

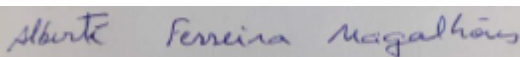
Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:




---

Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires (UESB)  
(Orientador)



---

Dr. Alberti Ferreira Magalhães (CEPLAC)



---

Dra. Thiara Jacira V. M. O. de Paula Machado (Pós-doutoranda/UESB)

Data de realização: 4 de março de 2021.

Dedico este trabalho primeiramente a **Deus**. Logo, a toda minha **família**, em especial, ao meu **pai**, à minha **mãe**, às minhas **irmãs**, **esposa** e **filhas**, por todo apoio e incentivo durante todos esses anos.

Dedico também aos meus professores, mestres e colegas de curso.

**À ZOOTECNIA, DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me abençoar diariamente, permitindo este momento único em vida.

Ao meu pai Francisco Eduardo Públio e à minha mãe Maria Aparecida Policiano Públio, por exercerem perfeitamente o papel de pai e mãe. Hoje entendo os “nãos” recebidos em alguns momentos. A conclusão deste trabalho demonstra o quanto foram e são eficientes no papel de pais. Meus verdadeiros amigos!

Às minhas irmãs, Nídia e Flávia, pelos momentos compartilhados durante todos esses anos; aos meus sobrinhos, Eduardo e Lucas, por alegrarem a minha vida! Agradeço também pelo incentivo a esta conquista.

À minha esposa Márcia Santana Lima Públio e às minhas filhas, Maria Eduarda e Ana Clara, pelo apoio, carinho e amor incondicional recebido. Vocês são o motivo desta conquista!

Agradeço aos meus avôs e avós, paternos: Claudemiro Ezequiel Públio (*in memoriam*) e Adelina Rocha Públio (*in memoriam*); maternos: João Policiano Neto e Benvenida Maria Policiano, por todo carinho e amor recebido, bem como, o incentivo aos estudos. E principalmente, por carregarem e transmitirem a essência da produção rural, hoje Zootecnia.

Às famílias Policiano e Públio (bisavós, tios, tias, primos, primas), pelo apoio e incentivo aos estudos.

Agradeço à família Santana Lima, pelo respeito, carinho e, principalmente, por todo apoio recebido ao longo destes anos.

À família Neves Públio, em especial, a Tia Dedé, Tio Antônio Neves (*in memoriam*) e Leninha por serem meu porto seguro em Itapetinga. Sempre compartilhando conhecimentos do dia a dia e casos da nossa querida cidade natal, Urandi.

Agradeço à família Teixeira Costa, em especial, D. Margarida, Sr. Miguel, Lucas e Rita, pela oportunidade e amizade construída, e também a todos os funcionários das Fazendas MC.

Agradeço ao meu professor e orientador, Aureliano José Viera Pires, pela oportunidade dada, por incentivar-me, por acreditar em meu potencial e por todo tempo, conhecimento e ideias compartilhadas.

Aos meus co-orientadores, Prof. Fábio Andrade Teixeira e Prof<sup>a</sup>. Daniela Deitos Fries, pelo tempo despendido para co-orientação e correção do presente trabalho.

Aos membros da banca, Dr. Alberti Ferreira Magalhães e Dr<sup>a</sup>. Thiara Jacira Vicuña Mendes Oliveira de Paula Machado, por aceitarem o convite para compor a banca avaliadora.

Aos amigos e colegas conquistados ao longo destes anos, em especial, à família Sena, pela amizade, incentivo e pelos momentos de aprendizagem e descontração, de alguma maneira vocês foram fundamentais no meu dia a dia.

Aos grupos de pesquisa, GEPEF e Manejo de Pastagem, pelos conhecimentos, experiências e momentos compartilhados.

Aos mestres que transmitiram conhecimento e participaram deste período de aprendizado.

Ao PPZ, em especial, à Raquel, Roberta e todo corpo o docente.

Aos funcionários da UESB, que em algum momento contribuíram com esse trabalho, em especial, José Queiroz, Dai, Tião, Clayton, e aos motoristas, Manoel, Wendel, Pedro bala e Zezão.

À CAPES, pela bolsa de estudo e contribuição para o desenvolvimento deste trabalho, assim como pelo apoio prestado para o desenvolvimento e conclusão dos demais trabalhos científicos.

**A todos vocês, muito obrigado!**

## **BIOGRAFIA**

Pedro Paulo Policiano Públio, filho de Francisco Eduardo Públio e Maria Aparecida Policiano Públio, nasceu em 23 de agosto de 1990, na cidade de Guanambi, Bahia.

Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Prof. José Vieira de Moraes, no ano de 2008, em São Paulo - SP.

Em março de 2014, ingressou no curso de Bacharel em Zootecnia, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, campus de Itapetinga. Concluindo em dezembro de 2018.

Também pela UESB, iniciou em março de 2019, o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, realizando estudos na área de Forragicultura e Pastagem, sob a orientação do Prof. Dr. Aureliano José Viera Pires.

Em 04 de março de 2021, submeteu-se à defesa da presente Dissertação de Mestrado.



**Respostas do *Azospirillum brasilense* em *Brachiaria brizantha* sob  
diferentes correções de solo**

**SUMÁRIO**

LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	ix
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUÇÃO .....	12
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO .....	14
2.1. Interação da planta e o solo.....	14
2.2. Os nutrientes no solo.....	16
2.3. Calagem .....	17
2.4. Adubação nitrogenada em pastagens .....	17
2.5. Adubação fosfatada.....	18
2.6. Adubação potássica.....	19
2.7. Azospirillum brasilense .....	20
3. REFERÊNCIAS .....	22
4. OBJETIVO GERAL .....	27
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	27
6. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
6.1. Descrição experimental.....	28
6.2. Avaliações.....	30
6.2.1. Produção e matéria seca .....	30
6.2.2. Composição bromatológica.....	31
6.2.3. Características morfogênicas e estruturais .....	31
6.2.4. Área foliar e análises de crescimento .....	32
6.3. Análises fisiológicas e bioquímicas .....	32
6.3.1. Clorofilas e carotenoides.....	32
6.4. Análise estatística .....	33
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
8. CONCLUSÃO .....	41
9. REFERÊNCIAS .....	42

**LISTA DE FIGURAS**

	Pág.
<b>Figura 1 -</b> Umidade, temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental .....	30

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1 -</b> Análise química do solo experimental .....	28
<b>Tabela 2 -</b> Análise física do solo experimental .....	28
<b>Tabela 3 -</b> Efeito da inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i> e diferentes correções de solo sobre a produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS) e índice de área foliar (IAF) em <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu .....	34
<b>Tabela 4 -</b> Efeito da inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i> e diferentes correções de solo sobre a composição química bromatológica em <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu .....	35
<b>Tabela 5 -</b> Efeito da inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i> e diferentes correções de solo sobre a produção de raiz em <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu .....	36
<b>Tabela 6 -</b> Efeito da inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i> e diferentes correções de solo sobre o índice SPAD (SPAD), teor de clorofila a (CLOA), teor de clorofila b (CLOB), carotenoides (CARO), clorofila total (CLOT) e razão clorofila a/b (RZAB) em <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu .....	38
<b>Tabela 7 -</b> Efeito da inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i> e diferentes correções de solo sobre o desenvolvimento e crescimento de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu .....	39
<b>Tabela 8 -</b> Efeito da inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i> e diferentes correções de solo sobre a razão folha:colmo em <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu .....	39

## RESUMO

PUBLIO, P.P.P. **Respostas do *Azospirillum brasilense* em *Brachiaria brizantha* sob diferentes correções de solo.** Itapetinga, BA: UESB, 2021. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes) \*.

O experimento foi realizado em casa de vegetação, com o objetivo de avaliar respostas da *Brachiaria brizantha* em função da inoculação do *Azospirillum brasilense* em diferentes correções do solo. O período experimental total foi de 147 dias, compreendidos entre os meses de setembro de 2019 a fevereiro de 2020, precedidos de 30 dias para efeito de calagem, 61 dias para o corte de uniformização e dois períodos de 28 dias cada, destinados à coleta de dados. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 4, fator A (com e sem o uso do inoculante *Azospirillum brasilense*), fator B correções do solo (sem correção, calagem, N P K, e calagem + N P K) com cinco repetições por tratamento, totalizando 40 unidades experimentais. Foram avaliadas as características morfogênicas e estruturais, produção, área foliar e características de crescimento, clorofilas e análises bromatológicas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e a comparação entre os efeitos dos tipos de correções do solo e uso de inoculante foram realizadas pelo teste Tukey, a 1% de probabilidade. A inoculação de *Azospirillum brasilense* associada à correção do solo na forma de calagem mais NPK promove melhoria, principalmente, na produção da parte aérea e de raízes, com pouca alteração na composição bromatológica e nos pigmentos da *Brachiaria brizantha* cultivada em casa de vegetação.

Palavras-chaves: adubação, inoculante, solo ácido

---

\*Orientador: Aureliano José Vieira Pires, *D.Sc.* UESB. Co-Orientadores: Fábio Andrade Teixeira, *D.Sc.* UESB e Daniela Deitos Fries, *D.Sc.* UESB.

## ABSTRACT

PUBLIO, P.P.P. *Azospirillum brasilense* responses in *Brachiaria brizantha* under different soil corrections. Itapetinga, BA: UESB, 2021. 44 p. Master thesis (Master's program in Animal Science, Concentration Area in Ruminants Production) \*.

The experiment was carried out in a greenhouse in order to evaluate responses of *Brachiaria brizantha* due to the inoculation of *Azospirillum brasilense* in different soil corrections. The total trial period was 147 days, from September 2019 to February 2020, preceded by 30 days for liming, 61 days for uniform cutting and two periods of 28 days each, for the collection of Dice. The test was conducted in a completely randomized design in a 2 x 4 factorial arrangement, factor A (with and without the use of the inoculant *Azospirillum brasilense*), factor B soil corrections (without correction, liming, NPK, and liming + NPK) with five replications per treatment, totaling 40 experimental units. The morphogenic and structural characteristics, production, leaf area and growth characteristics, chlorophylls and bromatological analyzes were evaluated. The results were subjected to analysis of variance and the comparison between the effects of the types of soil correction and use of inoculant were performed by the Tukey test, at 1% probability. The inoculation of *Azospirillum brasilense* associated with soil correction in the form of liming plus NPK promotes improvement, mainly, in the production of the aerial part and roots, with little change in the bromatological composition and in the pigments of *Brachiaria brizantha* grown in a greenhouse.

Keywords: acidic soil, fertilization, inoculant

---

\*Advisor: Aureliano José Vieira Pires, *D.Sc.* UESB. Co-Advisor: Fábio Andrade Teixeira, *D.Sc.* UESB and Daniela Deitos Fries, *D.Sc.* UESB.

## 1. INTRODUÇÃO

A adoção de práticas de correção do solo durante a implantação ou manutenção de pastagens é de fundamental importância para que sejam exploradas pastagens produtivas e vigorosas, permitindo a obtenção de uma maior taxa de lotação e ganho animal por área, além da redução do percentual de degradação. Contudo, estas práticas em sua maioria não são realizadas com eficiência, devido a alguns produtores subestimarem a aplicação de calcário e fertilizantes na tentativa de economizar tempo e dinheiro, ou não serem seguidas as instruções e avaliações técnicas dos profissionais competentes.

Conforme Alvarez & Ribeiro (1999), a calagem tem como principais consequências a elevação do pH do solo e a neutralização do alumínio tóxico, incorporação de cálcio e magnésio, o aumento da capacidade de troca de cátions, com liberação de sítios de cargas negativas dos colóides do solo, o que permite a atração de outros nutrientes, reduzindo a perda por lixiviação, favorece também o aumento da atividade microbiana e a liberação de nutrientes da matéria orgânica do solo.

A adubação incorpora ao solo nutrientes extraídos pelas plantas, sendo fundamentais para o crescimento e desenvolvimento das mesmas. Dentre os nutrientes, os macro são utilizados em maiores quantidades, destacando-se o nitrogênio por ser responsável pela formação de tecidos, ser um constituinte da clorofila e ter atuação direta no processo de fotossíntese, atuar no desenvolvimento do sistema radicular e ser responsável pela coloração verde escura da folha. O fertilizante comumente utilizado como fonte de nitrogênio é a ureia, composta por 44% de nitrogênio e produzida a partir da queima de gás natural, elemento de fonte finita e de alto custo de obtenção.

Como opção ao uso de fertilizantes nitrogenados e alternativa para a redução de custos e impactos ambientais, tem-se aplicado a inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas nas sementes anterior ao plantio. Hungria et al. (2016) cita a utilização do *Azospirillum brasilense* como promotor de crescimento de plantas e como meio para incrementar a produtividade. Conforme Kloepper (1989) estas bactérias colonizam a superfície das raízes, rizosfera, filosfera e tecidos internos da planta. As bactérias promotoras de crescimento das plantas (BPCP) agem promovendo a capacidade de fixação biológica de nitrogênio; acréscimo na atividade da redutase do nitrato quando presente endofiticamente nas plantas; produção de fitohormônios como auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e uma variedade de outras moléculas; auxiliam

também na solubilização de fosfato (Rodriguez et al., 2004); e por atuarem como agente de controle biológico de patógenos, promovem maior resistência a doenças. Em geral, acredita-se que estas bactérias beneficiam o crescimento das plantas por uma combinação de todos esses mecanismos (Dobbelaere et al., 2001).



## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1. Interação da planta e o solo

A pecuária brasileira é caracterizada essencialmente, pela produção a pasto, tendo em vista os altos preços de alimentos concentrados e a vasta área explorada em pastagem, além é claro, do valor nutricional dos pastos constituídos em sua maioria por forrageiras tropicais (Alencar et al., 2014). O gênero *Brachiaria* (*Urochloa spp.*) representa um marco na pecuária brasileira ocupando grande parte das áreas de pastagens, com maior presença nas áreas do bioma cerrado (savana brasileira) no Brasil central. A escolha de espécies e cultivares foi formada por características desejáveis, como fertilidade do solo, tolerância a veranicos, produção de massa, cobertura do solo, tolerância a pragas, tipo de crescimento, e outras características (Fagundes et al., 2006).

Atualmente, as espécies de maior importância são *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria humidicola*. Extensas áreas do Brasil são ocupadas por pastagens; em sua maioria são encontradas em algum grau de degradação, enquanto outras estão em fase de degradação. O Brasil possui cerca de 180 milhões de hectares cultivados com pastagem e a degradação afeta aproximadamente 70% do total (Hungria et al., 2016). Essa degradação é uma consequência direta do manejo nutricional inadequado dessas pastagens; causando diminuição da fertilidade do solo, e implicando na sustentabilidade da agricultura. A degradação das pastagens foi definida por Macedo et al. (2000) como sendo um processo evolutivo acompanhado da perda de vigor, produtividade e da capacidade de recuperação natural das pastagens para que se mantenha os níveis adequados de produção, o que levará a degradação avançada dos recursos naturais. Para estes autores, a perda na capacidade produtiva decorrente do empobrecimento do solo leva a necessidade de busca por novas áreas de pastagens, e caminham neste sentido sempre em direção das plantas menos exigentes e, por consequência, com menores valores nutricionais. Desta maneira a utilização de corretivos agrícolas aliados a praticas adequadas de manejo são essenciais para se manter a produtividade de uma determinada área.

Quando uma planta passa por condições adversas, sua parede celular tende a lignificar mais rapidamente, resultando na redução de metabólitos e compostos nitrogenados no conteúdo celular. Contudo, a composição bromatológica de plantas forrageiras varia dentro da mesma espécie ou cultivar, devido às condições

edafoclimáticas, idade fisiológica da planta e fertilidade do solo. Além disso, principalmente os períodos longos de estiagem podem paralisar o crescimento da planta e até levar à morte da parte aérea da mesma, resultando em baixa qualidade e disponibilidade de forragem por área (Van Soest, 1994). A maturidade da planta também influencia diretamente na produtividade e composição nutricional. À medida que a planta atinge a maturidade, mudanças são observadas na composição química e estruturais, logo, uma redução na relação folha/colmo, resultando em menor teor de proteínas e digestibilidade das forragens (Garcia et al., 2015).

Além da diminuição na quantidade e qualidade da massa de forragem por área, o incorreto manejo das pastagens aliado à baixa fertilidade do solo, implica em sérias complicações para a composição do solo, promovem um escoamento dos nutrientes presentes na camada superior do solo, devido à inexistência de cobertura vegetal suficiente que impeça a lixiviação destes nutrientes, levando a reduções de matéria orgânica e um aumento em processos erosivos (Lima et al., 2007). Estes fatores alteram o ambiente radicular e influenciam no desenvolvimento das plantas, uma vez que a matéria orgânica é importante no suprimento de nutrientes (Silva & Mielniczuk, 1998). Vários pesquisadores relataram a grande influência da fertilidade e do tipo material de origem do solo na formação e manutenção de plantas forrageiras (Alencar et al., 2014; Euclides et al., 2010; Pedreira et al., 2017; Pereira et al., 2011; Santos et al., 2016; Vendrame et al., 2010). O uso de fertilizantes pode proporcionar um grande aumento na capacidade produtiva de um pasto. Uma resposta quase imediata foi observada principalmente em solos arenosos, que apresentam baixo conteúdo de matéria orgânica, fornecendo condições químicas para a produção das plantas e o aumento do conteúdo de nutrientes (Lima et al., 2007; Mesquita et al., 2004).

Os minerais desempenham papéis vitais na manutenção do metabolismo animal (Mcdowell, 1992), atuando sobre a composição estrutural dos órgãos e tecidos, e como catalisadores em enzimas e reações hormonais, além de manter o equilíbrio ácido-base, pressão osmótica do sangue e balanço hídrico do animal (Khan et al., 2006). Além da necessidade de nutrientes pelos animais, as exigências das plantas também devem ser consideradas (Costa et al., 2010). A composição mineral da forragem varia de acordo com fatores relacionados à planta, como a espécie, estação do ano, idade e estrutura morfológica bem como fertilidade, uso de corretivos e tipo de solo (Pereira et al., 2011). Um equilíbrio adequado de nutrientes entre solo e planta é indispensável para a formação e manutenção de pastagens, indicando assim a importância do uso de técnicas

e métodos de correção do solo, aliado a análise de solos para definição de insumos específicos sempre que necessário (Teixeira, 2016). As plantas dependem da disponibilidade de nutrientes no solo para o seu crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente, os animais mantidos sob pastagem dependem das plantas para atender às suas necessidades nutricionais, o que são fornecidos basicamente pela forragem e indiretamente pelo solo.

## **2.2. Os nutrientes no solo**

Um dos principais problemas nas pastagens brasileiras é a remoção contínua de nutrientes do solo sem reposição adequada, o que contribui para o processo de degradação (Santos et al., 2013; Vendrame et al., 2010). De acordo com Neely et al. (2009), aproximadamente 73% das áreas de pastagens apresentam algum grau de degradação do solo, o que é relacionado à compactação por pisoteio animal, excesso de pastejo e redução gradual da fertilidade, principalmente devido à deficiência de nitrogênio, potássio e cálcio (Paciullo et al., 2007; Vendrame et al., 2010).

Contudo, apesar da degradação bastante comum das pastagens, os níveis de fertilidade natural dos solos tropicais são bastante variáveis, dependendo de fatores pedogenéticos e tipos de solo (Sanchez & Logan, 1992). Para pastagens de cerrado, Vendrame et al. (2010) mostraram uma grande diversidade da fertilidade de acordo com a textura do solo, com solos argilosos sendo mais férteis que solos arenosos. O arenito forma solos com alta vulnerabilidade a erosão e textura variando de arenoso a médio. Sendo solos com baixo conteúdo de matéria orgânica, fertilidade química e capacidade de retenção de água, e alta acidez (Gama et al., 2009; Lima et al., 2007). Por outro lado, os solos desenvolvidos a partir de basalto são caracterizados por serem profundos, bem drenados e permeáveis, com textura argilosa a muito argilosa. Com alto teor de ferro, alta capacidade de absorção de água, alto conteúdo de matéria orgânica (Fonseca & Czuy, 2005) e capacidade de troca catiônica (CTC), bem como um alto suprimento de nutrientes K, P, Ca e Mg (Mantovani et al., 2017), fornecendo características muito favoráveis ao desenvolvimento das culturas.

Técnicas de correções do solo, como a calagem e adubação são aplicadas como meios para corrigir e suprir a deficiência de determinados minerais, principalmente cálcio, magnésio, fosforo, potássio e nitrogênio. Os nutrientes podem ser divididos em dois grandes grupos, os macros e os micronutrientes. Os nutrientes considerados essenciais e queridos em maiores quantidades são três nitrogênio, fosforo e potássio.

As quantidades de corretivos e fertilizantes a serem aplicadas no solo devem ser adequadas com o intuito de permitir um crescimento e desenvolvimento da planta. Quando o solo apresenta teores abaixo do necessário, o desenvolvimento fisiológico da planta é comprometido. Por outro lado, caso tenha um excesso de nutrientes pode ocasionar desenvolvimento anormal na planta, seja causando uma toxidez, inibindo a absorção de certo nutriente devido a quantidade excessiva do outro.

### **2.3. Calagem**

Os nutrientes e a água presentes no solo têm a sua absorção pela planta influenciada por interações fisiológicas, celulares, além de processos iônicos de transporte e capacidade de adsorção. Fatores intrínsecos do solo, como a acidez, teores de alumínio, e mobilidade destes nutrientes, interferem nas taxas de captação e aproveitamento dos nutrientes pela planta (Rezende et al., 2011).

Os solos ácidos em meio à solução aquosa liberam íons  $H^+$ . Sendo três as principais causas da acidez no solo, a primeira ocorre naturalmente pela dissociação do gás carbônico, o  $H^+$  é transferido para a parte sólida do solo liberando um cátion trocável que é lixiviado junto com o bicarbonato. A segunda causa está relacionada com a utilização de adubos amoníacos que ao reagirem com o solo liberam íons  $H^+$ , por fim, a terceira causa está ligada a presença de alumínio que após a hidrólise liberam íons  $H^+$  de acordo com a reação (Lopes et al., 1990):



Já para Hartwig et al. (2007), o excesso de alumínio no solo é a principal causa de acidez nos solos brasileiros. Em geral, no Brasil, os solos apresentam alto teor de acidez, com teores elevados de alumínio e manganês, associados à deficiência de cálcio, magnésio e fósforo, promovendo uma baixa taxa de enraizamento e absorção de água e nutrientes, limitações comuns encontradas em solos ácidos. Para que a neutralização da acidez ocorra com eficiência, faz-se necessário que as partículas do solo entrem em contato com o calcário ou outro corretivo utilizado, desta maneira torna-se necessário conhecer as particularidades de cada tipo de solo e a necessidade de incorporação deste corretivo agrícola (Weirich Neto et al., 2000).

### **2.4. Adubação nitrogenada em pastagens**

A adubação nitrogenada passou a ser uma técnica obrigatória no cultivo de pastagens quando se busca maior produção forrageira, principalmente a produção de

folhas, contribuindo para intensificar a produção e obter sucesso da atividade. Alguns autores evidenciam resultados positivos com a utilização de técnicas que não exigem altos investimentos em infraestrutura, mas sim, na melhora do manejo das pastagens e dos animais, como por exemplo, correção e adubação da fertilidade do solo (Pinheiro et al., 2014) e diferimento das pastagens (Teixeira et al., 2011).

Segundo Silva & Arejacy (2011), o principal efeito do nitrogênio aplicado em pastagens consiste no aumento da produtividade de forragem, que deve refletir em aumento na taxa de lotação, sem alterar a pressão de pastejo. Diante disto, o nitrogênio proporciona maior produção das plantas forrageiras tropicais, interferindo positivamente no perfilhamento, na expansão foliar e no teor de proteína, desde que haja equilíbrio com os outros nutrientes e que o pasto seja manejado adequadamente.

Conforme Patês et al. (2007), o potencial produtivo de uma planta forrageira é determinado geneticamente, embora a disponibilidade de nutrientes e de água possam interferir na qualidade e produtividade da mesma. A adoção desta técnica favorece para uma maior disponibilidade de conteúdo celular, encontrado em sua totalidade na parte aérea da planta, e pela estrutura da parede celular, a qual depende do grau de lignificação. Dessa forma, o seu valor nutritivo está diretamente relacionado à distribuição dos fotoassimilados nos vários tecidos vegetais, uma vez que determinam a composição química das plantas (Van Soest, 1994).

Santos et al. (2009) afirmaram que a utilização de nitrogênio aumenta a taxa de crescimento da gramínea e, por conseguinte, a quantidade de forragem produzida por unidade de tempo. O nitrogênio também tem influência direta no valor nutricional das mesmas, portanto, proporciona acréscimos na taxa de lotação e ganho de peso por animal e por hectare, maximizando o desempenho animal (Vitor et al., 2009). É classificado como nutriente que exerce maior deficiência pelas plantas, uma vez que é encontrado em diversos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos (Taiz & Zeiger, 2009). O nitrogênio presente na fração proteica constitui de 80 a 85% do total de nitrogênio das plantas, compondo a molécula de clorofila e, deste modo, a deficiência deste nutriente dificulta o desenvolvimento da planta (Mengel & Kirkby, 2001). Logo, é o nutriente mais utilizado, absorvido e exportado pelas gramíneas forrageiras (Carvalho et al., 2006; Primavesi et al., 2006; Costa et al., 2008) e, por isso, constitui o elemento mais limitante à produção.

### ***2.5. Adubação fosfatada***

O fósforo, por sua vez, é responsável pelo desenvolvimento das raízes, bem como o perfilhamento, incorporado ao solo principalmente durante o plantio, tornando-se um nutriente essencial para promover a produtividade e resistências das gramíneas. Alguns autores relatam que a concentração de fosforo no solo pode ser alterada pela utilização de fertilizantes fosforados, oriundos de rochas, os quais podem apresentar diferentes graus de solubilização para posterior absorção pela planta (Novais & Smyth 1999). Ou ainda via fontes orgânicas, como é o caso do esterco e restos de animais e afins, que formarão a P-Solução após sofrerem mineralização pela biomassa microbiana. No entanto, esta fonte pode ter parte do P retido para que exista crescimento da massa de microrganismo. Para Santos & Kliemann (2005), o fósforo apresenta grande capacidade de adsorção ao solo, ou seja, a ligação com partículas do solo tornando-o indisponível para a planta. Assim o P-lábil com o tempo passa para a forma não lábil que constituirá o P indisponível à planta.

A absorção do P contido no solo será determinada pela distância que este nutriente se encontra das raízes, assim quanto maior o contato maior será a absorção, já que o fósforo apresenta baixa mobilidade no solo, neste sentido, as gramíneas são favorecidas, dada sua estrutura radicular que é bem disseminada, aumentando a superfície de contato com os nutrientes em solos onde sua disponibilidade não é alta (Barreto & Fernandes, 2002). O fósforo tem importantes funções no metabolismo da planta, principalmente para os processos energéticos, dado ao fato de ser componente principal do ATP, o P então é necessário na conversão da energia luminosa em energia química durante o processo de fotossíntese. Outro papel atribuído ao fósforo é a modificação de diversas enzimas por fosforilação, além de ser utilizado na biossíntese de várias biomoléculas, fundamentando mais uma vez sua importância no crescimento vegetal e por consequência na produção de biomassa (Taiz & Zeiger, 2004).

## ***2.6. Adubação potássica***

O potássio caracteriza-se como um macronutriente devido à alta taxa de absorção desse nutriente pelas plantas, possui alta mobilidade no solo, e presente nas plantas na condição de  $K^+$ . Atua em várias funções vitais na planta, desde a ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, necessária também para a translocação de carboidratos, aumento da resistência à geada, seca, doenças, acamamento e a salinidade, exercendo principalmente a função do processo de regulação do potencial osmótico das células. Conforme Rodrigues (2018), o potássio em baixo nível de

adubação/disponibilidade no solo, limita respostas da adubação nitrogenada na planta, representando uma relação entre a absorção e o aproveitamento destes macronutrientes limitados pelo potencial osmótico.

### **2.7. *Azospirillum brasilense***

O nitrogênio (N) pode aumentar a produtividade das plantas e é um fertilizante essencial na agricultura comercial, especialmente em regiões tropicais. No entanto, a fertilização aumenta os custos de produção em aproximadamente 40% (Hungria et. al., 2016) e pode poluir solos e água, com graves consequências ambientais. Alternativas sustentáveis para nutrição de plantas estão se tornando cada vez mais importantes. Por exemplo, pesquisa sobre o potencial de fixação biológica de nitrogênio atmosférico está revelando que é essencial para uma maior produtividade das pastagens. Este processo é realizado por bactérias diazotróficas, comumente conhecidas como bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP). Envolve a conversão de nitrogênio atmosférico (N<sup>2</sup>) em outras substâncias nitrogenadas que são então incorporados pelas plantas através da síntese de proteínas e ácidos nucleicos (Nunes et. al., 2003). No entanto, os benefícios proporcionados pelas BPCP vão além da fixação biológica de nitrogênio (Dobbelaere et al., 2003). Essas bactérias também estimulam a produção de hormônios do crescimento, como auxinas, citocininas e giberelinas, e melhoram a absorção de outros nutrientes, como o fósforo. A inoculação com BPCP é uma tecnologia promissora para aumentar a produção agrícola e reduzir impactos ambientais do uso inadequado de fertilizantes.

Entre as bactérias promotoras de crescimento, destacam-se as do gênero *Azospirillum*, o mais estudado segundo (Döbereiner et al., 1976). Esse gênero ganhou relevância mundial na década de 1970 em resposta a pesquisas que mostram maior absorção de água e nutrientes, resultando em maior produtividade e tolerância à seca. Essas respostas derivam de maiores produção de substâncias promotoras de crescimento que alteram a morfologia do sistema radicular aumentando o número e o diâmetro das raízes secundárias, laterais e adventícias (Okon & Vanderleyden, 1976). A inoculação de *Azospirillum* no milho (*Zea mays*) resultou em um aumento de 17% na média de comprimento e produtividade versus um controle (Okon & Vanderleyden, 1976). O uso de *Azospirillum* também pode reduzir a necessidade de adubação nitrogenada (Cheng et al., 2011), gerando economia de 30 a 50 kg de nitrogênio por hectare de milho no início e final da estação chuvosa (Fancelli, 2010). Considerando essa possibilidade, a substituição de 50% do fertilizante nitrogenado usado no Brasil por BPCP resultaria em

uma economia gigantesca para o setor (Hungria et al., 2010). Os benefícios observados com a inoculação de *Azospirillum* no milho, também são esperados em gramíneas forrageiras tropicais, melhorando a produção em massa de forragens e minimizando a degradação do solo. Segundo Hungria et al. (2016), a inoculação do *Azospirillum brasilense* em capim *Brachiaria spp.* aumentaram a produção de massa de forragem em 13%.

Bactérias promotoras de crescimento, como o *Azospirillum*, também podem atuar como agentes de controle biológico, o que pode ocorrer por meio de mecanismos como parasitismo, produção de antibióticos, toxinas e/ou enzimas, interferência no processo de reconhecimento planta-hospedeiro e indução de resistência de bactérias facultativas, como as dos gêneros *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Azospirillum* e *Bacillus*, que produzem e secretam substâncias secundárias que podem atuar como antibióticos, fungicidas, antivirais e imunossupressores. Em plantas, bactérias endofíticas desse tipo, fornecem o melhor controle biológico de patógenos por meio da colonização natural da rizosfera e da invasão de tecidos internos, sendo que ambos são meios essenciais para o tratamento bem-sucedido de doenças que afetam os tecidos das plantas subterrâneas.



### 3. REFERÊNCIAS

ALENCAR, C.A.B.; MARTINS, C.E.; OLIVEIRA, R.A.; CÓSER, A.C.; CUNHA, F.F. Bromatologia e digestibilidade de gramíneas manejadas por corte submetidas à adubações nitrogenadas e estações anuais. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 8-15, 2014.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais (CFSMG). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. **5ª aproximação**, Viçosa, 1999.

BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F. Produtividade e absorção de fósforo por plantas de milho em função de doses e modos de aplicação de adubo fosfatado em solo de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 151-156, 2002.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, C.A.F. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.562-568, 2006.

CHENG N.C; NOVAKOWISKI J.H; SANDINI I; DOMINGUES L. Substituição da adubação nitrogenada de base pela inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. In.: Seminário Nacional de Milho Safrinha, 11. Anais... Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde; 2011:377-382.

COSTA, K.A. P.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C.; SAMPAIO, F.M.T.; CORRIJO, M.S.; RODRIGUES, C.R. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 307-314, 2010.

COSTA, K.A.P.; ARAUJO, J.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; FIGUEIREDO, F.C.; GOMES, K.W. Extração de macronutrientes pela fitomassa do capim xaraés “xaraés” em função de doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1162-1166, 2008.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Plant Science**, v.22, p.107-149. 2003.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant and Physiology**, v. 28, n. 9, p. 871-879, 2001.

DÖBEREINER, J.; MARRIEL, I.E.; NERY, M. Ecological distribution of *Spirillum lipoferum* Beijerinck. **Canadian Journal Microbiology**, v.22, p.1464-1473, 1976.

EMBRAPA; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, p.412, 1999.

EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; ALMEIDA, R.G.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 151-168, 2010.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.D.; MORAIS, R.V.D.; MISTURA, C.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; LAMBERTUCCI, D.M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.30-37, 2006.

FANCELLI, A.L. Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho. Piracicaba: IPNI - International Plant Nutrition Institute Brazil, (IPNI. Informações Agronômicas, 131). 2010.

FONSECA, F.P.; CZUY, D.C. Formação Arenito Caiuá: uso, ocupação do solo e problemas ambientais na região noroeste do Paraná. In: Simpósio Nacional De Geografia Agrária, Simpósio Internacional De Geografia Agrária Jornada Ariovaldo Umbelino De Oliveira, 2., 3., 2005, Presidente Prudente. **Anais..** Presidente Prudente: UNESP – Universidade Estadual Paulista, 2005. p. 1-7.

GAMA, T.C.M.; ZAGO, V.C.P.; NICODEMO, M.L.F.; LAURA, V.A.; VOLPE, E.; MORAIS, M.G. Composição bromatológica, digestibilidade in vitro e produção de biomassa de leguminosas forrageiras lenhosas cultivadas em solo arenoso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 3, p. 560-572, 2009.

GARCIA, G.O.; RIGGO, M.M.; CECÍLIO, R.A.; REIS, E.F.; BERTOSI, A.P.A. Massa seca e extração de nutrientes por duas forrageiras fertirrigadas com esgoto doméstico tratado. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 215-226, 2015.

HARTIWIG, I.; OLIVEIRA, A.C. de; CARVALHO, F.I.F. de; BERTAN, I.; SILVA, J.A.G. da; SCMIDT, D.A.M.; VALÉRIO, I.P.; MAIAS, L.C.; FONSECA, D.A.R.; REIS, C.E.S. dos. Mecanismos associados ao mecanismo de tolerância de alumínio em plantas. **Ciências Agrárias**, v. 28, n.2, p. 219-228, 2007.

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, 2010.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. Eficiência Agronômica de Estirpes de *Azospirillum brasilense* para *Brachiaria spp.* (= *Urochloa*). In: Embrapa Soja-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: Symposium On Biological Nitrogen Fixation With Non-Legumes, 16., Latinamerican Workshop Of Pgpr, 4., Relare, 19., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** [Brasília, DF]: Embrapa, 2018.

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, p. 125-131, 2016.

KHAN, Z.I.; ASHRAF, M.; VALEEM, E.E. Forage mineral status evaluation: the influence of pastures. **Pakistan Journal of Botany**, v. 38, n. 4, p. 1043-1054, 2006.

KLOEPPER, J.W.; LIFSHITZ, R.; ZABLOTOWICZ, R.M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. **Trends in Biotechnology**.v.7, p.39-43, 1989.

LIMA, J.J.; MATA, J.D.V.; PINHEIRO NETO, R.; SCAPIM, C.A. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, p. 715-719, 2007.

LOPES, A.S.; SILVA, M.C.; GUILHERME, R.L.G. Acidez no solo e calagem, Boletim técnico **ANDA**, São Paulo – SP, 3ª ed. p.19, 1990.

MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A.H. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. **EMBRAPA Gado de Corte - CNPGC**, Campo Grande- MS, 4p. Documento 62, 2000.

MANTOVANI, J.R.; CARRERA, M.; MOREIRA, J.L.A.; MARQUES, D. J.; SILVA, A. B. Fertility properties and leafy vegetable production in soils fertilized with cattle manure. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 825-836, 2017.

MCDOWELL, L.R. Minerals in animals and livestock nutrition. San Diego: **Academic Press**, p.524, 1992.

MENGEL, K; KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. Dordrechth: **Kluwer Academic Publishers**, p.849, 2001.

MESQUITA, E.E.; PINTO, J.C.; FURTINI NETO, A.E.; SANTOS, I.P.A.; TAVARES, V.B. Teores críticos de fósforo em três solos para o estabelecimento de capim-mombaça, capim, marandu e capim-andropogon em vasos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 290-301, 2004.

NEELY, C.; BUNNING, S.; WILKES, A. Review of evidence on drylands pastoral systems and climate change implications and opportunities for mitigation and adaptation. Roma: FAO, **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, p.38, 2009.

NOVAIS, R.F. de; SMYTH, T.J.; Formas de Fósforo no sistema solo-planta, In: Fósforo em solo e planta em condição tropicais. **UFV**, 1ª ed, p.399, 1999.

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, 2003.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants, **American Society for Microbiology**, v.,63, n.7, p.366-370, 1997.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10, p. 573-579, 2007.

PATÊS, M.M. da S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C; CARVALHO, G.G.P.; FREIRE, M.A.L. Características morfogênicas e estruturais do capim - tanzânia

submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 6, p. 1736-1741, 2007.

PEDREIRA, C.G.S.; BRAGA, G.J.; PORTELA, J.N. Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (*Brachiaria decumbens*) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light interception. **Crop and Pasture Science**, v. 68, n. 1, p. 62-73, 2017.

PEREIRA, R.C.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; VILLELA, S.D.J.; SILVA, J.L. Produtividade, composição químico-bromatológica e extração de minerais das cultivares Marandu e Xaraés nas estações do ano. **Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 4, p. 570-582, dez. 2011.

PINHEIRO, A.A.; CECATO, U.; LINS, T.O.J.D.A.; BELONI, T.; PIOTTO, V.C.; RIBEIRO, O.L. Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim-Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande. Semina: **Ciências Agrárias**, v.35, n.4, p.2147-2158, 2014.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A.G. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.

REZENDE, A.V; LIMA, J.F; RABELO, C.H.S.; RABELO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A. CARVALHO, M.; NOGUEIRA, D.C.; FARIA JUNIOR, A.; BARBOSA, L.A. Características morfofisiológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em resposta à adubação fosfatada. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 335-343, 2011.

RODRIGUES, J.P.S. "Efeito da irrigação e adubação sobre produção de matéria seca do capim *Brachiaria brizantha* cv marandu no período da seca." 2018.

RODRIGUEZ, H.; GONZALEZ, T.; GOIRE, I.; BASHAN, Y. Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum spp.* **Naturwissenschaften**, v. 91, n. 11, p. 552-555, 2004.

SANCHEZ, P.A.; LOGAN, I.J. Myrths and science about the chemistry and fertility of soil in the tropics. In: LAL, R.; SANCHEZ, P. A. (Ed.). Myrths and science of soil of the tropics. Madison: **Soil Science Society of América**, (SSSA Special. Publi, n. 29) p. 18-33, 1992.

SANTOS, D.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; PULROLNIK, K.; BUFON, V.B.; FRANÇA, A.F.S. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 233, p. 16-24, 2016.

SANTOS, E.A.; KLIEMANN, H.J. Disponibilidade de fósforo de fosfatos naturais em solos de Cerrado e sua avaliação por extratores químicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 139-146. 2005.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: **EMBRAPA**, p.353, 2013.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BALBINO, E.M.; MONNERAT, J.P.I.S.; SILVA, S.P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.650-656, 2009.

SILVA, A.A.; AREJACY, S. **Altura inicial e adubação nitrogenada em pastos diferidos de capim-braquiária**. 2011. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa.

SILVA, L.F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 2, p. 311-317, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Assimilação de nutrientes minerais. **Fisiologia vegetal**, v. 4, p. 317-330, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, p.848, 2009.

TEIXEIRA, F.A.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.; ROSA, R.C.C.; NASCIMENTO, P.V.N. Diferimento de pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio no início e no final do período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1480-1488, 2011.

TEIXEIRA, N.M. **Adubação foliar de zinco quelatizado e seus efeitos na produção de capim-mombaça**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, Universidade Estadual Paulista, Dracena.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2th ed. Ithaca: Cornell University, p.476, 1994.

VENDRAME, P.R.S.; BRITO, O.R.; GUIMARÃES, M.F.; MARTINS, E.S.; BECQUER, T. Fertility and acidity status of latossolos (oxisols) under pasture in the Brazilian Cerrado. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 82, n. 4, p. 1085-1094, 2010.

VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; NASCIMENTO 2613 JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de 2614 pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

WEIRICH NETO, P.H.; CAIRES, E.F.; JUSTINO, A.; DIAS, J. Correção da acidez do solo em função de modos de incorporações do calcário. **Ciência Rural**, v. 30, n 2, p. 257- 261, 2000.

#### 4. OBJETIVO GERAL

Objetivou-se avaliar o uso do inoculante *Azospirillum brasilense* em diferentes correções de solo no desenvolvimento e na composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

#### 5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o crescimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandú inoculada com *Azospirillum brasilense* em solos submetidos a diferentes correções.

Verificar a produção e a análise morfogênica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandú em resposta a diferentes correções de solo e inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Verificar alterações fisiológicas e bioquímicas na *Brachiaria brizantha* cv. Marandú em resposta a diferentes correções de solo e inoculação de *Azospirillum brasilense*.

## 6. MATERIAL E MÉTODOS

### 6.1. Descrição experimental

O experimento foi conduzido na casa de vegetação, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Itapetinga, região sudoeste da Bahia, localizada a 15°38'46'' de latitude sul e 40°15'24'' de longitude oeste com altitude média de 280 m, no período de 21 de setembro de 2019 a 15 de fevereiro de 2020, em que utilizou-se os primeiros 91 dias para correção do solo com calcário, plantio e uniformização das plantas, com posteriores dois períodos de 28 dias cada, para coleta de dados.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2x4, com cinco repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Sendo o fator inoculante sem e com o uso de *Azospirillum brasilense* e fator correção de solo (controle, calagem, NPK, NPK+calagem).

O solo utilizado foi coletado na camada arável (0 - 20 cm), no dia 21 de setembro de 2019, na Fazenda Bela Vista, localizada no município de Encruzilhada-BA. O solo foi um latossolo vermelho escuro, com textura argilo arenoso (EMBRAPA, 1999), sendo o mesmo destorroado e passado em peneira de malha de quatro milímetros, e depois de homogeneizado realizou-se o enchimento dos vasos plásticos com 10 kg de solo seco. Obteve-se uma amostra composta do solo, que foi enviada ao Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, da UESB - *Campus* Vitória da Conquista, para a realização de análises químicas (Tabela 1) e físicas (Tabela 2).

**Tabela 1.** Análise química do solo experimental

pH	*mg/dm <sup>3</sup>		*cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> de solo						%		*mg/dm <sup>3</sup>	
	(H <sub>2</sub> O)	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	S.B.	t	T		V
4,5	1	0,1	0,7	0,7	1,4	6,6	1,5	2,9	9,5	16	48	26

SB = Soma das bases; t = CTC efetiva; T = CTC total; V = Saturação por bases; m = saturação por alumínio; M.O = Matéria orgânica.

**Tabela 2.** Análise física do solo experimental

Composição Granulométrica (tfsa g/kg)			Classe Textural
Areia	Silte	Argila	
610	20	370	Argilo Arenosa

Conforme os resultados da análise de solo e seguindo as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais “5º aproximação” (Alvarez

& Ribeiro, 1999). Foram realizadas as correções do solo adotando-se o nível tecnológico alto. Para efeito de calagem, utilizou-se o método de saturação por bases aplicando 25,6 g de calcário calcítico (PRNT de 82%) por vasos, equivalente a 5,12 ton/ha. Posteriormente à aplicação do calcário, os vasos foram incubados durante 30 dias visando à neutralização da acidez do solo, e durante a incubação os solos foram mantidos em 80% de sua capacidade de campo, sendo a reposição de água realizada em intervalos de um dia.

Para determinação da capacidade de campo, todos os vasos com solo seco foram pesados, encharcados com água e, após escoamento total da água, pesados novamente, e esse peso foi utilizado para reposição da água perdida por evaporação.

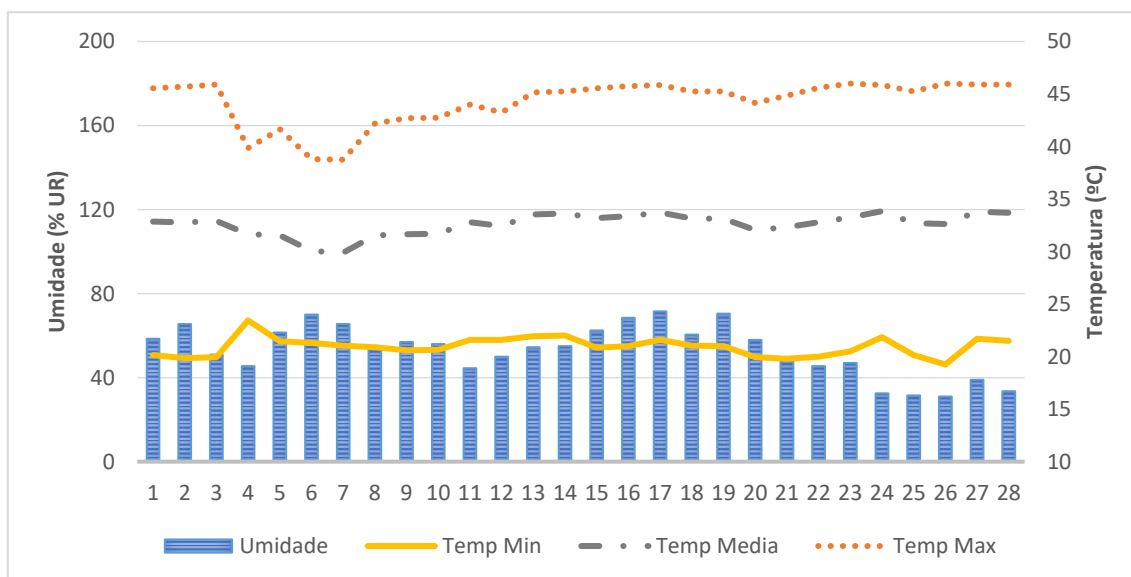
Após o período de 30 dias, para efeito de calagem, realizou-se o plantio da *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. As sementes utilizadas no tratamento com inoculante, foram embebidas por uma hora em solução contendo *Azospirillum brasilense* obedecendo a recomendação do fabricante 100 mL do produto (AzoTotal) para 5kg de sementes, utilizou-se 12 sementes por vaso, em uma profundidade aproximada de 1 cm. 30 dias pós-germinação das sementes foi realizado um desbaste deixando-se 4 plantas por vasos, onde o critério utilizado foi o vigor e a homogeneidade das plantas. 20 dias após o desbaste foi realizado o corte de uniformização a 15 cm de altura do solo e a partir da uniformização iniciou-se as avaliações. Ao início de cada período experimental foi realizada a reinoculação do *Azospirillum brasilense*, aplicando a solução diretamente na superfície do solo via spray, a dose por unidade experimental correspondeu a aproximadamente 1mL do produto.

As adubações fosfatada e potássica foram realizadas após o corte de uniformização aplicando 3,06 g de superfosfato simples e 0,52 g de cloreto de potássio, por vaso, equivalendo a 110 kg. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

A adubação nitrogenada foi realizada no primeiro dia de cada período experimental, em duas aplicações de 0,57 g de ureia por vaso, totalizando 100 kg. ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. As correções de solo foram realizadas em cada unidade experimental de acordo com os tratamentos.

A umidade do ar média e temperaturas máxima, mínima e média, dentro da casa de vegetação (Figura 1), foram registradas durante todo período experimental por meio de um termo higrômetro digital.





**Figura 1.** Umidade, temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental

## 6.2. Avaliações

### 6.2.1. Produção e matéria seca

Ao final de cada período as plantas foram cortadas a 15 cm acima do nível do solo, considerando todo material acima da linha de corte como parte aérea, e o resíduo correspondeu a produção abaixo da linha de corte, onde os dados de produção foram apresentados em g de MS/vaso, considerando-se a área do vaso de 0,07065 m<sup>2</sup>.

Logo após o corte, o material coletado foi devidamente identificado e levado para o Laboratório de Anatomia e Fisiologia Ecológica de Plantas (LAFIEP) e pesado para a posterior determinação da produção de matéria seca da forragem.

Para a determinação da pré-secagem, o material identificado foi pesado a amostra verde e após pré-secagem em estufa de circulação forçada a 55°C por 72 horas, foi moído em moinho do tipo Willey, a aproximadamente 1 mm. Após a moagem foi realizada a determinação da matéria seca definitiva, seguindo a metodologia desenvolvida por (Detmann et al.,2012).

Ao final do segundo período experimental, os vasos foram desmanchados com auxílio de água corrente para avaliação das raízes, além da matéria seca, foi determinado o volume de raiz, para isso foi utilizada uma proveta com quantidade de água conhecida, onde a raiz fresca foi introduzida e, por meio da diferença de volume observado, foi obtido o volume de raiz.

### 6.2.2. *Composição bromatológica*

Para a avaliação da composição bromatológica, determinou-se os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina segundo Detmann et al. (2012).

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimado (NDTest) foram calculados segundo Capelle et al. (2001) com a seguinte equação:

$$\text{NDTest} = 74,49 - 0,5635 * \text{FDA}$$

### 6.2.3. *Características morfogênicas e estruturais*

Para o estudo do crescimento, 2 perfilhos por vasos foram marcados com fitas coloridas (verde e laranja), onde após o corte de uniformização, foi avaliado a cada três dias, durante todo o período de crescimento as seguintes características: comprimento do colmo; número de folhas; comprimento e largura da folha.

Com os dados obtidos durante as avaliações, realizou-se o cálculo das características descritas a seguir:

- Filocrono (dia/folha): inverso da TapF;
- Numero de folhas vivas: determinado como a fração de folhas totais que não apresentavam sinal de senescência;
- Duração de vida da folha: estimada considerando o tempo entre o aparecimento do ápice foliar e o primeiro sinal de senescência da lâmina, portanto, o tempo que a folha permaneceu verde;
- Taxa de senescência de folhas
- Taxa de aparecimento foliar (TApF, folhas/perfilho/dia): obtida pela divisão do número de folhas surgidas nos perfilhos marcados de cada vaso pelo período de rebrotação;
- Taxa de alongamento foliar (TAIF, cm/perfilho/dia): calculada pela diferença entre os comprimentos foliares, final e inicial, dividida pelo intervalo das medidas;
- Largura da folha/folíolo (LF, cm): largura média das lâminas foliares ou dos três folíolos (que constituem a folha do Java) completamente expandidos;
- Comprimento final da folha (CF, cm): foi obtido pela medida das folhas completamente expandidas, desde sua lígula até o ápice foliar;
- Taxa de alongamento do colmo (TAIC, mm/perfilho/dia): obtida pela diferença entre o comprimento final e inicial do colmo de cada perfilho, medido do

nível do solo até a altura da lígula da folha mais jovem, dividida pelo intervalo das medidas;

- Comprimento final de colmo (CFC, cm);
- Comprimento total da planta (CTP, cm);
- Número de perfilhos: O número de perfilhos foi contabilizado em número de perfilhos por vaso e por planta.

#### *6.2.4. Área foliar e análises de crescimento*

Para quantificar a área foliar, as folhas das quatro plantas, por vaso, foram escaneadas. As imagens digitalizadas foram utilizadas para a determinação das áreas foliares pelo programa computacional ImageJ. Esse programa determina a área da imagem ocupada pelas folhas pelo contraste com a área não ocupada.

Os cálculos de área foliar (AF), área foliar específica (AFE, cm<sup>2</sup>/g), índice de área foliar (IAF), e razão área foliar (RAF, cm<sup>2</sup>/g), foram realizados conforme equações definidas por Cairo et al., (2008).

### **6.3. Análises fisiológicas e bioquímicas**

#### *6.3.1. Clorofilas e carotenoides*

No dia anterior a cada corte, foi realizada a coleta das folhas para a avaliação da clorofila e a leitura das folhas pelo método SPAD. Foi coletada uma folha por vaso, as folhas escolhidas foram as completamente expandidas, a coleta ocorreu sempre por volta das 10 horas da manhã.

A determinação dos teores de clorofila e carotenoides foi realizada segundo a metodologia descrita por Hiscox & Israelstam (1979), onde aproximadamente 0,03 g da massa fresca da folha coletada de cada vaso foi colocada em um frasco de vidro contendo 5ml de Dimetilsulfóxido (DMSO) e envolvidos com papel alumínio, após identificados os frascos foram deixados no escuro por 72 horas. Após as 72 horas foi realizada a quantificação em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 665, 649 e 480 nm. Os cálculos das clorofilas e dos carotenoides foram realizados por meio das seguintes fórmulas (Wellburn, 1994), com os valores ajustados para mg.g<sup>-1</sup> de matéria fresca:

- Clorofila a =  $(12,19 \times A_{665}) - (3,45 \times A_{649})$ ;
- Clorofila b =  $(21,99 \times A_{649}) - (5,32 \times A_{665})$ ;
- Clorofilas totais = Clorofila a + Clorofila b;

- Razão clorofila a/b: Clorofila a / Clorofila b;
- Carotenoides =  $[1000 \times A_{480} - (2,14 \times \text{Clorofila a}) - (70,16 \times \text{Clorofila b})] / 220$ .

#### **6.4. Análise estatística**

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa estatístico SAS - Free Statistical Software, (SAS INSTITUTE, 2015). Foi realizada a análise de variância, considerando como fontes de variação tipos de correções do solo, uso de inoculante e a interação entre tipos de correções do solo e uso do inoculante. As comparações foram realizadas pelo teste Tukey. Adotou-se  $\alpha = 0,01$ .

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação inoculante e tipo de correção do solo não foi significativa ( $P>0,01$ ) para produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS) e índice de área foliar (Tabela 3).

No entanto, as plantas que receberam a inoculação apresentaram valores superiores e significativos ( $P<0,01$ ) aos tratamentos sem inoculante. Corroborando com os resultados obtidos por Oliveira, Oliveira & Barioni Junior (2007), os autores trabalharam com inoculação de *Azospirillum brasilense* em *Brachiaria brizantha* sob diferentes doses de nitrogênio (0, 150, 200 e 300 kg.ha<sup>-1</sup>), e concluíram que, o tratamento sem aplicação de nitrogênio e com uso de inoculante produziu mais forragem do que o tratamento testemunha. O resultado encontrado pelos autores evidencia a capacidade de fixação de N promovido pela inoculação do *A. brasilense*.

Segundo Taiz & Zeiger, (2009), o nitrogênio é classificado como nutriente que exerce maior deficiência pelas plantas, uma vez que é encontrado em diversos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos. O nitrogênio participa da formação de tecidos da parte aérea e raiz, atua diretamente no processo de fotossíntese por constituir a clorofila, promovendo a coloração verde escura da folha. Logo, é o nutriente mais utilizado, absorvido e exportado pelas gramíneas forrageiras (Primavesi et al., 2006).

**Tabela 3.** Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* e diferentes correções de solo sobre a produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS) e índice de área foliar (IAF) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Variável	Inoculante		Correção				Valor de P		
	Sem	Com	S/ CORR	CAL	NPK	CAL+NPK	INOC	CORR	INOCxCORR
PMV <sup>1</sup>	50,5 <sup>b</sup>	65,1 <sup>a</sup>	14,0 <sup>d</sup>	36,9 <sup>c</sup>	81,2 <sup>b</sup>	99,1 <sup>a</sup>	0,0002	<0,0001	0,0348
PMS <sup>1</sup>	13,2 <sup>b</sup>	17,0 <sup>a</sup>	3,5 <sup>d</sup>	9,6 <sup>c</sup>	20,9 <sup>b</sup>	26,4 <sup>a</sup>	0,0001	<0,0001	0,0702
IAF	2,4 <sup>b</sup>	3,0 <sup>a</sup>	0,8 <sup>d</sup>	2,0 <sup>c</sup>	3,6 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>	0,0008	<0,0001	0,0518

<sup>1</sup>g/vaso. S/ CORR= Sem correção de solo; CAL= Uso de calagem; NPK= Uso de NPK; CAL+NPK= Uso de Calagem e NPK; INOC = Inoculante; CORR = Tipo de correção do solo; INOCxCORR = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra em linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,01$ ).

O fator correção de solo foi significativo ( $P<0,01$ ) para as três variáveis analisadas (Tabela 3), apresentando um incremento aproximado de 600% na produção de matéria verde, matéria seca e índice de área foliar ao utilizar calagem com NPK, quando comparado ao tratamento sem correção. Esse efeito pode ser explicado devido à calagem disponibilizar nutrientes e neutralizar íons de H<sup>+</sup> presentes no solo, favorecendo principalmente a produção e desenvolvimento das raízes, resultado

observado também para a produção de raiz, no qual o tratamento com calagem apresentou valores superiores para volume e peso de raiz quando comparado ao tratamento sem correção. O uso da adubação com NPK implica no processo de desenvolvimento e produção da planta, uma vez que estes minerais participam da síntese de compostos orgânicos, perfilhamentos, quantidade de folhas, eficiência de uso da água auxiliando o metabolismo e crescimento das mesmas (Costa, 2004).

Santos (2020) testando o uso do calcário líquido e convencional (pó), não encontrou diferença para a produção de matéria seca em *Brachiaria brizantha* cv. Braúna entre os tratamentos que receberam aplicação de calcário e o tratamento controle. O autor não cita, mas, uma possível explicação para tal resultado está na composição química do solo utilizado, no qual apresentou valores de saturação por alumínio inferiores ao do presente estudo.

Não foi verificado efeito para a interação uso de inoculante e tipos de correção do solo ( $P>0,01$ ) sobre a composição química bromatológica (Tabela 4). No entanto, foi observado efeito do uso do inoculante ( $P<0,01$ ) sobre o teor de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA).

**Tabela 4.** Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* e diferentes correções de solo sobre a composição química bromatológica em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Variável (%)	Inoculante		Correção				Valor de P		
	Sem	Com	S/ Corr	CAL	NPK	CAL+NPK	INOC	CORR	INOCxCORR
MS	23,5 <sup>a</sup>	24,3 <sup>a</sup>	22,8 <sup>a</sup>	24,0 <sup>a</sup>	23,8 <sup>a</sup>	24,9 <sup>a</sup>	0,0934	0,0307	0,0211
MM	7,1 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	9,2 <sup>a</sup>	7,2 <sup>b</sup>	6,9 <sup>b</sup>	6,3 <sup>b</sup>	0,2191	0,0013	0,2999
PB	8,0 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	8,4 <sup>a</sup>	8,2 <sup>a</sup>	7,3 <sup>b</sup>	7,5 <sup>b</sup>	0,0140	<0,0001	0,1659
EE	4,9 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	3,6 <sup>c</sup>	4,5 <sup>b</sup>	5,1 <sup>b</sup>	6,0 <sup>a</sup>	0,1782	<0,0001	0,4048
FDN	63,8 <sup>a</sup>	65,1 <sup>a</sup>	68,7 <sup>a</sup>	62,8 <sup>b</sup>	64,5 <sup>ab</sup>	61,7 <sup>b</sup>	0,3400	0,0063	0,9974
FDA	27,7 <sup>a</sup>	28,1 <sup>a</sup>	30,0 <sup>a</sup>	27,6 <sup>b</sup>	27,3 <sup>b</sup>	26,7 <sup>b</sup>	0,4563	0,0030	0,2908
LIG	5,8 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	0,5308	0,8993	0,6714
PIDA	12,2 <sup>a</sup>	9,9 <sup>b</sup>	12,9 <sup>a</sup>	12,0 <sup>a</sup>	9,7 <sup>b</sup>	9,6 <sup>b</sup>	<0,0001	<0,0001	0,7826
PIDN	1,7 <sup>a</sup>	1,5 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a</sup>	1,6 <sup>b</sup>	1,4 <sup>b</sup>	1,4 <sup>b</sup>	0,0172	<0,0001	0,9463
FDNP	62,0 <sup>a</sup>	63,5 <sup>a</sup>	66,5 <sup>a</sup>	61,2 <sup>a</sup>	63,1 <sup>a</sup>	60,4 <sup>a</sup>	0,2717	0,0151	0,9966
NDT	58,9 <sup>a</sup>	58,6 <sup>a</sup>	57,6 <sup>b</sup>	58,9 <sup>a</sup>	59,1 <sup>a</sup>	59,4 <sup>a</sup>	0,4563	0,0030	0,2908

MS= matéria seca; MM= matéria mineral; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; LIG= lignina; PIDA= proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN= proteína insolúvel em detergente neutro; FDNP= FDN corrigido para proteína; NDT= nutrientes digestíveis totais. S/ CORR= Sem correção de solo; CAL= Uso de calagem; NPK= Uso de NPK; CAL+NPK= Uso de Calagem e NPK; INOC = Inoculante; CORR = Tipo de correção do solo; INOCxCORR = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra em linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,01$ ).

O tipo de correção do solo com o uso de calagem e adubação promoveu leve

redução na composição fibrosa e melhor valor de nutrientes digestíveis totais ao comparar com o tratamento sem correção. Não ocorrendo o mesmo com a fração proteica na qual apresentou menores valores de PB. Conforme Cecato et al. (2004), a redução da fração proteica está relacionada também a interação da planta com a luminosidade, fotoperíodo, umidade e temperatura, que aceleram a atividade metabólica, resultando na diminuição da quantidade de fotoassimilados e metabolitos no conteúdo celular, direcionando a energia convertida na fotossíntese em carboidratos estruturais, principalmente lignina. Desta maneira, é possível relacionar a (Tabela 7) aos valores médios de umidade e temperatura dentro da casa de vegetação (Figura 1). Souza (2014) trabalhando com *Azospirillum brasilense* inoculado em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, não observou diferença nas características fisiológicas, composição química e produção, concluindo que a fixação biológica de N não foi suficiente para alterar principalmente o valor proteico e a produtividade da forrageira, sendo necessário o uso de adubação nitrogenada para maior produção.

A interação INOCxCORR não apresentou efeito significativo ( $P>0,01$ ) para volume de raiz, peso fresco da raiz, peso seco da raiz e matéria seca da raiz (Tabela 5).

**Tabela 5.** Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* e diferentes correções de solo sobre a produção de raiz em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Variável	Inoculante		Correção				Valor de P		
	SEM	COM	S/ CORR	CAL	NPK	CAL+ NPK	INOC	CORR	INOCx CORR
RVOL	200,5 <sup>a</sup>	177,5 <sup>b</sup>	88,0 <sup>c</sup>	134,0 <sup>b</sup>	280,0 <sup>a</sup>	254,0 <sup>a</sup>	0,0031	<0,0001	0,1452
RPF	180,7 <sup>a</sup>	174,3 <sup>a</sup>	81,7 <sup>c</sup>	130,6 <sup>b</sup>	254,6 <sup>a</sup>	243,0 <sup>a</sup>	0,4682	<0,0001	0,9359
RPS	23,5 <sup>a</sup>	21,6 <sup>a</sup>	9,1 <sup>b</sup>	14,8 <sup>b</sup>	33,1 <sup>a</sup>	33,3 <sup>a</sup>	0,2786	<0,0001	0,7056
RMS	12,5 <sup>a</sup>	14,2 <sup>a</sup>	15,2 <sup>a</sup>	11,3 <sup>a</sup>	13,3 <sup>a</sup>	13,6 <sup>a</sup>	0,5208	0,7867	0,3276

RVOL= Volume de raiz, em mL; RPF= Peso fresco da raiz, em g/vaso; RPS= Peso seco da raiz em g/vaso; RMS= Matéria seca da raiz, em (%); S/ CORR= Sem correção de solo; CAL= Uso de calagem; NPK= Uso de NPK; CAL+NPK= Uso de Calagem e NPK; INOC = Inoculante; CORR = Tipo de correção do solo; INOCxCORR = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra em linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,01$ ).

Entretanto, foi observado efeito positivo ( $P<0,01$ ) para o tipo de correção do solo, influenciando diretamente no volume e peso da raiz. Em geral no Brasil, os solos apresentam alto teor de acidez, com teores elevados de alumínio e manganês, associados à deficiência de cálcio, magnésio e fósforo, promovendo uma baixa taxa de enraizamento e absorção de água e nutrientes, limitações comuns encontradas em solos ácidos. Conforme Alvarez & Ribeiro (1999), a calagem tem como principais consequências a elevação do pH do solo e a neutralização do alumínio tóxico,

incorporação de cálcio e magnésio, o aumento da capacidade de troca de cátions, com liberação de sítios de cargas negativas dos colóides do solo, o que permite a atração de outros nutrientes, reduzindo a perda por lixiviação, favorece também o aumento da atividade microbiana e a liberação de nutrientes da matéria orgânica do solo.

O uso do inoculante apresentou valor significativo ( $P < 0,01$ ) e inferior para o volume de raiz quando comparado ao tratamento sem inoculante. Esperava-se que o uso do inoculante promovesse um acréscimo no desenvolvimento e volume de raiz, uma vez que estas bactérias aumentam a síntese de hormônios que estimulam o crescimento vegetal, principalmente de raízes, por aumentar a absorção de nutrientes e água (DOBBELAERE et al. 2002; BASHAN et al. 2004). Barassi et al. (2008) relataram que em consequência do desenvolvimento das raízes promovido pelo *Azospirillum*, as plantas apresentaram entre outros benefícios, uma maior produção de biomassa. No presente estudo obteve-se valores significativos e positivos apenas para a produção da parte aérea conforme relatado na (Tabela 3).

Rampim et al. (2020) inoculando *Azospirillum brasilense* em milho, obtiveram redução da parte aérea e maior produção de raízes, resultados contrários ao do presente estudo. Pinc et al (2020) trabalhando com a inoculação de *Azospirillum brasilense* em *Urochloa brizantha* cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio (0, 50 e 75 kg de N.ha<sup>-1</sup>), não observaram diferença para a massa seca da raiz e encontraram resultado significativo para a massa seca da parte aérea com a maior produção quando utilizado nitrogênio.

Não foi encontrado efeito significativo ( $P > 0,01$ ) para a interação INOCxCORR e uso do inoculante (Tabela 6) sob o índice SPAD, teor de clorofila a, clorofila b, carotenoides, clorofila total e razão clorofila a/b.

No entanto, foi observado valor significativo ( $P < 0,01$ ) para o tipo de correção do solo apenas nas variáveis índice SPAD, teor de clorofila b, carotenoides e razão clorofila a/b. Duarte et al. (2020), ao avaliarem o uso da inoculação de *Azospirillum brasilense* em *Brachiaria ruziziensis* com diferentes doses de N (0, 50 e 100 kg.ha<sup>-1</sup>), observaram redução dos teores de clorofila no tratamento com inoculante e 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N. Estudos evidenciam que doses superiores a 50 kg.ha<sup>-1</sup> implicam na atividade das bactérias na rizosfera. No presente estudo não foi observado diferença ( $P > 0,01$ ) entre os tratamentos com e sem inoculante para as variáveis estudadas na (Tabela 6). A proximidade das unidades experimentais também pode ter exercido influência nos resultados obtidos. Segundo Oliveira et al (2007), é possível que ocorra uma “infecção”



dos tratamentos pela proximidade dos vasos ao utilizar o método de reinoculação via spray.

**Tabela 6.** Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* e diferentes correções de solo sobre o índice SPAD (SPAD), teor de clorofila a (CLOA), teor de clorofila b (CLOB), carotenoides (CARO), clorofila total (CLOT) e razão clorofila a/b (RZAB) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Variável	Inoculante		Correção				Valor de P		
	Sem	Com	S/ CORR	CAL	NPK	CAL+NPK	INOC	CORR	INOCxCORR
SPAD	27,0 <sup>a</sup>	28,0 <sup>a</sup>	26,7 <sup>a</sup>	26,6 <sup>a</sup>	28,0 <sup>a</sup>	28,8 <sup>a</sup>	0,0831	0,0238	0,3234
CLOA	1,881 <sup>a</sup>	1,936 <sup>a</sup>	1,976 <sup>a</sup>	1,862 <sup>a</sup>	1,935 <sup>a</sup>	1,861 <sup>a</sup>	0,4080	0,5366	0,0334
CLOB	0,041 <sup>a</sup>	0,042 <sup>a</sup>	0,038 <sup>b</sup>	0,041 <sup>ab</sup>	0,043 <sup>a</sup>	0,045 <sup>a</sup>	0,3862	0,0002	0,3367
CARO	0,062 <sup>a</sup>	0,060 <sup>a</sup>	0,069 <sup>a</sup>	0,060 <sup>b</sup>	0,058 <sup>b</sup>	0,055 <sup>b</sup>	0,2208	<0,0001	0,1361
CLOT	1,922 <sup>a</sup>	1,978 <sup>a</sup>	2,013 <sup>a</sup>	1,903 <sup>a</sup>	1,978 <sup>a</sup>	1,906 <sup>a</sup>	0,4024	0,5711	0,0329
RZAB	46,36 <sup>a</sup>	46,69 <sup>a</sup>	53,05 <sup>a</sup>	45,31 <sup>b</sup>	45,71 <sup>b</sup>	42,040 <sup>b</sup>	0,8554	0,0012	0,2720

S/ CORR= Sem correção de solo; CAL= Uso de calagem; NPK= Uso de NPK; CAL+NPK= Uso de Calagem e NPK; INOC = Inoculante; CORR = Tipo de correção do solo; INOCxCORR = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra em linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,01).

Pinc et al. (2020) observaram crescimento linear do índice de clorofila em *Brachiaria brizantha* conforme o aumento da dose de N (0, 50 e 75 kg.ha<sup>-1</sup>), sem efeito do inoculante sobre os teores de clorofila. Uma maior síntese de clorofila ocorre de acordo à absorção e assimilação do nitrogênio, logo, maior índice SPAD para o teor de clorofila total em função da aplicação de *Azospirillum brasilense* (Souza, 2014). Costa et al. (2008) ao avaliarem doses de nitrogênio em pastagens concluíram que quanto maior a dose de adubação nitrogenada maiores são os valores de índice de clorofila. Estudos demonstram que BPCP promovem o desenvolvimento das plantas devido à capacidade em aumentar o teor de clorofila, maior atividade enzimática, melhora a absorção de N e maior teor de nutrientes disponíveis na rizosfera (Li et al., 2020).

Com relação aos efeitos sobre a morfogênese, não foi observado resultado significativo (P>0,01) para a interação INOCxCORR (Tabela 7). O uso do inoculante não exerceu efeito positivo para nenhuma das variáveis estudadas na (Tabela 7). O tipo de correção do solo exerceu efeito significativo (P<0,01) para todas as variáveis da (Tabela 7), exceto o número de folhas vivas, que não apresentou valor significativo (P>0,01) para nenhum dos fatores testados. O uso da calagem mais NPK promoveu maior desenvolvimento da planta em altura, densidade de perfilho, alongamento de colmo, alongamento de folha, quantidade e tamanho médio final da folha. Alexandrino et al. (2005) avaliando as características morfológicas e estruturais do *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes doses de N (0, 45, 90, 180 e 360 mg.dm<sup>-3</sup>) e duas

frequências de corte (14 e 28 dias), observaram diferença de perfilhamento ao longo do tempo de rebrota em relação ao suprimento de nitrogênio, indicando que as plantas não adubadas com N quase não perfilharam ao longo do tempo. Estes resultados corroboram com o do presente estudo, no qual obteve três vezes mais perfilhos com o uso do nitrogênio presente no NPK.

**Tabela 7.** Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* e diferentes correções de solo sobre o desenvolvimento e crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Variável	Inoculante		Correção				Valor de P		
	Sem	Com	S/ CORR	CAL	NPK	CAL+NPK	INOC	CORR	INOCxCORR
ALTPE	68,2 <sup>a</sup>	72,2 <sup>a</sup>	61,0 <sup>b</sup>	64,2 <sup>b</sup>	77,1 <sup>a</sup>	78,5 <sup>a</sup>	0,0263	<0,0001	0,0548
ALTD	39,4 <sup>a</sup>	41,8 <sup>a</sup>	32,8 <sup>c</sup>	37,4 <sup>b</sup>	46,9 <sup>a</sup>	45,3 <sup>a</sup>	0,0179	<0,0001	0,0205
PERF	24,6 <sup>a</sup>	22,4 <sup>b</sup>	10,2 <sup>c</sup>	17,4 <sup>b</sup>	31,8 <sup>a</sup>	34,6 <sup>a</sup>	0,0045	<0,0001	0,0220
TALC	0,3 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,2 <sup>c</sup>	0,3 <sup>bc</sup>	0,4 <sup>a</sup>	0,4 <sup>ab</sup>	0,2157	<0,0001	0,3172
TALF	3,0 <sup>a</sup>	3,2 <sup>a</sup>	1,8 <sup>c</sup>	2,7 <sup>b</sup>	3,9 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	0,0332	<0,0001	0,3454
TAPF	0,11 <sup>a</sup>	0,11 <sup>a</sup>	0,09 <sup>c</sup>	0,10 <sup>b</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,1638	<0,0001	0,4975
FIL	10,4 <sup>a</sup>	9,8 <sup>a</sup>	12,3 <sup>a</sup>	11,1 <sup>b</sup>	8,5 <sup>c</sup>	8,5 <sup>c</sup>	0,0348	<0,0001	0,6193
NFV	4,2 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	0,4024	0,2936	0,3402
DVF	42,5 <sup>a</sup>	38,3 <sup>a</sup>	50,0 <sup>a</sup>	46,4 <sup>a</sup>	33,4 <sup>b</sup>	31,8 <sup>b</sup>	0,0477	<0,0001	0,2701
TSEF	0,5 <sup>a</sup>	0,6 <sup>a</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,6 <sup>ab</sup>	0,8 <sup>a</sup>	0,0547	0,0002	0,9293
CFL	36,3 <sup>a</sup>	35,4 <sup>a</sup>	30,1 <sup>b</sup>	33,3 <sup>b</sup>	39,7 <sup>a</sup>	40,5 <sup>a</sup>	0,3338	<0,0001	0,7124

ALTPE= Altura da planta esticada, em cm; ALTD= Altura do dossel, em cm; PERF= densidade de perfilho, em n°/vaso; TALC= Taxa de alongamento de colmo, em cm/dia; TALF= Taxa de alongamento de folha, em cm/dia; TAPF= Taxa de aparecimento de folha, em n° folha/dia; FIL= Filocrono, em dia/folha; NFV= Número de folhas vivas; DVF= Duração de vida da folha, (FIL\*NFV); TSEF= Taxa de senescência de folha, em cm/dia; CFL= Comprimento médio final da folha, em cm. S/ CORR= Sem correção de solo; CAL= Uso de calagem; NPK= Uso de NPK; CAL+NPK= Uso de Calagem e NPK; INOC = Inoculante; CORR = Tipo de correção do solo; INOCxCORR = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra em linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,01).

A interação (INOCxCORR) foi significativa (P<0,01) para a razão folha:colmo (Tabela 8). Esse resultado pode ser explicado devido ao atraso do crescimento das plantas do tratamento controle, em consequência da baixa fertilidade do solo.

**Tabela 8.** Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* e diferentes correções de solo sobre a razão folha:colmo em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Inoculante	Tipo de correção			
	Sem correção	Calagem	NPK	Calagem+NPK
Sem	8,6 <sup>Aa</sup>	5,0 <sup>Abc</sup>	3,7 <sup>Abc</sup>	3,0 <sup>Ac</sup>
Com	3,7 <sup>Ba</sup>	3,9 <sup>Aa</sup>	2,6 <sup>Aa</sup>	2,9 <sup>Aa</sup>
CV(%)	23,06			

CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,01).

Resultados observados também pela PMV, PMS (Tabela 3) e morfogênese (Tabela 7), onde no geral, o tratamento controle apresenta menores valores de produção

e desenvolvimento da planta, principalmente na altura da planta, comprimento de colmo, comprimento de folha, perfilhamento e uma maior duração de vida da folha. A duração de vida da folha é determinada pelo surgimento de novas folhas e a senescência de folhas existentes. Deste modo, entende-se que a *Brachiaria brizantha* em solo de baixa fertilidade, sem correções e uso de inoculante, não consegue potencializar o seu desenvolvimento, principalmente, o surgimento de folhas devido à inexistência e disponibilidade de minerais necessários para seu metabolismo.

O uso do inoculante foi inferior para a razão folha:colmo dentro do tratamento controle, por promover maior altura da planta, principalmente, pela maior taxa de alongamento de colmo, mesmo que este resultado não tenha diferença estatística ( $P > 0,01$ ), a quantidade de colmo disponível acima da linha de corte influenciou no cálculo. Duarte et al. (2020) encontraram aumento na produção de colmo por algumas BPCP, constataram também que a razão folha:colmo se manteve igual ou superior ao tratamento sem inoculante. De maneira geral, as BPCP elevam a produção de fitohormônios que são responsáveis pela produção de raiz e parte aérea, proporcionando então uma maior produção de folha e colmo (Dobbelaere, et al. 2002; Taiz & Zeiger 2009).

## 8. CONCLUSÃO

A inoculação de *Azospirillum brasilense* associada à correção do solo, na forma de calagem mais NPK, promove melhoria, principalmente, na produção da parte aérea e de raízes, com pouca alteração na composição bromatológica e nos pigmentos da *Brachiaria brizantha* cultivada em casa de vegetação.

## 9. REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, E.; DO NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; MOSQUIM, P.R.; ROCHA, F.C.; DE PAULA SOUZA, D. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.27, n.1, p.17-24, 2005.

ALVAREZ V.; V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais (CFSMG). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. **5ª aproximação**, Viçosa, 1999.

BARASSI, C.A.; SUELDO, R.J.; CREUS, C.M.; CARROZZI, L.E.; CASANOVAS, W.M.; PEREYRA, M.A. **Potencialidad de *Azospirillum* en optimizar el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas**. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum spp.*: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, p.49-59, 2008.

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

CAIRO, P.A.R.; OLIVEIRA L.E.M. de; MESQUITA A.C. Análise de Crescimento de Plantas. Vitória da Conquista: **Edições UESB**, 2008.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, n.30, p.1837-1856, 2001.

CECATO, U.; PEREIRA, L.A.F.; JOBIM, C.C.; MARTINS, E.N.; BRANCO, A.F.; GALBEIRO, S.; MACHADO, A.O. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.3, p.399-407, 2004.

COSTA, K.A.D.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.D.; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E.D.C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu: I- alterações nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p.1591-1599, 2008.

COSTA, N.L. Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia. Porto Velho: **Embrapa Rondônia**, 2004.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ A. BERCHIELLI, T.; SALIBA, E; AZEVEDO, J. Métodos para análise de alimentos – **INCT – Ciência Animal**. Instituto Nacional de Ciência Tecnologia de Ciência Animal. Cap. 15, 2012.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Response of agronomically important crops to

inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant and Physiology**, v. 28, n. 9, p. 871-879, 2001.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; TRY, A.; PTACEK, D.; OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.36, p.284-297, 2002.

DUARTE, C.F.D.; CECATO, U.; HUNGRIA, M.; FERNANDES, H. J.; BISERRA, T. T.; MAMÉDIO, D.; GALBEIRO, S.; NOGUEIRA, M.A. Inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal em *Urochloa Ruziziensis*. **Research, Society and Development**, v.9, n.8, e630985978, 2020.

HISCOX, J.D.; ISRAELSTAM, G.F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**, v.57, n.12, p.1332-1334, 1979.

LI, H.; QIU, Y.; YAO, T.; MA, Y.; ZHANG, H.; YANG, X. Effects of PGPR microbial inoculants on the growth and soil properties of *Avena sativa*, *Medicago sativa*, and *Cucumis sativus* seedlings. **Soil and Tillage Research**, v.199, p.104577, 2020.

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

PINC, M.M.; JUNIOR, D.A.C.; NETO, M.B.; POLLI, E.; DALMAGRO, M.; DONADEL, G; ALBERTON, O. Crescimento e nutrição da *Urochloa brizantha* cv. Marandu inoculada com bactéria promotora de crescimento vegetal e sob diferentes doses de nitrogênio. **Research, Society and Development**, v.9, n.10, e7309108925-e7309108925, 2020.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A.G. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.

RAMPIM, L.; GUIMARÃES, V.F.; SALLA, F.H.; COSTA, A.C.P.R.; INAGAKI, A. M.; BULEGON, L.G.; FRANÇA, R. Desenvolvimento inicial de plântulas de milho reinoculadas com bactérias diazotróficas. **Research, Society and Development**, v.9, n.5, e24953109, 2020.

SANTOS, W.B. **Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo e nas características do Capim-Braúna**. 2020. 61 fl. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

SAS INSTITUTE. Base SAS 9.4 procedures guide. SAS Institute, 2015.

SOUZA, P.T.D. (2014). **Inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. (Dissertação). Mestrado em Produção Vegetal. Universidade Federal de Goiás, Jataí, Goiás

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848p.

WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v.144, n.3, p.307-313, 1994.