



RODRIGO VIEIRA ALVES

**INCLUSÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO EM PASTAGEM
(*Urochloa brizantha* cv. Marandu) NA AMAZÔNIA OCIDENTAL**

Ji-Paraná

2020

RODRIGO VIEIRA ALVES

**INCLUSÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO EM PASTAGEM
(*Urochloa brizantha* cv. Marandu) NA AMAZÔNIA OCIDENTAL**

Artigo apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito parcial para a conclusão do curso de graduação em Agronomia do Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

Orientador: Prof^o. Msc. Alan Antonio Miotti

Ji-Paraná

2020

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A744 Alves, Rodrigo Vieira.

Inclusão de bactérias solubilizadoras de fósforo em pastagem
(*Urochloa brizantha* cv. Marandu) na Amazônia Ocidental /
Rodrigo Vieira Alves. Ji-Paraná: Centro Universitário São Lucas,
2020.

29 f. : il.

Orientador: Me. Alan Antonio Miotti
Artigo Científico - Graduação em Engenharia Agrônômica –
Centro Universitário São Lucas, Ji-Paraná/RO.

1. Adubação fosfatada. 2. BiomaPHOS®. 3. Forrageiras tropicais.
4. Rizobactérias 5. Amazônia Ocidental. I. Título. II. Miotti, Alan
Antonio.

CDU 631.8

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

RODRIGO VIEIRA ALVES

**INCLUSÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO EM PASTAGEM
(*Urochloa brizantha* cv. Marandu) NA AMAZÔNIA OCIDENTAL**

Artigo apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito parcial para a conclusão do curso de graduação em Agronomia do Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

Orientador: Prof^o. Msc. Alan Antonio Miotti

Ji-Paraná, _____ de 2020.

Avaliação/ Nota:

BANCA EXAMINADORA

: _____

Orientador

Prof^o. Msc. Alan Antonio Miotti

Centro Universitário São Lucas

Membro da Banca

Prof^o. Msc. Marcos Giovane Pedroza de Abreu

Centro Universitário São Lucas

Membro da Banca

Prof^o. Msc. Alisson Nunes da Silva

Centro Universitário São Lucas

INCLUSÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO EM PASTAGEM (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Rodrigo Vieira Alves ¹

RESUMO:

O uso de microrganismos solubilizadores de fosfato (MSP) associados a reduções da fertilização de fosfato tem sido estudado com a finalidade de desenvolver uma técnica segura que possa reduzir a adubação fosfatada em áreas de exploração agrícola e pecuária. Com isso, O objetivo deste trabalho foi aferir o desempenho da forragem do gênero *Urochloa brizantha* cv. Marandu, submetidos à inoculação com cepas *Bacillus subtilis* BRM 2084 e *Bacillus megaterium* BRM 119, (BiomaPHOS®), associada à diferentes adubações fosfatadas, na cidade de Ji-Paraná – RO. A condução do ensaio foi realizada no campo experimental da Universidade São Lucas de Ji-Paraná. O experimento foi em delineamento de blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições. Foram aplicados os tratamentos: Controle, adubação fosfatada completa, sem inoculação (AduSBP), sem adubação com fósforo, com inoculação (0 AduBP), adubação fosfatada com 50% do recomendado, com inoculação (50 AduBP), e adubação completa de P, com inoculação (100 AduBP). Massa seca (MS), número de perfilho (NP), número de folhas por perfilho (NFP) e altura do dossel (AD), disponibilidade de P na rizosfera (DPR), pH da rizosfera (PHR) Proteína bruta (PB), teores de fósforo foliar (FF). Foi aplicado o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Constatou-se, que a inclusão de bactérias solubilizadoras de fósforo causou aumento de produção e aspectos morfológicos, no tratamento 50AduBP o desempenho da forragem foi próximo ao AduSBP, sendo necessários estudos mais aprofundados para recomendação da técnica com maior segurança.

Palavras-chave: Adubação fosfatada. BiomaPHOS®. Forrageiras tropicais. Rizobactérias.

ABSTRACT:

The use of phosphate solubilizing microorganisms (MSP) associated with reductions in phosphate fertilization has been studied in order to develop a safe technique that can reduce phosphate fertilization in agricultural and livestock areas. Thus, the objective of this work was to measure the performance of the forage of the genus *Urochloa brizantha* cv. Marandu, subjected to inoculation with strains *Bacillus subtilis* BRM 2084 and *Bacillus megaterium* BRM 119, (BiomaPHOS®), associated with different phosphate fertilizers, in the city of Ji-Paraná - RO. The trial was conducted in the experimental field of Universidade São Lucas de Ji-Paraná. The experiment was in a randomized block design, with 5 treatments and 4 repetitions. The following treatments were applied: Control, complete phosphate fertilization, without inoculation (AduSBP), without phosphorus fertilization, with inoculation (0 AduBP), phosphate fertilization with 50% of the recommended, with inoculation (50 AduBP), and complete P fertilization, with inoculation (100 AduBP). Dry mass (DM), number of tillers (NP), number of leaves per tiller (NFP) and canopy height (AD), Availability of P in the rhizosphere (DPR), pH of the rhizosphere (PHR) brute protein (PB), levels of leaf phosphorus (FF). The Scott-Knott test was applied at 5% probability. It was found, that the inclusion of phosphorus solubilizing microorganisms caused increased production and morphological, the treatment 50AduBP performance forage was close to AduSBP being needed further studies for technical recommendation with greater safety.

Keywords: Phosphate fertilization. BiomaPHOS®. Tropical forages. Rhizobacteria.

¹ Rodrigo Vieira Alves, graduando em agronomia do Centro Universitário São Lucas, 2020.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o detentor do segundo maior rebanho bovino do mundo, o maior rebanho comercial, e atualmente é o mais importante exportador de carne de bovina, detentor de um rebanho de 214,7 milhões de animais, sendo que aproximadamente 87% dessa totalidade é manejada tendo a forragem como principal fonte alimentar, tornando este um recurso fundamental para a cadeia pecuária. O estado de Rondônia é o sexto maior produtor pecuário, com aproximadamente 6 milhões de hectares de pastagens que são usadas na pecuária (ABIEC, 2019; ASSIS, 2017).

Em sistemas extensivos os ruminantes retiram da pastagem todos os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento e ganho de peso, com ampla maioria do emprego do Marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) por causa da sua adaptabilidade (Barcelos et al., 2011). Estes métodos são em sua maioria adotados na pecuária de corte onde pelo grande fluxo de animais o produtor acaba optando pelo pastejo contínuo, uma boa opção para praticidade, mas que não vem sendo bem manejada, já que, aproximadamente 70% das pastagens estão em algum nível do processo de degradação (TAVARES et al., 2008; DIAS-FILHO, 2017).

A degradação da forragem é ocasionada pela perda da fertilidade do solo, uma vez que quando a cultura é mal manejada, e não tem uma reposição dos nutrientes que são exportados pelos bovinos, ela perde vigor, e capacidade de suporte, facilitando o desenvolvimento de plantas invasoras que por sua vez aumentam a competição por nutrientes, provocando futuramente uma série de processos erosivos dificultando ainda mais a recuperação dessa pastagem (DIAS-FILHO, 2011). Solos deficientes em P promovem crescimento lento, plantas de porte pequeno, com poucos perfilhos, e insuficiente teor de proteína bruta para a alimentação animal diminuindo a produção de massa vegetal prejudicando consequentemente a rentabilidade do sistema (HERLING e LUZ, 2001, Apud SANTOS, 2011).

Os Inoculantes solubilizadores de fósforo realizam uma associação com o sistema radicular da planta alvo, possibilitando um melhor aproveitamento do fósforo no solo, ou oriundo da adubação inorgânica gerando uma grande amplitude de possibilidades (OLIVEIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013; BIOMA, 2019). Pode ser possível melhorar a produção de pastagem, visando o aumento do lucro através do incremento na produção pela colaboração de microrganismos, e

consequentemente influenciando na produtividade, tornando necessário estudos mais aprofundados das aplicações destes recursos na região.

A inoculação de pastagens na região da Amazônia ocidental, podem proporcionar um maior desenvolvimento das forrageiras proporcionar um incremento tecnológico na pecuária, melhorando a produtividade, influenciando um novo marco no avanço biotecnológico, onde estes microrganismos podem ser aplicados não apenas na agricultura altamente profissional, mas também na cadeia produtiva da carne bovina, transformando-se num sistema ainda mais moderno e rentável.

Este produto pode ser capaz de reduzir custos com insumos, redução na necessidade de abertura de novas áreas para a produção de carne bovina, menor utilização de adubos minerais, acréscimo na produção e possibilitar maior sustentabilidade com menores impactos ambientais na pecuária, da mesma forma que tem sendo aplicado na agricultura com maior aproveitamento do potencial produtivo de culturas como soja, milho, feijão e arroz, culturas que são base da alimentação e da economia. Desta forma poderá fornecer medidas para recuperar pastagens degradadas, sendo um fator limitante ao produtor rural e ao cenário agropecuário brasileiro.

A cerca disto, este trabalho tem como objetivos: Avaliar o efeito da inoculação de bactérias solubilizadoras de fósforo com as cepas *Bacillus subtilis* BRM 2084 e *Bacillus megaterium* BRM 119, (BiomaPHOS®), em pastagem (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) no estado de Rondônia; Verificar a influência das diferentes porcentagens de adubação fosfatada no desempenho da forragem e viabilidade econômica na aplicação desta tecnologia; Aferir aspectos morfológicos da forragem intimamente ligados a capacidade de suporte do inoculante e a produtividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Produção de pastagem

A pecuária vem demonstrando todo o seu potencial gerando no ano de 2019 o total de 618,5 bilhões com participação de 8,5% do total do PIB brasileiro (ABIEC, 2019; MAPA, 2020; ADAMI, 2020). As estimativas são que o agronegócio contribuirá ainda mais para economia, mesmo em meio a pandemia, com uma redução do PIB, o desempenho do setor tende a se destacar positivamente sendo um recurso estratégico (RIBEIRO et al., 2020).

Em Rondônia a principal atividade econômica a pecuária de corte e com aproximadamente de 14 milhões de cabeças, tendo o clima perfeito para desenvolver a cultura (PEREIRA, 2015). Em 2019 o estado foi responsável pelo abate de 2,5 milhões de bovinos fechando o ano como o 5º maior produtor de carne, em 2020 o total de abates de bovinos no estado de Rondônia foi de 1.7 milhões até o mês de setembro sendo o 3º colocado a nível nacional (MAPA, 2020).

As pastagens são a principal fonte de alimento na dieta de animais ruminantes. Além de proteína e energia, os alimentos fornecem a fibra necessária para melhorar a ruminação e saúde ruminal. (AGUIAR, 1999). As gramíneas forrageiras emitem de forma ininterrupta uma grande quantidade de folhas e perfilhos, responsáveis pela reposição da área foliar pós-pastejo, assegurando a perenidade dessa cultura e sua importância econômica (DIAS-FILHO, 2012). Porém, a perda de vitalidade e da capacidade de rebrote das plantas, transforma um dos sistemas mais baratos de produção da carne bovina em um problema que reduz sua capacidade de intensificar a produção (AGUIAR, 1999; VIEIRA-FILHO, 2016; DIAS-FILHO, 2017).

Segundo Dias-Filho, (2010), o principal objetivo da pecuária moderna é intensificar a produção de pastagens, produzir maiores quantidades de carne em áreas menores de pastagem, para o pecuarista atingir mercados específicos. A recuperação de pastagens degradadas deve ser a prioridade nesse processo de modernização e permitindo uma maior produtividade sem expandir as áreas de pastagem (DIAS-FILHO, 2011).

O incremento da produtividade e a proteção ambiental são os pilares centrais da intensificação, em conjunto a um crescente mercado mundial por proteína animal sustentável, isto só será possível com o desenvolvimento de novas técnicas de recuperação com menores custos tornando o processo mais atraente para o produtor (DIAS-FILHO, 2017).

1.2. *Urochloa brizantha* cv. Marandu

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu, também conhecida como “Braquiarião”, representa a forrageira mais plantada, pertencente da família *Poaceae*, essa planta é originária na região dos grandes lagos no leste africano, sua região de origem apresentava condições climáticas tropicais similares aos no Brasil (SOUZA, 2014).

O melhoramento do gênero “Brachiaria” representou um grande avanço na pecuária brasileira, com a ocupação de áreas tropicais, por sua baixa necessidade nutricional e rusticidade, estas, características fazem com que essa forragem possa ser empregada indefinidamente na alimentação de ruminantes (FAGUNDES et al., 2006 GOMES; FEIJÓ; CHIARI, 2017)

A *Urochloa brizantha* é uma gramínea muito resistente com uma produção oscilando de 8 a 12 Ton.Ha⁻¹ ano dependendo da cultivar, que pode adaptar-se a climas adversos, se cresce bem e solos com fertilidade de média a baixa, suas cultivares apresentam crescimento decumbente em forma de touceiras (CUNHA, 2014). O processo de pastejo e, portanto, o desempenho animal e a produtividade são afetados pelos componentes relacionados à arquitetura e pela proporção dos componentes morfológicos sendo importante correlacionar estes aspectos com o desenvolvimento sustentável da atividade pecuária (DIAS-FILHO, 2011).

Proporcionam atributos como uma excelente capacidade de rebrote e tolerância a cigarrinha das pastagens (ALONSO e COSTA, 2017; FIGUEIREDO et al., 2020). Em relação à altura de entrada, pode ser usado de 40 a 35 cm e saída com 20 a 15 cm de altura os ganhos de peso podem variar de 450 a 600 g/animal/dia. No entanto dentro do grupo das “brachiarias” o Marandu é considerado uma das mais rústicas e com menor produção já que pode se adaptar a solos com pouca fertilidade (COSTA et al., 2001; EMBRAPA, 2014).

1.3. Adubação fosfatada

O fósforo é exigido em menor quantidade pelas plantas quando comparado ao nitrogênio e ao potássio, sendo o mais demandado em adubação no Brasil. Tem uma baixa mobilidade no solo, é absorvido no sistema radicular por difusão (MALAVOLTA, 2006; DIAS-FILHO, 2011; DIAS, et al., 2015). É o único aplicado em quantidades superiores a necessidade das culturas, devido a fixação ou “fome” que o solo tem por este elemento, provocando um acúmulo deste nutriente (AGUIAR, 2019).

O fósforo é um dos macronutrientes mais exigidos para garantir uma boa produtividade para a grande maioria das culturas agrícolas (ROSA; CAPONI; ZANÃO JUNIOR, 2016). Entretanto, Malavolta (2006), afirma que uma grande parte do fósforo está adsorvido a argila, cálcio e alumínio, sendo P não lábil que não pode

ser absorvido pelo sistema radicular, provocando massivas e sucessivas aplicações deste nutriente aumentando os custos produtivos.

De acordo com Malavolta (2006), o fósforo atua na aceleração e formação de raízes e auxilia no pegamento da florada e maiores teores matéria orgânica. A eficiência da utilização de fósforo em pastagem é evidente em todas as regiões de desenvolvimento pecuário. Dias et al. (2015), verificaram maior produtividade de matéria seca, com o uso de fosfatos solúveis (superfosfato simples), evidenciando ainda maior participação das espécies introduzidas na produção de carne bovina através do fornecimento de nutrientes aos bovinos, fortalecendo assim a necessidade de adubação das áreas pastoris e implementação de novas tecnologias ligadas a nutrição de pastagem.

1.4. Inoculação de pastagem

Inoculantes são produtos que possuem em sua composição microrganismos capazes de beneficiar o desenvolvimento de diferentes espécies vegetais. (FUKAMI; CERZIN; HUNGRIA, 2018). Somente após a redescoberta do gênero *Azospirillum* por Döbereiner & Day (1975), os cientistas no mundo todo mostraram interesse na associação dos diazotrofos com as gramíneas (MARIN; BALDANI; TEIXEIRA; BALDANI, 1999). O uso de inoculantes estão cada vez mais incentivados, graças aos preços dos fertilizantes (SANTOS; NOGUEIRA; HUNGRIA, 2019).

Mesmo que os efeitos dos inoculantes sejam conhecidos, a inoculação é pouco usada em pastagens, pois não ocorre simbiose e sim uma colonização da rizosfera tornando estes microrganismos menos eficientes quanto a disponibilidade de nutrientes (HUNGRIA, 2011).

As rizobactérias que habitam o solo e são promotoras do crescimento de plantas (RPCPs) são com frequência isoladas da rizosfera de diversas plantas cultivadas com a intenção de desenvolver novas pesquisas. Entre os gêneros mais estudados, destacam-se: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum* e *Rhizobium*. Sruthilaxmi e babu, (2017), corroboram que para a definição do sucesso da pesquisa de um inoculante no campo agrícola, deve ser avaliado não apenas pela sua capacidade de sobreviver e de multiplicar, mas também pelos efeitos interativos com o bioma nativo e suas respectivas consequências, este aspecto reforça ainda mais a necessidade de uma amplitude de ensaios científicos em diferentes climas e biomas.

Os microrganismos diazotróficos de vida livre são capazes de contribuir com o crescimento vegetal através da liberação de nutriente e também por alterações fito hormonais, ocasionado uma maior absorção de recursos, sendo possível apenas por causa das mudanças no metabolismo das plantas culminando no maior desenvolvimento dos tecidos provocados pela liberação de auxinas e citocininas (NUNES, et al., 2015). Normalmente são inoculadas e co-inoculadas RPCPs em soja, feijão, algodão milho, trigo, e arroz, recentemente em forragens do gênero *Urochloa* uma consequência do avanço e profissionalização da cadeia pecuária (MOREIRA, et al., 2010; BARBOSA, 2011; ARAUJO et al., 2012; PEDREIRA, et al., 2017).

A inoculação com rizobactérias do gênero *Bacillus* e *Azospirillum* em pastagem podem demonstrar um aumento de massa seca, crescimento radicular, densidade de perfilhos e altura de dossel, com amplo potencialidade para se tornar uma técnica aplicável, principalmente com o foco reduzir os efeitos da falta de recursos hídricos e de baixa oferta de fertilizantes (ITZIGSOHN et al., 2000; ARAUJO et al., 2012; FERNANDES, 2016).

Segundo Hungria (2011), a prática somente de bactérias associativas ainda não tem capacidade de atender as necessidades nutricionais, porque sua aptidão de fixação biológica depende de diversos fatores e a ciclagem de nutrientes e apenas o excedente do utilizado em seu metabolismo. Tornando necessário a adição de fertilizantes, em menor escala, para atender a exigências da cultura.

O aumento na produção de grãos varia de 10 a 35% quando se aplica a fixação de nitrogênio e o uso de solubilizantes de fosfato, o que pode resultar em aumentos significativos ao se focar na produção em massa, chegando a uma variação de 20% a 45% (SRUTHILAXMI; BABU, 2017).

1.5. Solubilização de Fosfato

Uma alternativa para reduzir os custos com fertilizantes fosfatados é o uso de fosfatos naturais, mas estes são caracterizados por sua baixa solubilidade. Uma maneira de contornar esse problema é a aplicação de microrganismos com a capacidade de dissolver essa fonte de fósforo (OLIVEIRA et al., 2009; GOMES et al., 2011; ARAUJO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013; MASSENSINI et al., 2016; PAIVA et al., 2020).

Os processos responsáveis pela solubilização do fósforo consistem na alteração do pH da rizosfera por meio da liberação de prótons resultantes do metabolismo bacteriano, estes prótons uma vez liberados neutralizam o hidrogênio (H), liberado pelas plantas, esta neutralização da solução no solo provoca uma mudança na disponibilidade do P promovendo sua absorção. No entanto, a solubilização de fosfato não se limita apenas a este procedimento, também podendo liberar ácidos orgânicos entre eles os principais são os ácidos orgânicos aniônicos (AOA) por realizarem uma complexação com H e Al, aumentam a disponibilidade de cálcio, provocando um efeito em cadeia liberando o fósforo que antes estava adsorvido nos coloides da argila, no cálcio e no alumínio, tornando o fósforo que anteriormente era indisponível em P-lábil, solúvel, podendo ser assimilado e absorvido facilmente pela cultura, estas bactérias também podem realizar a mineralização de fósforo da matéria orgânica no solo (fitato) com o uso de enzimas (PAVINATO; ROSOLEM, 2008; OLIVEIRA et al., 2009; GOMES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013; ESTRADA BONILLA, 2015; OLIVEIRA et al., 2016; PAIVA, 2019; PAIVA et al., 2020).

Poucos estudos foram desenvolvidos com a inoculação de sementes de pastagens com bactérias do gênero *Bacillus*, entretanto Araújo et al., (2012), selecionaram e distinguiram bactérias do gênero *Bacillus* em rizosfera de *Urochloa brizantha* como promotoras de crescimento, e avaliam os efeitos desses microrganismos sobre atributos bioquímicos e sua influência no desenvolvimento da pastagem em casa de vegetação, o trabalho demonstrou que a inoculação de rizobactérias qualificadas como *Bacillus* sp. e podem promover o crescimento das plantas quando inoculadas previamente nas sementes.

A capacidade de solubilização ou mobilização não se limitam apenas as rizobactérias, mas também a alguns fungos como os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são capazes de produzir ácidos orgânicos considerados eficientes solubilizadores de fósforo, além disso, podem solubilizar P proveniente de fertilizantes fosfatados, mas no entanto não são viáveis em sistemas agrícolas devido a seu ciclo de desenvolvimento mais lento do que as rizobactérias (COUTINHO et al., 2012).

Segundo Turan et al. (2012), em estudo de inoculação com cepas simples de *Bacillus* sp. ou múltiplas de RPCPs nos processos de solubilização de fósforo (P) no solo e na produtividade de grãos em trigo, identificaram que o uso de apenas uma

cepa de rizobactéria pode não gerar um nível satisfatório no rendimento de determinadas culturas a campo e obtém uma menor eficiência na solubilização do P, pois de acordo com os mesmos em uma lavoura ou uma área produtiva podem ocorrer diversos fatores que podem interferir na produtividade causando uma série de estresses nos microrganismos.

Ainda sobre o estudo anteriormente citado, eles demonstraram que a inoculação de sementes com cepas de RPCP mistas pode substituir efetivamente uma parte da aplicação de fertilizante P na produção de trigo, influenciando não apenas sua produtividade, mas também seu desenvolvimento vegetativo, podendo ter similaridades entre diversas culturas. Sendo as espécies com maiores taxas de produção e melhor eficiência na solubilização de P no solo foram *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, as mesmas espécies de rizobactérias alvos do atual estudo (TURAN et al., 2012).

No que se refere à solubilização do P por microrganismos, os estudos devem ser realizados não só para a identificação de grupos com esse potencial, mas também diretamente para a análise de seu desempenho em campo, reduzindo a fixação de fosfato e aumentando o rendimento dos fertilizantes aplicados no solo (ZAIDI, et al., 2009; CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

1.6. BiomaPHOS®

A necessidade de emprego de fertilizantes para atender à exigência das culturas reflete em uma maior importação, pois a maioria dos fertilizantes fosfatados são extraídos em outros países como por exemplo o Marrocos. A crescente demanda dos adubos importados contribuem para o acréscimo dos custos de produção no país (FARMNEWS, 2019).

De acordo com, dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA) (2019), o valor médio da tonelada de fertilizantes fosfatados aumentou em média 8,6% se comparado a 2018. E o segundo o levantamento da SCOT consultoria (2020), os preços de fertilizantes devem aumentar chegando a acréscimos de 9,5%, isso se dá pelo aumento do câmbio comercial do dólar frente ao real, gerado pela crise comercial devido a pandemia, e o aumento da demanda e produção alimentícia (RIBEIRO, 2020). Ou seja, em apenas duas safras houve um acréscimo de 18,1% nos preços de adubos com fosfatos, a tendência é apenas aumentar com a alta demanda de fertilizantes fosfatados para abastecer a cadeia produtiva.

Tornando isso um agravante no setor produtivo causando uma dependência exclusiva do mercado de importação colocando a produção nacional em uma série de riscos no mercado, se agravando ainda mais pela disposição de aumento de preços pela lei de oferta e demanda. Corroborando com isso Paiva (2019), afirma que metade do fósforo aplicado na agricultura nos durante 50 anos está adsorvido no solo, em valores atuais de aproximadamente US\$ 120 bilhões, o acesso a toda essa reserva de fósforo pode auxiliar o produtor a uma possível escassez futura deste macronutriente.

O inoculante BiomaPHOS® atua na solubilização, mobilização e mineralização do fósforo, resultado da parceria público-privada entre a EMBRAPA com o grupo Simbiose® / Bioma®. Um inoculante líquido, indicado para o tratamento de sementes a campo (*in farm*) ou aplicação via jato dirigido no sulco de plantio (EMBRAPA, 2019). O processo é baseado em duas cepas de bactérias BRM 119 (*Bacillus megaterium*) e BRM 2084 (*Bacillus subtilis*) elas colonizam a rizosfera da planta liberando o fósforo adsorvido nos coloides, alumínio e cálcio, além de que, as mesmas podem retirar o fósforo da matéria orgânica através da liberação de ácido fítico no solo (OLIVEIRA et al., 2009; GOMES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016).

Experimentos na cultura do milho, soja, feijão e trigo conduzidos em diversas regiões brasileiras demonstraram um incremento máximo na produção de grãos de aproximadamente de 15, 8, 5, 3 sacas, respectivamente, podendo ser estendido a demais culturas com o avanço de testes e ensaios científicos. Sendo uma tecnologia recente na cadeia produtiva pouco se sabe de suas aplicações em diversas culturas no território brasileiro e também suas particularidades em diferentes biomas (OLIVEIRA et al., 2009; GOMES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016; EMBRAPA, 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

1.7. Localização

O experimento foi conduzido a campo na área experimental localizada no Centro Universitário São Lucas (UniSL), no município de Ji-Paraná-RO, situado nas coordenadas geográficas: latitude 10°52'53" Sul e longitude 61°30'45" Oeste, com altitude de 159 metros.

O Clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, caracterizado por ser quente e úmido com pluviosidade média anual entre 2.000 e 2.300 mm, temperaturas elevadas o ano todo (24 a 27°C) e curta estação seca, com precipitação inferior a 100 mm, de dois a três meses, entre junho e agosto. O mês mais frio sempre superior a 18°C e temperaturas máximas absolutas que atingem os 37°C (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; NIMER, 1989). A vegetação natural da região é a Floresta Amazônica (ABSY e VAN DER HAMMEN, 1976).

1.8. Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento blocos casualizado (DBC), com o experimento sendo dividido com 5 tratamentos de adubação fosfatada, com 4 blocos (tabela 2), com a finalidade de avaliar o desempenho dos inoculantes e sua interação com a forragem.

Os tratamentos são (tabela 1): (controle), tratamento não recebera nenhum tipo de adubação ou inoculação; adubação completa de fósforo, no entanto sem inclusão de inoculantes (AduSBP); adubação com 0% da dose recomendada de P_2O_5 com inclusão de inoculante (0AduBP); adubação com 50% da dose recomendada de P_2O_5 com inclusão de inoculante (50AduBP); adubação completa de P_2O_5 com inclusão de inoculante (100AduBP).

Tabela 1: Tratamentos com teste do BiomaPHOS®, com doses de P variando de acordo com a recomendação técnica. (Ensaio 2).

Tratamento	Dose de P_2O_5	Condição
Controle	0 %	Sem inoculação
AduSBP	100 %	Sem inoculação
0 AduBP	0 %	Com inoculação
50 AduBP	50 %	Com inoculação
100 AduBP	100 %	Com inoculação

Dose técnica 90 Kg.Ha⁻¹ de P_2O_5 (RIBEIRO et al., 1999) e 100 mL.Ha⁻¹ BiomaPHOS® (BIOMA, 2019).

Tabela 2: Croqui da disposição dos tratamentos.

BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BLOCO 4
Controle	Controle	50AduBP	Controle
AduSBP	50AduBP	Controle	100AduBP
50AduBP	100AduBP	AduSBP	0AduBP
100AduBP	0AduBP	100AduBP	50AduBP
0AduBP	AduSBP	0AduBP	AduSBP

Fonte: Autor, 2020

Todos os dados serão avaliados por meio do teste de médias através do teste Scott-Knott a 5% de probabilidade (SCOTT e KNOTT, 1974). Os dados serão avaliados através do software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

1.9. Condução experimental

O experimento teve início a partir de Janeiro/2020. Onde, previamente realizou uma análise de solo numa camada de 0-20 cm, ocorrendo a necessidade, da calagem. Foram realizadas as adubações de acordo com a interpretação da análise de solo e com a relação de cada tratamento.

Tabela 3. Resultados analíticos da amostra de solo utilizado no experimento.

Amostra	pH		P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
	H ₂ O	CaCl ₂	mg/dm ³	cmolc/dm ³				
01	5,49	4,89	2,30	0,29	2,01	1,15	0,00	14,79

Amostra	S ¹	T ²	V ³	m ⁴	Física (g/Kg)		
	cmolc/dm ³		%		Areia	Silte	Argila
01	3,45	6,85	50,36	0,00	730,00	120,00	150,00

(1) Soma de Bases; (2) Capacidade de Troca de Cátions; (3) Saturação de Bases; (4) Saturação de Alumínio. Al, Ca, Mg trocáveis KCl = 1 mol/ L; H + Al pelo método de Acetato de Cálcio; P e K = Melich-1

O experimento foi conduzido no campo, utilizando uma área total de 120 m², e parcelas com 4 m² cada e área útil de 2 m². A semeadura realizada em fevereiro de 2020 em linhas de plantio com espaçamento de 45 cm entrelinhas e 8 Kg.Ha⁻¹ de sementes (DIAS-FILHO, 2012), de modo que nas parcelas serão 2,8 gramas ou aproximadamente 30 semente.

Foram realizados 4 cortes no decorrer da pesquisa sendo o primeiro de uniformização realizado com 30 dias após a emergência e outros três para avaliação, ocorrendo 60, 90 e 120 dias após a emergência, o parâmetro de período de rebrote é definido conforme estudos conduzidos por Costa et al. (2016), que

demonstraram que o tempo ideal para rebrote de “Brachiarias” é de 30 a 42 dias, tendo uma média de 35 como período ideal. Sempre na altura de corte recomendada para a cultura na altura de entrada dos animais com aproximadamente 35 a 40 cm (MOREIRA et al., 2011; SANTOS et al., 2011).

O procedimento de coleta da forragem com o auxílio de um quadrado de 1,0 x 1,0 m e cortada com tesoura de aço à altura de 20 cm da superfície do solo sendo uma altura recomendada para a retirada dos bovinos. Após cada corte de avaliação, realizado o corte de uniformização em todas as parcelas experimentais na mesma altura de corte das plantas avaliadas, sendo retirado da área todo o material de resíduo dessa uniformização

Para a inoculação das sementes foi utilizado uma dose de 100 mL.Ha⁻¹ (OLIVEIRA et al., 2009; BIOMA, 2019). O processo de inoculação no momento do plantio com metodologia de acordo com o recomendado. A adubação variará de acordo com os tratamentos, no entanto, as únicas fontes consistir em a ureia e o cloreto de potássio (KCl), o fósforo será fornecido pela fonte de super fosfato simples. As doses dos demais nutrientes seguirão a recomendação da adubação de acordo com a 5ª aproximação para o Estado de Minas Gerais (1999), obedecendo a filosofia de segurança com a dose técnica (RIBEIRO et al., 1999; MALAVOLTA, 2006).

1.10. Variáveis

- **variáveis avaliadas:** massa de matéria seca (MMS), massa de matéria verde (MMV), número de perfilhos (NP), número de folhas vivas por perfilho (NFP), disponibilidade de P na rizosfera (DPR), pH da rizosfera (PHR), Proteína bruta (PB) e teores de fósforo foliar (FF).

A coleta de forragem para determinação de matéria verde e matéria seca é estimada pelo método de coleta do metro quadrado sendo coletado no centro de cada parcela, a fim de evitar a bordadura em todos tratamentos.

O material resultante do corte da pastagem condicionado em sacos plásticos, identificados e encaminhados para laboratório e então pesados para se obter valores de massa de matéria verde (MMV), posteriormente acondicionados em sacos de papel pardo, identificados, levados a uma estufa de ventilação forçada, a 65 °C por 72 horas para secagem e pesadas com a finalidade de obter a massa de matéria seca (MMS). As amostras, moídas em moinho tipo Willey, em peneiras com

crivo de um milímetro e armazenadas e identificadas em sacos plásticos e realizado as análises de Proteína bruta (PB), teores de fósforo foliar (FF). Os valores obtidos de massa seca e massa verde foram transformados para valores equivalentes em Kg.Ha^{-1} (EUCLIDES, 2009; MARCANTE et al., 2010; ARAUJO et al., 2011; BUENO, 2017).

Os parâmetros de número de perfilhos (NP), e número de folhas vivas por perfilho (NFP) estimados através de contagem do montante por metro quadrado (ZANINE et al., 2011). Os parâmetros bromatológicos de proteína bruta e matéria mineral serão determinados de acordo com a AOAC (1995), e complementado através do Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes (SILVA, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificaram-se resultados expressivos nos tratamentos 50AduBP e 100AduBP obtiveram valores elevados em todas variáveis com relação aos demais estatisticamente (tabela 4 e 5), no entanto, na variável disponibilidade de P na rizosfera (DPR) não teve alterações estatísticas nos tratamentos, a altura do dossel (AD) e número de folhas por perfilho (NFP) apresentaram médias próximas, sendo pouco influenciados pela presença dos microrganismos solubilizadores de fósforo, já o CONTROLE teve resultados inferiores, como esperado.

Tabela 4. Resultado análise das médias das variáveis massa seca (MS), número de perfilho (NP), número de folhas por perfilho (NFP) e altura do dossel (AD), sob diferentes doses de fósforo, com e sem a inclusão de bactérias solubilizadoras de fósforo, em Ji-Paraná (RO), 2020.

Tratamentos	AD (cm)	MS (Kg/ha^{-1})	NP	NFP
Controle	43,41 b	691,48 d	17,02 d	3,35 c
AduSBP	48,06 a	1020,46 b	25,67 b	4,47 a
0 AduBP	47,82 a	870,18 c	22,77 c	4 b
50 AduBP	48,58 a	1035,42 b	27,17 b	4,56 a
100 AduBP	47,74 a	1396,49 a	31,22 a	4,65 a
QM Tratamentos	17,64 ^{ns}	270874,17 ^{**}	112,23 ^{**}	1,16 ^{**}
QM Blocos	44,29 ^{**}	467,54 ^{ns}	13,12 ^{**}	0,38 ^{**}
CV (%)	5,76	5,09	4,88	3,77

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott; CV = coeficiente de variação; **, *, ns – significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

A utilização de 50% da adubação recomendada de P adjunto à inoculação proporcionou uma produtividade adequada da pastagem, mantendo níveis próximos da produção com uma adubação fosfatada completa. Segundo Paiva et al. (2020), em estudo verificando o desempenho do milho (*Zea mays* L.) o emprego de uma redução de 50% da adubação recomendada de P para a cultura, juntamente com a inoculação dos mesmos microrganismos, proporcionaram uma superior ao tratamento com adubação completa sem inoculação, essa diferenciação ocorre pela melhor absorção do fósforo mediante a ação da inoculação e um crescimento morfológico resultado do incremento da atividade hormonal (HUNGRIA, 2011; ARAUJO et al., 2012).

Os resultados obtidos em todas as variáveis pelo tratamento 0AduBP, demonstram que mesmo a inoculação realizando processos bioquímicos melhorando o desempenho da planta, o método é incapaz de substituir toda a adubação, ainda sendo indispensável a deposição de fosfatos. Segundo Hungria (2011), a colonização da rizosfera é menos eficaz quanto a disponibilidade de nutrientes do que processos simbióticos fazendo com que mesmo que tenha sua eficiência comprovada ainda se faz necessário a utilização de fertilizantes.

Apenas a adição do inoculante em conjunto a uma adubação de P total, a produção anual de massa vegetal foi de 36,84% maior em comparação a uma produção de forragem apenas adubada, isso corresponde a uma produção de 16 Ton.Ha⁻¹ de matéria seca por ano, possibilitando uma taxa de lotação de 3,9 UA/ Ha⁻¹/ano, já que atualmente a produção da forragem é de aproximadamente 12 Ton.Ha⁻¹ com uma lotação máxima de 2,4 UA/ Ha⁻¹/ano (DIAS-FILHO, 2012). Sendo este o tratamento com melhores médias em todas as variáveis estudadas e analisadas.

Corroborando com os resultados Turan et al. (2012), avaliaram a inoculação com cepas de *Bacillus* ou múltiplas de rizobactérias nos processos de solubilização de fósforo (P) e no desempenho do trigo, e concluíram que o uso de cepas de *Bacillus* podem promover não apenas uma maior produção de grãos, mas um aumento altamente significativo na produção de massa vegetal com aproximadamente 35% a mais de massa, conseqüentemente melhorando os índices de palha para as próximas safras.

Oliveira et al. (2013), avaliando as aplicações do inoculante solubilizador de fósforo em milho obteve resultados similares na produção de massa vegetal, ambos estudos utilizaram espécies de *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis*, se diferenciando nas cepas e condições edafoclimáticas, mas chegando a conclusões similares ao presente estudo, sendo todos realizados com gramíneas distintas.

Quanto a relação das variáveis no desempenho morfológico, se destaca o desenvolvimento de perfilho, apresentando uma média de 31,22 perfilhos no tratamento 100AduBP, esse aspecto sofreu grande influência da disponibilidade de fósforo, já que este é o nutriente mais importante para garantir o desenvolvimento adequado da forrageira (MALAVOLTA, 2006; DIAS-FILHO, 2011). Araújo et al. (2012), tiveram dados que comprovam a influência da relação do uso de *bacillus* e a disponibilidade de fosfatases, juntamente com atributos bioquímicos na quantidade de perfilhos, provocando um aumento no índice de área foliar, caracterizando como o atributo de maior relevância para explicação do grande incremento produtivo da pastagem.

Os atributos de altura de dossel (AD) e número de folhas por perfilho (NFP), tiveram diferenças estatística, no entanto, foram aspectos que se diferenciaram apenas pela quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas, caracterizando o como um fator não influenciado estatisticamente pela inclusão de inoculante, pelo aumento na disponibilidade de fósforo e bioquímicos.

Essa baixa influência do fósforo nos dados anteriores é afirmada por Aguiar (1999), onde ele apresenta que o elemento em questão participa da formação de estruturas e disponibilidade energética, sendo pouco demandado para tal atividade. Tornando a ação de outros nutrientes e de bioquímicos hormonais mais relevantes para o desempenho dos tratamentos (HUNGRIA, 2011; SOUZA, 2014)

Tabela 5. Resultado das médias de análise laboratorial das variáveis disponibilidade de P na rizosfera (DPR), pH da rizosfera (PHR), Proteína bruta (PB) e teores de fósforo foliar (FF), sob diferentes doses de fósforo, com e sem a inclusão de bactérias solubilizadoras de fósforo, em Ji-Paraná (RO), 2020.

	PHR	DPR (mg/dm ³)	FF (g/kg)	PB (%)
Tratamentos				
Controle	5,547 d	4,01 a	0,37 b	6,95 b
AduSBP	5,542 d	4,38 a	0,53 a	8,05 b
0 AduBP	5,915 c	4,35 a	0,58 a	7,91 b
50 AduBP	6,012 b	4,58 a	0,61 a	8,22 b
100 AduBP	6,172 a	4,82 a	0,67 a	9,63 a
QM Tratamentos	0,31**	0,35*	0,05**	3,69*
QM Blocos	0,0012 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,07 ^{ns}
CV (%)	1,72	6,38	14,75	10,24

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott; CV = coeficiente de variação; **, *, ns – significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Com relação à disponibilidade de P na rizosfera (DPR), não teve alterações estatísticas nos tratamentos, isto indica que podem sim ter alterações na quantidade de fósforo no sistema radicular, no entanto, esse aumento de disponibilidade está ligado a necessidade do nutriente pela cultura, um fato que deve ser verificado em outros tipos de solo para atestar os dados desta variável. A variável fósforo foliar (FF) obteve apenas uma diferença em relação ao CONTROLE, mas ambas análises se diferenciaram em valores com relação a inclusão de inoculantes e doses de fósforo, podendo constatar que a aplicações deste material tem resultados na qualidade da forragem, proporcionando uma grande possibilidade de influências como o aumento no desempenho animal e uma maior resistência estresse hídrico já que a forragem tem maior capacidade de desenvolvimento.

Araújo et al. (2012), obteve resultados que corroboram com os obtidos na pesquisa, os mesmos demonstraram que através da bioprospecção as bactérias do gênero *Bacillus* tem a capacidade de associação com pastagens e também podem influenciar na disponibilidade de fosfatos no ambiente radicular consequentemente alterando a absorção e disponibilidade de fósforo na massa vegetal. Os níveis de fósforo foliar podem variar de 0,2 ate 1,1 dependendo da fonte de fosfatos e o tipo

de solo e a quantidade deste nutriente que é aplicada na fertilização (BARNABÉ et al., 2007; SILVA et al., 2015).

Este resultado também foi compartilhado por Oliveira et al. (2009), que avaliaram a bioprospecção de microrganismos solubilizadores de fosfato na cultura do milho, onde observaram diferenças significativas não apenas no fósforo radicular, mas também alterações no pH da rizosfera. Nos tratamentos com inclusão do inoculante apresentaram resultados similares na análise de pH da rizosfera (PHR) onde através da atividade microbiológica e a complexação com os compostos do solo tende a aumentar o pH influenciando na disponibilidade de nutrientes, com um aumento proporcional as doses de fósforo, podendo se relacionar a atividade das bactérias com a quantidade de nutrientes, provocando alterações morfológicas das plantas (PAVINATO; ROSOLEM, 2008; OLIVEIRA et al., 2009; PAIVA et al., 2020).

Os dados de proteína bruta (PB), revelou que a inclusão de bactérias do gênero *bacillus* juntamente com um protocolo nutricional completo podem melhorar os valores proteicos da forragem, no entanto, se faz necessário salientar que os dados de proteína seguiram os resultados de produtividade, um fator altamente positivo, sendo determinante para a indicação desta técnica para a cadeia produtiva. Segundo Rodrigues Júnior (2015), em ambiente produtivo a média dos valores de proteína bruta da *Urochloa brizantha* cv. Marandu oscila de 8,2 a 8,5% dependendo do período climático.

Os resultados corroboram com o estudo de Araújo (2008), onde averiguaram que a inoculação com *Bacillus subtilis* associado a culturas agrícolas distintas, verificaram que a inoculação ampliou o nível de nitrogênio foliar no milho, por consequência também alterando valores de proteína bruta na massa vegetal.

5 CONCLUSÃO

Verificou-se que a inoculação de bactérias solubilizadoras de fósforo com as cepas *Bacillus subtilis* BRM 2084 e *Bacillus megaterium* BRM 119, (BiomaPHOS®), em pastagem proporcionou um aumento de produtividade de 36,84% correspondendo a um incremento de 1,45 UA/Ha⁻¹/ano e obtendo também diferenças químicas e morfológicas.

Considera-se, a realização de testes mais específicos com culturas diferentes e solos distintos com a inoculação e apenas metade da adubação fosfatada recomendada, para definição desta técnica com uma margem de segurança para o produtor, e ampla difusão.

REFERÊNCIAS

- ABSY, M.L.; VAN DER HAMMEN, D.T. Some palaeoecological data from Rondônia, southern part of the Amazon Basin. **Acta Amazonica**, v. 6, n. 3, p. 293-299, 1976.
- ABIEC - Associação Brasileira das Industrias Exportadoras de Carne. **Sumário 2019: Perfil da Pecuária no Brasil, Relatório Anual**. São Paulo- SP, 2019.
- ADAMI, O. A. **Exportações do agronegócio brasileiro em meio à pandemia do coronavírus**. CEPEA, 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/exportacoes-do-agronegocio-brasileiro-em-meio-a-pandemia-do-coronavirus.aspx>. Acesso em: 08. 09. 2020.
- AGUIAR, A. A importância do fósforo na adubação de pastagens. **In: Encontro dos encontros da Scot Consultoria**. 2019, Ribeirão Preto- SP
- AGUIAR, A. P. A. **Manejo de pastagens**. Guaíba: Agropecuária, 1999. V. 1. 139 p.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; MOSQUIM, P. R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, D. P. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 17-24, 2005.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists (1995) **Official methods of analysis**. 16^aed. Washington, AOAC International. 1094p.
- ARAUJO, F. F. et al. Bioprospecção de rizobactérias promotoras de crescimento em *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.521-527, 2012.

ARAUJO, F.F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.456-462, 2008.

ARAUJO, S.A.C. et al. Produção de matéria seca e composição bromatológica de genótipos de capim-elefante anão. **Arch. zootec.**, Córdoba, v. 60, n. 229, p. 83-91, março, 2011. Disponível em <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922011000100010&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 22. Ago. 2020

ASSIS, B. P. **Bovinocultura de Corte Sustentável: um estudo sobre os princípios e práticas sustentáveis**. Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Cacoal, 2017.

BARCELOS, A. F. et al. **Adubação de capins do gênero *Brachiaria***. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 84 p. ISBN 978-85-99764-24-4

BARBOSA, F. F de. **Economia rural**. Montes Claros: Unimontes, 2011. 162p.

BARNABÉ, M.C.; ROSA, B.; LOPES, E.L.; ROCHA, G.P.; FREITAS, K.R.; PINHEIRO, E.P. Produção e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.8, n.3, p.435-446, 2007.

BIOMA. **Produto com tecnologia brasileira pode reverter a dependência externa por adubos fosfatados**. Ago. 2019. Disponível em: <<https://bioma.ind.br/blog/produto-com-tecnologia-brasileira-pode-reverter-dependencia-externa-por-adubos-fosfatados>> Acesso em: 04 Out. 2019.

BOHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 527 p.

BUENO, A. V. I.; et al. Método de obtenção de matéria seca e composição química de volumosos. **Ciência Animal Brasileira**. 2017. ISSN versão on-line: 1809-6891. Disponível em <<https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/e-44913/24595>> Acesso em: 22. Ago. 2020

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2. Ed. - Piracicaba: ESALQ, 2016. 221 p. DOI: 10.11606/9788586481567

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359p.

COSTA, N. de L. et al. Rendimento de forragem e morfogênese de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes períodos de descanso. **PUBVET**, v.10, n.4, p.307-311, Abr., 2016. DOI: 10.22256/pubvet.v10n4.307-311

COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHAES, J. A.; PEREIRA, R. G. de A. **Manejo de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2001. 2 p. (Recomendações Técnicas, 33).

COUTINHO, F.P.; FELIX, W.P.; YANO-MELO, A.M. Solubilization of phosphates in vitro by *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. **Ecological Engineering**, Oxford, v. 42, p. 85–89, 2012. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2012.02.002

DANTAS, Geffson de F. et al. Produtividade e qualidade da brachiaria irrigada no outono/inverno. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p. 469-481, junho, 2016. disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162016000300469&lng=en&nrm=iso>. acesso em: 12. 09. 2020. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n3p469-481/2016>

DIAS, D. G. et al. Produção do capim Piatã submetido a diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 330-335, 2015.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: o que é e como evitar**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 19 p.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. ed. reimp. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 215 p.

DIAS FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.243 252, 2011. (supl. especial)

DIAS-FILHO, M. B. **Formação e manejo de pastagens**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 9 p. (Comunicado técnico, 235)

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Embrapa e bioma lançam primeiro inoculante nacional para fósforo**. Ago. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45883415/embrapa-e-bioma-lancam-primeiro-inoculante-nacional-para-fosforo>>. Acesso em: 03 Out. 2019

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Manejo de pastos de *Brachiaria brizantha***. Brasília, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2386025/artigo-manejo-de-pastos-de-brachiaria-brizantha>> Acesso em: 26. Ago. 2020

ESTRADA BONILLA, G.A. **Efeito da inoculação de bactérias mobilizadoras de fósforo na compostagem e no desenvolvimento da cana-de-açúcar**. 2015. 122f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

EUCLIDES, V.P.B. Planejamento do uso de áreas de pastagens em sistema de produção animal em pasto. **In: 25º Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, Piracicaba. Anais, 2009. FEALQ. p.117-149.

FAGUNDES, J. L.; et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 21-29, fev. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982006000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 ago. 2020.

FERNANDES, J. S. **Azospirillum brasilense e adubação nitrogenada na Brachiaria decumbens**. 2016. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, 2016.

FERREIRA, Daniel Furtado. **Sisvar**: um sistema computacional de análise estatística. Ciênc. agrotec. [online]. 2011, vol.35, n.6, pp.1039-1042. ISSN 1413-7054. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

FIGUEIREDO, Â. L. V. de; et al. Valor nutricional e ciclagem de nutrientes de pastagem *Urochloa brizantha* com esterco de galinha poedeira (*Gallus gallus domesticus*) na Amazônia Ocidental. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 7, p. 47129-47150, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n7-375>.

FUKAMI, J. CERZIN, P. HUNGRIA, M. *Azospirillum*: benefícios que vão muito além da fixação biológica de nitrogênio. **AMB Express**, 8: 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-018-0608-1>

GOMES, E. A.; PAIVA, C. A. O.; DIAS, F. E. S.; SANTOS, F. C. dos; MARRIEL, I. E. **Efeito da inoculação de bactérias solubilizadoras de fosfato sobre o crescimento de milho (*Pennisetum glaucum*) fertilizado com fosfato de rochas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 24 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 43).

GOMES, R. da C.; FEIJÓ, G. L. D.; CHIARI, L. **Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2017. 4 p. (Nota Técnica).

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p. (Documentos, n.325) ISSN 1516-781X. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29676/1/Inoculacao-com-azospirillum.pdf>>. Acesso em: 03 Out. 2019.

ITZIGSOHN, R.; BURDMAN, S.; OKON, Y. et al. Plant-growth promotion in natural pastures by inoculation with *Azospirillum brasilense* under suboptimal growth conditions. **Arid Soil Research**, v.13, p.151-158, 2000.

LOPES, M. N. et al. Fluxo de biomassa e estrutura do dossel em capim braquiária manejado, sob lâminas de irrigação e idades de crescimento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.2, p.490-500, 2014.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Editora Ceres, São Paulo, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC - Agricultura de Baixa Emissão de Carbono**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>> Acesso em: 24. Set. 2019.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Quantidade de Abate Estadual por Ano/Espécie**. 2020. Disponível em: http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons!/ap_abate_estaduais_cons?p_select=SIM&p_ano=2019&p_id_especie=9. Acesso em: 09. Set. 2020

MASSENSINI, A. M. et al. Isolamento e caracterização de bactérias solubilizadoras de fosfato da rizosfera de *Eucalyptus* sp. **Rev. Árvore**, vol.40 no.1 Viçosa Jan./Feb. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000100014>

MARIN, V.A.; BALDANI, V.L.D.; TEIXEIRA, K.R.S.; BALDANI, J.I. **Fixação biológica de Nitrogênio**: Bactérias fixadoras de nitrogênio de importância para a agricultura tropical. Seropédica, 1999. 34p. (Série Documentos. Embrapa Agrobiologia)

MARTINS, O. C.; et al. Causas da degradação das pastagens e reabilitação econômica das pastagens corretamente adubadas. **In**: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 2., 1996, Uberaba. Anais... Uberaba: ABCZ, p. 75-83, 1996.

MARCANTE, N. C.; et al. Determinação da matéria seca e teores de macronutrientes em folhas de frutíferas usando diferentes métodos de secagem. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2398-2401, nov. 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010001100025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 22. Ago. 2020

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 208 p.

MOREIRA, F.M.S., et al. Diazotrophic associative bacteria: Diversity, ecology and potential applications. (2010). **Comunicata Sci**, 1(2):74-99.

MOREIRA, L.M. et al. Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 63, n. 4, p. 914-921, Ago. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352011000400017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 22 Ago. 2020.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NOVAKOWISKI, J. H.; et al. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **In**: Seminário - Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1687-1698, 2011.

NUNES, P. H. M. P.; et al. Produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.174-182, fev. 2015. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcs20150354>.

OLIVEIRA, C. A. de; ALVES, V. M.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; MUZZI, M. R. S., CARNEIRO, N. P.; GUIMARÃES, C. T., SCHAFFERT, R. E; SÁ, N. M. H. Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in an oxisol of the Brazilian Cerrado Biome. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41, p.1782– 1787, 2009.

OLIVEIRA, C. A. de; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; MATTOS, B. B.; SANTOS, F. C. dos; OLIVEIRA, M. C.; ALVES, V. M. C. **Metodologia de aplicação de microrganismos solubilizadores de fósforo em sementes visando melhor aproveitamento deste nutriente pelas plantas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 88)

OLIVEIRA, C. A. de; RIBEIRO, V. P.; GOMES, E. A.; PINHO, J. M. R.; LANA, U. G. de P.; MARRIEL, I. E. Produtividade do milho inoculado com bactérias endofíticas e rizobactérias solubilizadoras de fosfato na região Centro-Oeste brasileira. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

PAIVA, C. **Produto com tecnologia brasileira pode reverter a dependência externa por adubos fosfatados**. Embrapa milho e sorgo. Ago. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45773416/produto-com-tecnologia-brasileira-pode-reverter-dependencia-externa-por-adubos-fosfatados>>. Acesso em: 04 Out. 2019.

PAIVA, C. A. O.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; COTA, L. V.; SANTOS, F. C. dos; SOUSA, S. M. de; LANA, U. G. de P.; OLIVEIRA, M. C.; MATTOS, B. B.; ALVES, V. M. C.; RIBEIRO, V. P.; VASCO JUNIOR, R. **Recomendação agrônômica de cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 18 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 260).

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo- Decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.911-920, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000300001>.

PEDREIRA, B. C.; et al. Tiller density and tillering on *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 69, n. 4, p.1039-1046, ago. 2017. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9034>.

PEREIRA, M. F. V. A Modernização Recente Da Pecuária Bovina Em Rondônia: Normas Territoriais E a Nova Produtividade Espacial. **Geo UERJ**, v. 0, n. 26, p. 95– 112, 2015.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p

RIBEIRO, G.; et al. **Boi/perspectiva. 2020**: oferta restrita e demanda firme podem seguir sustentando os preços em 2020. CEPEA, 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/boi-perspec-2020-oferta-restrita-e-demanda-firme-podem-seguir-sustentando-precos-em-2020.aspx>. Acesso em: 09. 05. 2020.

RIBEIRO, R. **Alta nos preços dos fertilizantes no 1º trimestre de 2020**. SCOT Consultoria, 2020. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/todas-noticias/52307/alta-nos-precos-dos-fertilizantes-no-1o.-trimestre-de-2020.htm>. acesso em: 09. Set. 2020

RODRIGUES JÚNIOR, C. T.; CARNEIRO, M. S. de S.; MAGALHAES, J. A.; PEREIRA, E. S.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. de L.; PINTO, M. do S. de C.; ANDRADE, A. C.; PINTO, A. P.; FOGACA, F. H. dos S.; CASTRO, K. N. de C. Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3 (supl. 1), p. 2141-2154, 2015.

SALES, K. C. **Características produtivas e composição bromatológica do capim Marandu adubado com nitrogênio**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 33f. 2017.

SANTOS, A. S.; et al. Produção da massa seca da parte aérea e da raiz do Capim Piatã submetido a diferentes fontes de fósforo. **In: Anais do XIV Seminário de Pesquisa e Pós Graduação. XII – Seminário de Iniciação Científica. IV Seminário PIBID**. Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais, Brasil, 2016.

SANTOS, Manoel Eduardo Rozalino et al. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: dinâmica do perfilhamento. **R. Bras. Zootec.** [online]. 2011, vol.40, n.11, pp.2332-2339. ISSN 1806-9290. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001100008>.

SANTOS, M.S.; NOGUEIRA, M.A. & HUNGRIA, M. Inoculantes microbianos: revisando o passado, discutindo o presente e prevendo um futuro marcante para o uso de bactérias benéficas na agricultura. **AMB Expr**, 9, 205 (2019). DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0932-0>

SCOT CONSULTORIA. **Custo de para formação de um hectare de pasto**. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/cartas/39422/carta-insumos---custo-para-formacao--de-um-hectare-de-pasto.htm>. 01/06/15. Acesso em 13 de out. 2019.

SCOTT, A.; KNOTT, M.: Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**. v. 30, n. 3, 1974, p. 507-512. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~abe/lista/pdfXz71qDkDx1.pdf> Acesso em: 27. Ago. 2020.

SILVA, F. C. da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p. il.

SILVA, ADRIANE DE A. et al. Fertilização com dejetos suínos: influência nas características bromatológicas da *Brachiaria decumbens* e alterações no solo. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 254-265, abr. 2015

SOUZA, P. T. de. **Inoculação com azospirillum brasilense e adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha* cv. marandu**. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Programa de pós-graduação em Agronomia, UFG, Jataí, 2014

SRUTHILAXMI C.B.; BABU C. Microbial bio-inoculants in Indian agriculture: Ecological perspectives for a more optimized use. (2017) **Agric Ecosyst Environ**, 242: 23-25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.019>

TAVARES, R. L. et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2008. 228p.

TURAN, M., et al. Yield promotion and phosphorus solubilization by plant growth-promoting rhizobacteria in extensive wheat production in Turkey (2012). **J Plant Nutr Soil Sci** 175: 818–826. DOI: <https://doi.org/10.1002/jpln.201200054>

VIEIRA-FILHO, J.E. **Expansão da fronteira agrícola no Brasil: desafios e perspectivas**. Texto para discussão n. 2223. IPEA, Brasília & Rio de Janeiro. 2016. 36 p.

XAVIER, A. C. et al. Manejo da irrigação em pastagem irrigada por pivô-central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p.233-239, 2004. DOI: 10.1590/S1415-43662004000200011

ZAIDI, A.; KHAN, M.S.; AHMED, M.; OVES, M. (2009). Plant growth promotion by phosphate solubilizing bacteria. **Acta microbiologica et immunologica Hungarica**. 56. 263-84. 10.1556/AMicr.56.2009.3.6.

ZANINE, A. M., et al. Características estruturais e acúmulo de forragem em capim-tanzânia sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2011. ISSN 40:2364-2373. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/15414/12.pdf?sequence=1>> Acesso em: 01 Out. 2019.