



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL (UFFS)

CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL

CURSO AGRONOMIA

NATHÁLIA HELOÍZA WIESENHÜTTER LEAL

**FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SOLO E PRODUÇÃO FORRAGEIRA DO CAPIM
MARANDU (*Urochloa brizantha*) IMPLANTADO COM MICRORGANISMOS
SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO**

LARANJEIRAS DO SUL - PR

2022

NATHÁLIA HELOÍZA WIESENHÜTTER LEAL

**FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SOLO E PRODUÇÃO FORRAGEIRA DO CAPIM
MARANDU (*Urochloa brizantha*) IMPLANTADO COM MICRORGANISMOS
SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau de
Bacharel em Agronomia com ênfase em Agroecologia
da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Professor Dr. Juliano Cesar Dias

Coorientador: Professor Dr. José Francisco Grillo

LARANJEIRAS DO SUL-PR

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Leal, Nathália Heloíza Wiesenhütter
FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SOLO E PRODUÇÃO FORRAGEIRA DO
CAPIM MARANDU (*Urochloa brizantha*) IMPLANTADO COM
MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO / Nathália
Heloíza Wiesenhütter Leal. -- 2022.
30 f.:il.

Orientador: PROF. DR. Juliano César Dias
Co-orientador: PROF. DR. José Francisco Grillo
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, , 2022.

1. FÓSFORO, INOCULANTE, BRAQUIÁRIA. I. Dias, Juliano
César, orient. II. Grillo, José Francisco, co-orient.
III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.


NATHÁLIA HELOÍZA WIESENHÜTTER LEAL

**FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SOLO E PRODUÇÃO FORRAGEIRA DO CAPIM
MARANDU (*Urochloa brizantha*) IMPLANTADO COM MICRORGANISMOS
SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia com ênfase em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 13/05/2022.

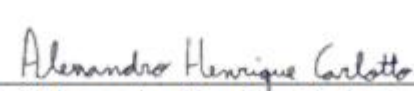
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Juliano Cesar Dias - UFFS



Prof. Dr. José Francisco Grillo - UFFS



Engº Agrº Alessandro Henrique Carlotto - Syngenta

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que abriu as portas na Universidade para mim, sabendo que era um sonho, e foi com a graça Dele que consegui chegar ao fim, Ele me deu forças, paciência e me cuidou longe de casa. Também agradeço às orações dos meus pastores Tiago e Luana, que sempre estiveram ao meu lado me motivando e apoiando, não apenas como líderes espirituais, mas como amigos, mais que irmãos.

Gostaria de agradecer a toda minha família que acreditou em mim, mesmo quando nem eu mesma acreditava, aos meus pais Adelir e Fabiane que puderam estar ao meu lado em todos os processos da faculdade, seja em momentos de alegria ou tristeza, nunca deixaram que eu desistisse, me levantaram quando eu cai, e passaram noites em claro me ajudando em cada herbário, sementeca e trabalhos, derramando todo seu amor. Aos meus irmãos Guilherme e Cecília que puderam aguentar junto comigo às noites em claro e mau humor excessivo em semanas de prova na pandemia.

Aos meus tios Samuel e Cristiane, e prima Helena, agradeço por em cada fase concluída chorarem junto comigo e me apoiarem a nunca desistir, sempre com palavras de motivação, incentivo, amor e carinho, me ajudaram nessa caminhada, sendo responsáveis pela minha chega ao final desse ciclo.

Agradeço aos meus amigos de faculdade, Stefanie, Jenifer e Igor, por estarem ao meu lado desde o início, foram tantas noites em claro fazendo trabalhos, lágrimas, risadas, churrascos, aprovações e reprovações, e mesmo após dois anos de pandemia, vencemos e chegamos juntos nessa reta final. A universidade me ensinou muitas coisas, mas principalmente que não chegamos sozinhos a lugar nenhum, obrigada amigos, por fazerem parte dessa trajetória tão importante em minha vida, tenho certeza que levarei vocês para minha vida toda. Assim como aos meus companheiros de estágio Telmar e Karina, que fizeram parte da melhor fase da minha vida, aprendemos e erramos juntos, mas principalmente crescemos e nos apoiamos.

Não poderia deixar de agradecer aos meus melhores amigos da vida, Mariana, Tainara Pelisson, Luan, Herry e Tainara Felski, foi a amizade de vocês que me motivou a seguir em frente, sempre me lembrando dos propósitos de Deus em minha vida, me animando nos momentos de tristeza. Em todos os momentos que me encontrava triste, com medo dos desafios da faculdade, e desanimada, vocês estavam lá para me fazer esquecer os problemas e

me alegrar. Estando em minha vida desde a fase do vestibular, do ingresso, de todas as provas e agora nessa reta final. Nunca mediram esforços para me ajudar e inspirar, sou grata a todos pelo amor, carinho e amizade, saibam que são muito mais que amigos, são família.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Juliano Dias e ao coorientador José Grillo, por aceitarem esse desafio de orientar-me nessa fase tão importante, foram muitos altos e baixos durante todo processo de implantação, análises e resultados, e mesmo assim sempre estiveram ao meu lado me apoiando. Agradeço também a toda instituição, aos professores que passaram por essa trajetória, a Coordenação de Curso, a Professora Silvia Romão, pelo apoio nessa reta final, sua ajuda foi essencial para minha chegada até aqui.

Obrigada a todos!

FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SOLO E PRODUÇÃO FORRAGEIRA DO CAPIM MARANDU (*Urochloa brizantha*) IMPLANTADO COM MICRORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes formas e doses de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato na produção forrageira do capim marandu e nas frações de P presentes no solo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: ausência de microrganismos solubilizadores de fosfato (controle), inoculação de sementes, inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (250 mL ha⁻¹), inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (500 mL ha⁻¹), pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (250 mL ha⁻¹), pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (500 mL ha⁻¹), pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (250 mL ha⁻¹) e pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (500 mL ha⁻¹). Os teores de P Mehlich 1 dos solos variaram de 1,18 ± 0,20 a 3,16 ± 0,32 mg dm⁻³, com diferenças (p>0,05) entre os tratamentos, onde o tratamento com inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência com 250 mL ha⁻¹ apresentou o maior valor. Os teores de P REM dos solos variaram de 1,87 ± 0,07 a 5,32 ± 0,21 mg dm⁻³, com diferenças (p>0,05) entre os tratamentos, onde o tratamento com pulverização no solo 24 horas pós-semeadura com 500 mL ha⁻¹ apresentou o maior valor de P REM, porém não diferiu estatisticamente do tratamento com pulverização no solo 24 horas pré-semeadura com 500mL ha⁻¹. Os atributos químicos do solo foram afetados significativamente pela presença e modo de aplicação do inoculante com microrganismos solubilizadores de fosfatos; porém, a variabilidade nas respostas observadas não permite determinar os efeitos dos microrganismos solubilizadores de fosfatos na produção forrageira do capim marandu.

PALAVRAS CHAVE: inoculante, pastagem, solubilização de fosfato.

SOIL PHOSPHORUS FRACTIONS AND FORAGE PRODUCTION OF MARANDU GRASS (*Urochloa brizantha*) IMPLEMENTED WITH PHOSPHORUS SOLUBILIZING MICROORGANISMS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different forms and doses of application of phosphate solubilizing microorganisms on the forage production of marandu grass and on the P fractions present in the soil. The experimental design used was the entirely randomized design with eight treatments and five repetitions. The treatments used were: absence of phosphate solubilizing microorganisms (control), seed inoculation, inoculation + soil spraying 15 days after emergence (250 mL ha⁻¹), inoculation + soil spraying 15 days after emergence (500 mL ha⁻¹), ground spraying 24 hours pre-seeding (250 mL ha⁻¹), ground spraying 24 hours pre-seeding (500 mL ha⁻¹), ground spraying 24 hours post-seeding (250 mL ha⁻¹), and ground spraying 24 hours post-seeding (500 mL ha⁻¹). The Mehlich 1 P contents of the soils ranged from 1.18 ± 0.20 to 3.16 ± 0.32 mg dm⁻³, with differences (p>0.05) among treatments, where the inoculation + soil spraying treatment 15 days after emergence with 250 mL ha⁻¹ showed the highest value. The P REM contents of the soils ranged from 1.87 ± 0.07 to 5.32 ± 0.21 mg dm⁻³, with differences (p>0.05) among treatments, where the treatment with soil spraying 24 hours post-seeding with 500 mL ha⁻¹ presented the highest value of P REM, but did not differ statistically from the treatment with soil spraying 24 hours pre-seeding with 500mL ha⁻¹. The chemical attributes of the soil were significantly affected by the presence and mode of application of the inoculant with phosphate solubilizing microorganisms; however, the variability in the observed responses does not allow determining the effects of phosphate solubilizing microorganisms on the forage production of marandu grass.

KEYWORDS: Inoculant, grazing, phosphate solubilization.

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento	14
Tabela II - Médias e desvios-padrão da produção forrageira da <i>Urochloa brizantha</i> cv. marandu submetida a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato	20
Tabela III - Médias e desvios-padrão de plantas vaso ⁻¹ , altura de corte (cm) e o número de folhas planta ⁻¹ da <i>Urochloa brizantha</i> cv. marandu submetida a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato	21
Tabela IV - Médias e desvios-padrão de clorofila A e clorofila B da <i>Urochloa brizantha</i> cv. marandu submetida a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato	22
Tabela V - Médias e desvios-padrão dos teores de pH do solo submetido a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato	23
Tabela VI - Médias e desvios-padrão de P MEHLICH e P REM da <i>Urochloa brizantha</i> cv. marandu submetida a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Preparo da incubação plástica do solo a ser utilizado no experimento	15
Figura 2 – Preparo do inoculante comercial nas dosagens de 500 e 250 ml/ 300 L ha ⁻¹	16
Figura 3 – Separação do material senescente	17
Figura 4 – Coleta de amostra de solo	18
Figura 5 – Calibragem do pHmetro para determinação de pH em CaCl ₂	18
Figura 6 – Determinação de fósforo em Mehlich 1	19

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4. CONCLUSÕES.....	27
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Urochloa* é composto por centenas de espécies forrageiras, entre elas destaca-se a *Urochloa brizantha*, que está no mercado há mais de 30 anos. Por apresentar intenso e rápido crescimento, essa variedade tem sido a mais utilizada por pecuaristas, estando presente em aproximadamente 90% das áreas cultivadas no Brasil. (CALDAS, 2018). Além disso, essa variedade de braquiária reduz a infestação por plantas invasoras e os danos ao solo por erosão (EMBRAPA, 2009).

No Brasil, aproximadamente 70 milhões de hectares de pastagem cultivadas encontram-se degradadas ou com algum nível de degradação, com isso, diferentes programas vêm se concentrando na recuperação dessas áreas por meio de manejos adequados. Com a realização de manejos inadequados estão os grandes problemas de degradação, resultando em baixos níveis de produção (DIAS-FILHO et al., 2011).

Entre as principais causas do processo de degradação do complexo solo-planta, estão as pragas e doenças, práticas inadequadas, déficit hídrico, deficiência nutricional e manejo inadequado do pastejo (EUCLIDES et al., 2014), o que limita o acesso a níveis satisfatórios de produção e impede a manutenção sustentável do sistema ao longo dos anos.

Os solos brasileiros apresentam, de forma geral, baixa fertilidade natural, caracterizados principalmente pela deficiência de fósforo (P), característica que leva a necessidade de aplicação de grandes quantidades de fertilizantes fosfatados, para a obtenção de altos rendimentos das culturas (ALEXANDRINO et al., 2004).

Em ambientes tropicais e subtropicais, o fósforo (P) é um dos nutrientes mais limitantes para o crescimento das plantas, devido principalmente à alta adsorção de íons fosfato por óxidos e hidróxidos de alumínio (Al) e ferro (Fe), abundantes em solos altamente intemperizados (SILVA et al., 2018).

O fósforo apresenta papel essencial em muitas moléculas da matéria viva, estando associada a vários compostos orgânicos, ácidos nucleicos, DNA e RNA, tendo importante função em vários processos fisiológicos da planta, como na multiplicação celular em meristemas, respiração celular, transferência de energia e fotossíntese (VIANA, 2019).

Fontes solúveis de rochas fosfáticas são utilizadas comumente em aplicações de P para suprimento das necessidades, no entanto, este é um recurso transitório, que apresenta consigo a preocupação com a escassez em um futuro muito próximo (OLIVEIRA et al., 2021).

A busca por novas fontes de P que possam promover a manutenção produtiva dos solos vem aumentando por produtores e pesquisadores ao longo dos anos. Isso se deve ao fato de o fósforo ser um nutriente de baixa mobilidade no solo, com isso, foram desenvolvidos inoculantes e fertilizantes de rápida solubilidade, que ficam retidos em partículas minerais de argila e compostos orgânicos, resultados da formação de fragmentos de P no solo, as quais raramente estão disponíveis para a planta (DAMACENO et al., 2019).

Na circunstância que as reservas de P são esgotadas, a planta procura imediatamente este elemento no solo, perto das raízes, já que são imóveis no solo. Nesta etapa, o fósforo pode ser um fator limitante e causar redução no desenvolvimento. A adição de fósforo promove o vigor inicial da planta e estimula o crescimento do sistema radicular, que aproveitará mais rapidamente as reservas de fósforo no solo (VIANA, 2019).

Em função disso, busca-se aumentar a disponibilidade do P presente no solo, por meio de inoculação com bactérias e fungos solubilizadores de fósforo (MENDES et al., 2003). Os inoculantes produzidos a partir de microrganismos apresentam menor custo, não causam danos ao meio ambiente e ainda podem suplementar os fertilizantes já existentes no mercado (VIANA, 2019).

A adição de microrganismos no solo pode acelerar a ciclagem de nutrientes, ou seja, aumentar a liberação do fósforo presente na matéria orgânica e melhorar o solo biologicamente, além dos inoculantes proporcionarem mecanismos de crescimento da planta (VIANA, 2019).

Os microrganismos são responsáveis por afetarem de forma direta às plantas adquirirem P do solo, por meio de dispositivos atuantes, através da promoção do crescimento de raízes laterais, desequilíbrio de adsorção, incremento da área superficial das raízes por todo sistema radicular e com estímulos do processo metabólico (MENDES et al., 2003).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes formas e doses de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato na produção forrageira do capim marandu e nas frações de P presentes no solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Laranjeiras do Sul, PR, no período de 27 de novembro de 2021 a 05 de fevereiro de 2022. O local apresenta 807 m de altitude, tendo como coordenadas geográficas 25°26'42" S de latitude e 52°26'29" W de longitude. O clima na região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfb (temperado, com verão ameno).

O solo utilizado no experimento foi do tipo Argiloso, coletado de camada superficial (0 – 20 cm), apresentando as características físico-químicas descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento.

ANÁLISE DE SOLO	
pH CaCl ₂	4,87
P – Mehlich (mg dm ⁻³)	2,81
P-Rem (mg L ⁻¹)	18,6
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,06
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,89
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,44
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,1
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	4,57
SB (cmol _c dm ⁻³)	4,39
Matéria Orgânica (g dm ⁻³)	21,49
CTC (pH 7,0)	8,96
V%	49,0
Fração Argila (g kg ⁻¹)	560
Fração Silte (g kg ⁻¹)	250
Fração Areia (g kg ⁻¹)	190
Classe Textural	Argilosa

Fonte: Elaborada pela autora.

Após a determinação das características físico-químicas do solo (Tabela 1), aplicou-se calcário dolomítico (CaO: 32,2%, MgO: 16,1% e PRNT: 100%) em quantidade calculada para elevar V% a 70%.

Antes da utilização o solo foi incubado sob lona plástica (Figura 1) por 30 dias, seco ao ar, destorroado e peneirado em malha de 5,0 mm (EMBRAPA, 2009). A adubação de base foi realizada com cloreto de potássio (KCl) na dose de 476 kg/ha, dividida em três aplicações, a primeira na semeadura e as demais 20 e 35 dias após. Para a adubação nitrogenada, utilizou-se ureia na dose de 300 kg de N ha⁻¹ dividida em 2 aplicações, a primeira com 15 dias após emergência e a outra 30 dias após.



Figura 1 – Preparo da incubação plástica do solo a ser utilizado no experimento.

A temperatura da casa de vegetação foi controlada entre 20 e 22 ° C, com irrigação realizada por acionamento automático dos aspersores por 2 minutos a cada 4 horas durante o dia, com um total de 15 aspersores em todo o ambiente e liberação de 1,25 L por aspersor.

O experimento foi conduzido em vasos de polietileno com capacidade de 10 L (29 cm de altura, 19 cm de diâmetro inferior e 24,5 cm de diâmetro superior) e área de 4,70 m², sendo dispostos em bancada e rotacionados semanalmente.

No dia 27 de novembro de 2021 iniciou-se o preparo dos vasos, que foram preenchidos com aproximadamente 8 kg de solo. Para os tratamentos em que a aplicação dos microrganismos solubilizadores de fosfato ocorreu no pré-plantio, a pulverização superficial no solo ocorreu imediatamente após o preenchimento dos vasos.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Os tratamentos utilizados foram: ausência de microrganismos solubilizadores de fosfato (controle), inoculação de sementes, inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (250 mL ha⁻¹), inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (500 mL ha⁻¹), pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (250 mL ha⁻¹), pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (500 mL ha⁻¹), pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (250 mL ha⁻¹) e pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (500 mL ha⁻¹).

A semeadura foi realizada no dia 28/11/2021, sendo utilizadas 20 sementes de *Urochloa brizantha* cv. marandu por vaso. A germinação iniciou 3 dias após a semeadura e 15 dias após a emergência, realizou-se o desbaste e o corte de uniformização, sendo deixados 10 plantas por vaso.

Para a inoculação das sementes com microrganismos solubilizadores de fósforo, realizada no dia anterior ao plantio, foi utilizado inoculante comercial (Bioma Phos - cepas *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* - 4x10⁹ células viáveis/ml) na dose de 4,0 mL do produto por quilograma de semente. Para aplicação superficial no solo, o mesmo produto foi diluído em água na dose de 250 ou 500 mL/300 L ha⁻¹, sendo distribuído com auxílio de pulverizador manual (Figura 2).

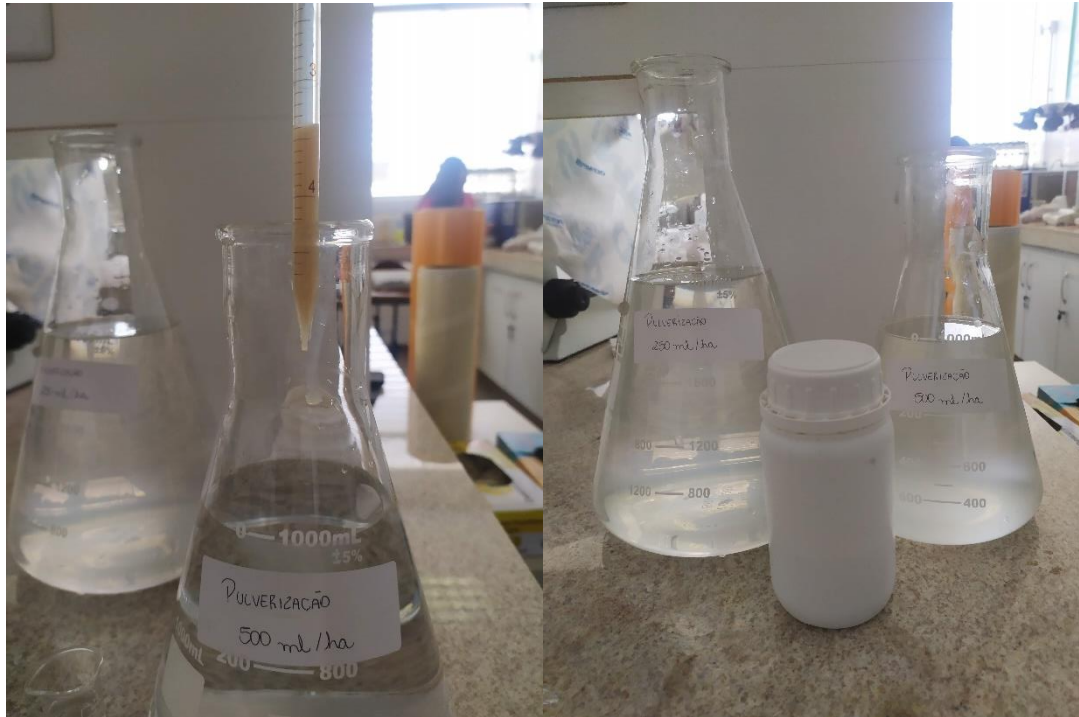


Figura 2 – Preparo do inoculante comercial nas dosagens de 500 e 250 ml/ 300 L ha⁻¹.

O primeiro corte foi realizado 42 dias após o plantio. Anteriormente foi realizada a contagem do número de plantas vaso⁻¹ e do número de folhas planta⁻¹, além da aferição da altura das plantas a partir do solo, com auxílio de régua graduada.

Ainda por ocasião do corte, realizou-se a verificação dos teores de clorofila A e B na folha através de medidor de clorofila (clorofilômetro - modelo CFL1030). Em três plantas aleatórias de cada vaso e no terço médio da lâmina foliar, sendo realizada três leituras, considerando a média das leituras.

Após a realização do corte procedeu-se à separação do material senescente (Figura 3), obtendo-se a matéria natural e a matéria senescente por vaso. Em seguida o material foi acondicionado em sacos de papel e levados para estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas, para determinação da matéria seca.



Figura 3 – Separação do material senescente.

Em função da elevada taxa de mortalidade de plantas após a realização do primeiro corte, o segundo corte não foi efetuado. Ao final do período experimental coletou-se amostra de solo (Figura 4) dos vasos para determinação do pH, P Mehlich e P remanescente.



Figura 4 – Coleta de amostra de solo.

Para determinação do pH em CaCl_2 foram colocados 10 cm^3 de TFSE em copo plástico, numerado. Em seguida foram adicionados 25 ml de solução de CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ com uma proveta. A mistura foi agitada com bastão individual e deixada em repouso por 15 minutos para o molhamento completo da amostra. Em seguida, as amostras foram colocadas em mesa agitadora por 10 minutos a 180 rpm. O pHmetro foi calibrado (Figura 5) com as

soluções padrão de pH 4,00 e pH 7,00. Após um período de 30 minutos, necessário para o equilíbrio e decantação da suspensão, foi realizada a leitura do pH em CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, mergulhando o eletrodo na suspensão homogeneizada, sem nova agitação (MUNIZ et al., 1998).

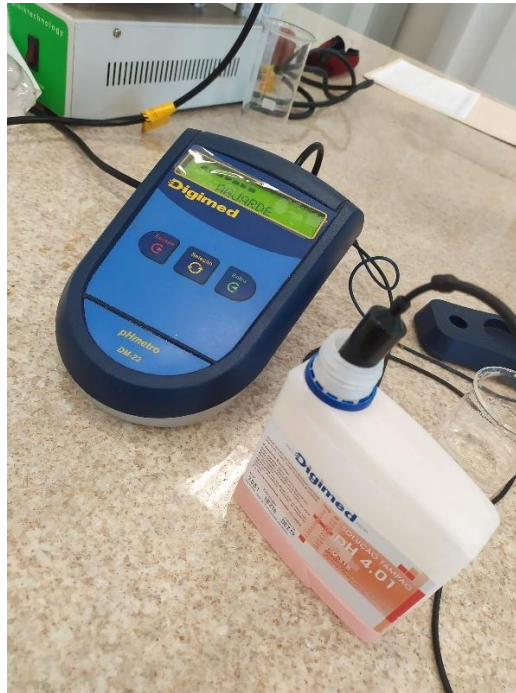


Figura 5 – Calibragem do pHmetro para determinação de pH em CaCl_2 .

Para determinar o teor de fósforo remanescente foram colocados 5 cm^3 de TFSA em frasco de plástico de 125 ml e adicionado 50 ml da solução CaCl_2 10 mmol L^{-1} contendo 60 mg L^{-1} . Em seguida, foi agitado em mesa agitadora por 5 minutos, deixando em repouso durante o período (aproximadamente 16 horas). Após o repouso, tomou-se uma alíquota de 1,0 ml do sobrenadante e adicionou-se 9 ml do reagente de trabalho (RT). Decorrido 30 minutos, procedeu-se a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 725 nm (ALVAREZ et al., 2001).

Para determinação dos teores de fósforo em Mehlich 1 (Figura 6) foram colocados 10 ml de TFSA em frasco de plástico de 125 ml. Em seguida, com auxílio de uma proveta, foram adicionados no frasco plástico que estava contendo o solo, 100 ml do extrator Mehlich 1

(H_2SO_4 0,025N + HCl 0,05N) e agitados por 5 minutos em mesa agitadora, posteriormente deixado em repouso durante o pernoite (aproximadamente 16 horas). Após o período de pernoite, com auxílio de pipeta volumétrica, transferiu-se para um novo frasco de plástico 10 ml do filtrado. Adicionou-se 5 ml da solução de molibdato - trabalho e 2 ml de Vitamina C (2%). Após um repouso de 30 minutos, efetuou-se a leitura no espectrofotômetro de absorção no comprimento de onda 680 nm (MUNIZ et al., 1998)



Figura 6 – Determinação de fósforo em Mehlich 1.

As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade, sendo aplicado transformação logarítmica ($\log [X+1]$) quando necessário. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as variáveis tiveram as médias comparadas pelo teste de Duncan, com 5% de significância (SAMPAIO, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se as médias e os desvios-padrão da produção de matérias natural, seca e senescente do capim marandu submetido a diferentes doses e formas de

aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato. A produção de matéria natural variou de $0,81 \pm 0,42$ a $1,31 \pm 0,59$ g vaso⁻¹, sem diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 2 - Médias e desvios-padrão da produção forrageira da *Urochloa brizantha* cv. marandu submetida a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato

	Matéria Natural (g vaso ⁻¹)	Matéria Seca (g vaso ⁻¹)	Matéria Senescente (g vaso ⁻¹)
T1	$1,03 \pm 0,67^a$	$0,35 \pm 0,16^b$	$0,24 \pm 0,12^c$
T2	$1,04 \pm 0,61^a$	$0,48 \pm 0,12^{ab}$	$0,29 \pm 0,24^{bc}$
T3	$0,81 \pm 0,42^a$	$0,33 \pm 0,08^b$	$0,30 \pm 0,07^{bc}$
T4	$1,12 \pm 0,26^a$	$0,44 \pm 0,07^{ab}$	$0,24 \pm 0,02^{bc}$
T5	$0,97 \pm 0,32^a$	$0,36 \pm 0,07^b$	$0,26 \pm 0,03^{bc}$
T6	$1,11 \pm 0,57^a$	$0,49 \pm 0,15^{ab}$	$0,48 \pm 0,15^a$
T7	$1,31 \pm 0,59^a$	$0,57 \pm 0,19^a$	$0,46 \pm 0,12^{ab}$
T8	$0,98 \pm 0,26^a$	$0,46 \pm 0,07^{ab}$	$0,38 \pm 0,14^{abc}$

Fonte: Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). T1 = controle; T2 = inoculação de sementes com microrganismos solubilizadores de fosfato; T3 = inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (250 ml ha⁻¹); T4 = inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (500 ml ha⁻¹); T5 = pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (250 ml ha⁻¹); T6 = pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (500 ml ha⁻¹); T7 = pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (250 ml ha⁻¹); T8 = pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (500 ml ha⁻¹).

Para a massa seca da parte aérea (folhas e caule) não foi observada diferença significativa. Em evidência esteve o tratamento T7 (pulverização no solo 24 horas pós-semeadura com 250 mL ha⁻¹), a qual apresentou melhor resposta de manejo quando comparados aos resultados obtidos nos tratamentos com pulverização em pré-semeadura e tratamento de sementes.

O aumento na concentração de fósforo na matéria seca com o aumento na dose de fósforo mostra que espécies de braquiária possuem capacidade de acumularem fósforo no tecido após atingir o crescimento (ROSSI et al., 1999). De acordo com os resultados obtidos por (PORTO et al., 2012) o aumento das doses de fósforo na forma de superfosfato simples ocasionou a maior produção de matéria seca das folhas de *Urochloa brizantha* cv. marandu.

Na Tabela 3 encontram-se as médias e os desvios-padrão dos números de plantas vaso⁻¹, altura de corte e número de folhas planta⁻¹ do capim marandu submetido a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato. O número de plantas vaso⁻¹ variou de $6,40 \pm 0,55$ a $9,80 \pm 0,45$, com diferenças ($p < 0,05$) entre os tratamentos, assim como os demais dados analisados.

Tabela 3 - Médias e desvios-padrão de plantas vaso⁻¹, altura de corte (cm) e o número de folhas planta⁻¹ da *Urochloa brizantha* cv. marandu submetida a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato.

	Plantas Vaso⁻¹	Altura de Corte (cm)	Folhas Planta⁻¹
T1	$7,00 \pm 1,0^c$	$15,79 \pm 1,06^a$	$3,33 \pm 0,88^a$
T2	$8,80 \pm 0,84^b$	$15,14 \pm 0,67^{ab}$	$2,00 \pm 0,71^b$
T3	$6,40 \pm 0,55^c$	$13,66 \pm 1,42^{bc}$	$2,00 \pm 0,00^b$
T4	$9,80 \pm 0,45^a$	$12,88 \pm 0,87^c$	$2,00 \pm 0,00^b$
T5	$7,00 \pm 0,71^c$	$11,96 \pm 1,60^c$	$2,20 \pm 0,45^b$
T6	$9,00 \pm 0,71^{ab}$	$12,62 \pm 2,78^c$	$1,80 \pm 0,84^b$
T7	$9,40 \pm 0,55^{ab}$	$13,44 \pm 1,23^{bc}$	$2,60 \pm 0,55^{ab}$
T8	$8,60 \pm 0,55^b$	$13,90 \pm 1,91^{abc}$	$2,40 \pm 0,55^b$

Fonte: Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). T1 = controle; T2 = inoculação de sementes com microrganismos solubilizadores de fosfato; T3 = inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (250 ml ha^{-1}); T4 = inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (500 ml ha^{-1}); T5 = pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (250 ml ha^{-1}); T6 = pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (500 ml ha^{-1}); T7 = pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (250 ml ha^{-1}); T8 = pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (500 ml ha^{-1}).

O fósforo é um nutriente de maior solicitação no primeiro crescimento de gramíneas forrageiras (CANTARUTTI et al., 1999), tendo em vista que seu papel principal está associado ao estabelecimento do sistema radicular.

Observou-se que os níveis de fósforo aplicados por tratamento de semente e pulverização não promoveram incremento significativo na altura da planta de braquiária. Não houve regressão significativa ao nível de 5% de probabilidade, indicando que a inclinação da reta não difere de zero e que não houve aumento dessa característica com o aumento das doses de P aplicadas sobre a planta.

Embora o fósforo sendo exigido durante todo ciclo da cultura, apenas 60% do total é absorvido no estágio inicial, dessa forma a altura planta inicial já foi definida, não apresentando influência dos níveis de fósforo sobre a altura da braquiária (REZENDE, 2005).

Na Tabela 4 encontram-se as médias e os desvios-padrão de clorofila A e clorofila B do capim marandu submetido a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato. Os teores de clorofila A e B variaram de $16,06 \pm 1,53$ a $19,59 \pm 0,52$ e $2,75 \pm 0,18$ a $3,98 \pm 0,09$, respectivamente, com diferenças ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão de clorofila A e clorofila B da *Urochloa brizantha* cv. marandu submetida a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato.

	CLOROFILA A (ICF)	CLOROFILA B (ICF)
1° CORTE		
T1	$15,81 \pm 1,0$ ^b	$3,37 \pm 0,08$ ^b
T2	$16,68 \pm 1,18$ ^b	$4,05 \pm 0,32$ ^a
T3	$15,92 \pm 0,91$ ^b	$2,75 \pm 0,18$ ^c
T4	$19,12 \pm 0,48$ ^a	$3,88 \pm 0,23$ ^a
T5	$19,59 \pm 0,52$ ^a	$3,89 \pm 0,53$ ^a
T6	$16,18 \pm 0,70$ ^b	$3,77 \pm 0,56$ ^{ab}
T7	$16,06 \pm 1,53$ ^b	$3,98 \pm 0,09$ ^a
T8	$16,17 \pm 0,91$ ^b	$3,42 \pm 0,20$ ^b

Fonte: Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). T1 = controle; T2 = inoculação de sementes com microrganismos solubilizadores de fosfato; T3 = inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (250 ml ha^{-1}); T4 = inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (500 ml ha^{-1}); T5 = pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (250 ml ha^{-1}); T6 = pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (500 ml ha^{-1}); T7 = pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (250 ml ha^{-1}); T8 = pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (500 ml ha^{-1}).

As concentrações de clorofila na planta apresentam uma relação com as concentrações totais de nitrogênio, esse atributo de coleta de dados de clorofila na planta, tem sido utilizado para se avaliar o estado nutricional das plantas em relação ao N, assim como para a necessidade de nutrição nitrogenada adicional (MARANHÃO et al., 2009)

O clorofilômetro divulga os resultados em valores de unidade ICF, que corresponde ao teor do pigmento presente na folha (ROCHA et al., 2005). Com isso, temos o diagnóstico prévio de uma possível deficiência de N, prevenindo estado de deficiência, além de apresentar uma técnica não-destrutiva, podendo ser realizada várias vezes sem danificar o limbo foliar.

Para clorofila observou-se uma diferença significativa nos tratamentos T4 (inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência 500 ml ha⁻¹) e T5 (pulverização no solo 24 horas pré-semeadura 250 ml ha⁻¹), em relação aos demais tratamentos, em específico comparados aos tratamentos de sementes. Apresentando uma maior eficiência do inoculante por pulverização, do que por tratamento de sementes.

Na Tabela 5 encontram-se as médias e os desvios-padrão do pH solo cultivado com capim marandu submetido a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato.

Tabela 5 - Médias e desvios-padrão dos teores de pH do solo submetido a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato.

	pH
T1	6,52 ± 0,07 ^{cde}
T2	6,65 ± 0,07 ^{bcd}
T3	6,84 ± 0,11 ^a
T4	6,69 ± 0,13 ^{abc}
T5	6,49 ± 0,10 ^{de}
T6	6,37 ± 0,10 ^e
T7	6,73 ± 0,19 ^{ab}
T8	6,59 ± 0,24 ^{bcd}

Fonte: Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (p<0,05). T1 = controle; T2 = inoculação de sementes com microrganismos solubilizadores de fosfato; T3 = inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (250 ml ha⁻¹); T4 = inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (500 ml ha⁻¹); T5 = pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (250 ml ha⁻¹); T6 = pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (500 ml ha⁻¹); T7 = pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (250 ml ha⁻¹); T8 = pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (500 ml ha⁻¹).

Os valores de pH variaram de 6,37 ± 0,10 a 6,84 ± 0,11, com diferenças (p<0,05) entre os tratamentos, onde o tratamento T3 (inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência com 250 mL ha⁻¹) apresentou o maior valor, denotando um efeito benéfico da

aplicação de reforço (15 DAE) via pulverização dos microrganismos solubilizadores de fosfato (*B. subtilis* e *B. magaterium*). Porém o T3 não diferiu estatisticamente do T7 e T4, mas onde o T7 apresenta uma viabilidade econômica superior ao T4 por apresentar uma redução de 50% na dose aplicada. As formulações inadequadas podem ser as responsáveis pela barreira encontrada na comercialização dos inoculantes (STEPHENS et al., 2000).

O tratamento T6 apresentou o menor valor de pH CaCl₂, porém não diferiu significativamente dos tratamentos T5 e T1 (controle), possibilitando inferir a não recomendação da pulverização de qualquer dose do inoculante no solo 24 horas antes da semeadura.

Na Tabela 6 encontram-se as médias de P extraído por Mehlich 1 (P MEHLICH 1) e P remanescente (P REM) dos solos cultivados com capim marandu submetido a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato.

Tabela 6 - Médias e desvios-padrão de P MEHLICH e P REM da *Urochloa brizantha* cv. marandu submetida a diferentes doses e formas de aplicação de microrganismos solubilizadores de fosfato.

	P EM MEHLICH (mg/dm ³)	P REM (mg/dm ³)
1° CORTE		
T1	1,18 ± 0,20 ^g	1,87 ± 0,07 ^f
T2	2,59 ± 0,20 ^{cd}	2,13 ± 0,08 ^e
T3	3,16 ± 0,32 ^a	5,09 ± 0,10 ^b
T4	2,82 ± 0,26 ^{bc}	4,5 ± 0,14 ^c
T5	2,04 ± 0,16 ^e	5,14 ± 0,09 ^b
T6	2,50 ± 0,23 ^d	5,21 ± 0,17 ^{ab}
T7	3,06 ± 0,16 ^{ab}	2,86 ± 0,06 ^d
T8	1,72 ± 0,23 ^f	5,32 ± 0,21 ^a

Fonte: Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (p<0,05). T1 = controle; T2 = inoculação de sementes com microrganismos solubilizadores de fosfato; T3 = inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (250 mL/ha); T4 = inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência (500 mL/ha); T5 = pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (250 mL/ha); T6 = pulverização no solo 24 horas pré-semeadura (500mL/ha); T7 = pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (250 mL/ha); T8 = pulverização no solo 24 horas pós-semeadura (500 mL/ha).

O solo utilizado no experimento apresentou classe textural Argilosa cujo teor de P extraído por Mehlich 1 foi classificado com baixo ($< 5 \text{ mg dm}^{-3}$) em todos os tratamentos (COELHO et al., 1995). Mesmo assim, entre os tratamentos podemos observar diferenciação significativa.

Os teores de P Mehlich 1 dos solos variaram de $1,18 \pm 0,20$ a $3,16 \pm 0,32 \text{ mg dm}^{-3}$, com diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos, onde a exemplo da variável pH CaCl_2 , o tratamento T3 (inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência com 250 mL ha^{-1}) apresentou o maior valor, demonstrando a influência do aumento do pH do solo na disponibilidade de P lábil (Mehlich¹) do solo através da aplicação complementar (15 DAE) via pulverização dos microrganismos solubilizadores de fosfato (*B. subtilis* e *B. megaterium*).

O inoculante proporciona resultados com aumento significativo do conteúdo interno da planta em relação ao controle não inoculado, ou seja, o efeito destas bactérias não foi somente o de incremento ao crescimento, mas também o de promover maior acúmulo de fósforo no solo (EMBRAPA, 2013). Em evidência estiveram os tratamentos de sementes T3 (inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência com 250 mL ha^{-1}) e T7 (pulverização no solo 24 horas pós-semeadura com 250 mL ha^{-1}), com dosagens iguais de pulverização em pós-semeadura (independente do tempo), a qual apresentou melhor resposta de manejo quando comparados aos resultados obtidos nos tratamentos com pulverização em pré-semeadura.

O tratamento T1 (controle) apresentou o menor teor de P Mehlich, indicando menor disponibilidade de P lábil (Mehlich 1) inerentes as características do solo utilizado, ou seja, um Latossolo Vermelho distroférico (textura argilosa, altamente intemperizado, rico em óxidos, com elevada capacidade de adsorção de fosfatos), podendo-se inferir que houve uma significativa eficiência da inoculação das sementes e pulverização da cultura do Marandu com os microrganismos solubilizadores de fosfato sobre a disponibilidade de P não disponível (não lábil) para a classe de solo utilizada no experimento. Vale lembrar que o menor teor de P Mehlich 1 encontrado no tratamento T1 está relacionado com seu baixo pH CaCl_2 (Tabela 5) em relação aos demais, o qual influencia diretamente nas cargas variáveis do solo, reduzindo desta forma a disponibilidade de P lábil extraído por Mehlich 1.

Mesmo o uso de microrganismos solubilizadores de fósforo como inoculantes, apresentando poucos estudos relatando seu método de eficiência de aplicação de células em sementes, com variações em suas formulações, observamos diferenças significativas nos tratamentos. A utilização de fertilizantes naturais, apresenta uma alternativa promissora para

solos com deficiência de fósforo, devido a possuírem baixas taxas solubilizadoras (STOCKDALE et al., 2002), essa adubação associada com microrganismos do solo, como inoculantes solubilizadores de fósforo, são capazes de suprir a demanda necessária para planta (RAJAPAKSHA et al., 2011). Estudos, demonstram que o uso desses inoculantes pode reduzir até 50% o uso de adubos fosfatados (HINSINGER, 2001).

Os teores de P REM dos solos variaram de $1,87 \pm 0,07$ a $5,32 \pm 0,21$ mg dm⁻³, com diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos, onde o tratamento T8 (pulverização no solo 24 horas pós-semeadura com 500 mL ha⁻¹) apresentou o maior valor de P REM, porém não diferiu estatisticamente do T6 (pulverização no solo 24 horas pré-semeadura com 500 mL ha⁻¹). Porém, na Tabela 5 (pH CaCl₂) pode-se notar que o T6 apresentou o menor valor de pH CaCl₂, o que daria ao T8 maior vantagem de indicação na obtenção de menor capacidade de adsorção de fosfato pelo solo, indicado pelo maior valor de P REM obtido.

A concentração de fósforo remanescente (Prem) é necessária para estimar os níveis críticos do P para solos com diferentes capacidades tampão, sendo assim, imprescindível para o diagnóstico da disponibilidade desse nutriente (EMBRAPA, 2017). Quanto maior a concentração de fósforo remanescente (P REM), menor é a adsorção de fosfatos, podendo-se atribuir esta característica aos solos argilosos com elevado teor de matéria orgânica e aos solos arenosos com reduzido teor de óxidos de Fe e Al. Desta forma, quanto mais argiloso for um solo, maior será a adsorção de fosfatos e menor os teores de P-REM.

A remoção de matéria orgânica do solo provoca uma exposição de cargas positivas da fração coloidal (principalmente nos óxidos de Fe e Al) as quais estavam anteriormente ocupadas pelos radicais orgânicos (cargas negativas), proporcionando uma maior capacidade de adsorção de fosfatos e, conseqüentemente, uma redução na concentração de P na solução do solo.

4. CONCLUSÕES

Os atributos químicos do solo foram afetados significativamente pela presença e modo de aplicação de fontes solubilizadoras de fosfatos (*Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*). A inoculação + pulverização no solo 15 dias após a emergência da cultura do capim marandu, com a dose de 250 mL/ha, proporcionou maior valor de pH CaCl₂ e maior disponibilidade de

P no solo extraído por Mehlich 1. A utilização da dose de 500mL/ha em pulverização no solo 24 horas, em pré ou em pós-semeadura, proporcionou os maiores teores de P REM.

A variabilidade nas respostas observadas não permite determinar os efeitos dos microrganismos solubilizadores de fosfatos (*Bacillus subtilis* e *Bacillus megterium*) na produção forrageira do capim marandu.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, E.; JÚNIOR, N. D.; MOSQUIM, R. P.; REGAZZI, J. A.; ROCHA, C. F.; **Morphogenesis and structural characteristics of regrowth of *Brachiaria brizantha* cv. marandu assigned to three nitrogen levels.** Forragicultura • R. Bras. Zootec. 33 (6), 2004.

ALVAREZ, H. V.; DIAS, E. L.; JUNIOR, R. S. E.; SOUZA, B. R. e FONSECA, A. C. **Métodos de análise de enxofre em solos e plantas.** Viçosa: UFV, 131p, 2001.

CALDAS, J.; **Braquiária muito além da produção animal.** EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA CERRADO. Brasília, DF - Brasil, 2018.

CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M. et al. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. p.332-341, 1999.

COELHO, A.M., FRANÇA, G.E. **Seja o doutor do seu milho – nutrição e adubação.** 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1995.

DAMACENO, J. B. D.; FERREIRA, E.; DE OLIVEIRA, D. M.; DE SOUZA GUIMARÃES, R.; DA GAMA, R. T.; DE JESUS PADILHA, F. **Produção de biomassa de *Brachiaria ruziense* adubada com farinha de ossos calcinada sob tratamentos ácidos.** Revista Agrogeoambiental, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2018.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária, 2ª Edição, Editor Técnico Fábio César da Silva. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo.** Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Metodologia de aplicação de microrganismos solubilizadores de fósforo em sementes visando melhor aproveitamento deste nutriente pelas plantas.** Christiane Abreu de Oliveira ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo. 2013.

EUCLIDES, B. P. V.; MONTAGNER, B. D.; BARBOSA, A. R.; NANTES, N. N. **Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq.** Rev. Ceres, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 808-818, nov/dez, 2014.

HINSINGER, P. **Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review.** Plant and Soil, The Hague, v. 237, p. 173-195, 2001.

MARANHÃO, A. de M. C.; SILVA da F. C. C.; BONOME, P.; PIRES, V. J. A.; **Produção e composição químicas bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD.** Maringá, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009.

MENDES, C. de I.; JÚNIOR, R. dos B. F. **Microrganismos e disponibilidade de fósforo (P) nos solos: Uma análise crítica.** EMBRAPA CERRADO. Planaltina - DF. 26p, 2003.

MUNIZ, S. A. e PINTRO, C. J. **Apostila de análise química de solos.** Universidade Estadual de Maringá, Departamento Agronomia - Solos, 1998.

OLIVEIRA, DE A. C. L.; CARNEIRO, A. DE M.; LITTER, A. F.; CARVALHO, DE C. A. M.; YAMASHITA, M. O.; CAIONE, G. **Frações de fósforo em função do uso de fertilizantes fosfatados em distintas classes de solo.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR), v. 14, n. 4, 2021.

PORTO, E. M. V.; ALVES, D. D.; VITOR, C. M. T. et al. **Rendimento forrageiro da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses crescentes de fósforo.** Scientia Agraria Paranaensis, v. 11, p. 25-34, 2012.

RAJAPAKSHA, R. M. C. P.; HERATH, D.; SENANAYAKE, A. P.; SENEVIRATHNE, M. G. T. L. **Mobilization of rock phosphate phosphorus through**

bacterial inoculants to enhance growth and yield of wetland rice. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v. 42, n. 3, p. 301-314, 2011.

REZENDE, P. M. et al. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. Ciência e Agrotecnologia, v. 29, n. 06, p. 1105-1111, 2005.

ROCHA, R. N. C.; GALVÃO, J. C. C.; TEIXEIRA, P. C.; MIRANDA, G. V.; AGNES, E. L.; PEREIRA, P. R. G.; LEITE, U. T. **Relação do índice SPAD, determinado pelo clorofilômetro, com teor de nitrogênio na folha e rendimento em grãos em três genótipos de milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 4, n. 2, p. 161-171, 2005.

ROSSI, C., MONTEIRO, F. A. **Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins Braquiária e colonião.** Scientia Agrícola, 56, n. 4, p. 1101-1110, 1999.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal.** 2^a.ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.

SILVA, J. V. de S.; CRUZ, S. C. S.; ALOVISI, A. M. T.; KURIHARA, C. H.; XAVIER, A. D.; MARTINEZ, M. A. **Adubação fosfatada no feijoeiro cultivado sobre palhada de Brachiaria brizantha cv. Marandu.** Revista Ceres, v. 65, n.2, p. 181-188, 2018.

STEPHENS, J. H. G.; RASK, H. **Inoculant production and formulation.** Field Crops Research, Amsterdam, v. 65, p. 249- 258, 2000.

STOCKDALE, E. A.; SHEPARD, M. A.; FORTUNE, S.; CUTTLE, S. P. **Soil Use and Management.** Oxford, v. 18, p. 301-308, 2002.

VIANA, G. **Produto com tecnologia brasileira pode reverter dependência externa por adubos fosfatados.** EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA MILHO E SORGO. Brasília, DF - Brasil, 2019.