

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Marcelo Falaci Prudencio

Engenheiro Agrônomo

**DOSES DE FÓSFORO COM E SEM POLÍMEROS NA
PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DO CAPIM
MAVUNO**

Dracena

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Marcelo Falaci Prudencio

Engenheiro Agrônomo

DOSES DE FÓSFORO COM E SEM POLÍMEROS NA
PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DO CAPIM
MAVUNO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Tecnológicas –
Unesp, Câmpus de Dracena como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. Cecílio Viegas Soares Filho

Dracena
2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

P971d

Prudencio, Marcelo Falaci.

Doses de fósforo com e sem polímeros na produtividade e valor nutritivo do capim Mavuno / Marcelo Falaci Prudencio. -- Dracena: [s.n.], 2022.
69 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2022.

Orientador: Cecílio Viegas Soares Filho

1. Forragem. 2. Minerais na nutrição de plantas. 3. Fertilizantes fosfatados. 4. Plantas - composição. 5. Agricultura e tecnologia – sustentabilidade. I. Título.

Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas
CRB 8/6665



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Dracena



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DOSES DE FÓSFORO COM E SEM POLÍMEROS NA PRODUTIVIDADE
E VALOR NUTRITIVO DO CAPIM MAVUNO

AUTOR: MARCELO FALACI PRUDENCIO

ORIENTADOR: CECILIO VIEGA SOARES FILHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia
Animal, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. CECILIO VIEGA SOARES FILHO (Participação Virtual)
Departamento de Produção e Saúde Animal / FMV / UNESP - Araçatuba

Prof. Dr. REGES HEINRICHS (Participação Virtual)
Departamento de Produção Animal - DPA / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - FCAT
- UNESP - Dracena

Pesquisador Dr. ADÔNIS MOREIRA (Participação Virtual)
Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Soja

Dracena, 12 de dezembro de 2022

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Marcelo Falaci Prudencio, nascido em 14 de junho de 1983, na cidade de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo. Formou-se em Técnico Agropecuário, no Colégio Técnico Agrícola “José Bonifácio” de Jaboticabal, no ano de 2003. Em 2008 ingressou no curso de Agronomia na Universidade Camilo Castelo Branco campus Fernandópolis, Estado de São Paulo, na qual em 2013, obteve título de Engenheiro Agrônomo. Em fevereiro de 2021, ingressou no curso de mestrado do programa pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal, na área de produção de ruminantes. Membro do GENAP – Grupo de Experimentação em Nutrição e Adubação de Plantas, certificado junto ao CNPq.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família.

Em especial à minha mãe Cleunice Falaci
“In Memoriam”, minha Grande
incentivadora, eu OFEREÇO!. Ao meu pai
Marcos, pelo suporte. Ao meu irmão
Junior, pelo apoio. À Luiza e Maria Clara,
pela compreensão e paciência,
principalmente nos momentos de
ausência, eu AGRADEÇO!

AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar, por me dar força nos momentos difíceis e por estar sempre ao meu lado.

À UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira e a Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, por me proporcionar a realizar o curso de Mestrado e toda infra estrutura para realização do mesmo.

Ao Colégio Técnico Agrícola “José Bonifácio” UNESP campus Jaboticabal, que foi um marco em minha vida pessoal e profissional; tudo na vida tem um início e meu início foi o ingresso no Colégio Agrícola.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal.

Ao Professor Dr. Cecílio Viegas Soares Filho, pela oportunidade, incentivo, aconselhamento, amizade e paciência na condução da pesquisa e redação da dissertação, expressei minha eterna gratidão, meu muito OBRIGADO!

Aos professores: Reges Heinrichs; Rosemeire da Silva Filardi; Rafael Silveiro Bonilha Pinheiro; Gustavo do Valle Polycarpo. Obrigado pela oportunidade de assistir vossas aulas e contribuir para o meu crescimento.

Aos professores que aceitaram compor a banca de Qualificação: Prof^a Dr^a Cristiana Andrighetto, Prof. Dr. Gelci Carlos Lupatini, e a banca de Defesa: Prof. Dr. Reges Heinrichs, Prof. Dr. Adônis Moreira da EMBRAPA Soja e como suplentes a Prof^a Dr^a Carolina dos Santos Batista Bonini e Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB.

Aos funcionários do Setor de Zootecnia da UNESP/FMVA, em especial ao Carlos Renato, Laércio Marcon pela ajuda e paciência na condução das análises e do experimento.

À Mestranda, Eng. Agrônoma Gabriela da Silva Freitas e o Lucas Almeida estudante de Medicina Veterinária da UNESP/FMVA, pelo apoio e a ajuda na condução e nas avaliações do experimento, sempre solícitos e dedicados.

Aos colegas do Mestrado: Alexandre de Queiroz; Barbara Polidoro; Emanueli Floriano; Flaviane Fernandes; Fraine Aléssio; Francielly Santos; Gabriela Cordeiro; Giordani Mascoli; Isabela Cipriano; Jéssica Bortoloto; João Mansano; João Vitor Pirola; Mayara Caroline; Natalia Vieira; Sandie Bispo e Simone Beneti. Agradecimento especial ao Alexandre de Queiroz pela hospitalidade quando precisei me deslocar à Dracena e o João Vitor Pirola por me acomodar em sua República.

A todas as pessoas que auxiliaram direta ou indiretamente e contribuíram para realização deste estudo.

Meu muito obrigado!

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia, por que o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito bela para ser insignificante.” (Charlie Chaplin).

RESUMO

Resumo: Na busca pela melhoria da fertilidade e da recuperação das áreas degradadas e o aumento de suporte na capacidade da pecuária a pasto. O fosfato monoamônico (MAP) revestido com polímeros como fonte de fósforo (P) se mostra como uma ferramenta inovadora de suprimento e manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras. Com o objetivo de avaliar a eficiência agrônômica do fósforo (P) revestido com polímeros em braquiária híbrida Mavuno *Urochloa brizantha* x *Urochloa ruziziensis*, na nutrição, desenvolvimento, número de perfilhos, composição bromatológica e produção de massa seca da parte aérea e raízes em Argissolo vermelho amarelo distrófico. O experimento foi realizado em condições de campo em Araçatuba, SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com nove tratamentos, sendo duas fontes, o MAP com revestimento e o MAP sem revestimento de polímeros nas dosagens de 20, 40, 60 e 80 kg/ha⁻¹ de P₂O₅ acrescido do tratamento controle e quatro repetições em esquema fatorial 2×4+1. As variáveis analisadas foram à altura das plantas, número de perfilhos, índice relativo de clorofila, relação folha/colmo, massa seca de raízes, teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). A produtividade de massa seca de forragem variou de 15.195 a 19.634 kg ha⁻¹. O período de avaliação que constou de duas estações de crescimento e uma estação seca. Embora não tenha apresentado diferenças significativas entre as doses de P aplicadas verifica-se que a dose de 80 kg ha⁻¹ de P produziu 17% a mais que o tratamento controle. A altura de plantas do capim Mavuno, o número de perfilhos e o índice de clorofila (SPAD) não apresentaram diferenças significativas para fontes e a interação fontes e doses de P, mas respondeu na altura e densidade máxima a alta dosagem de P. Não foi constatada diferença significativa entre as fontes de P aplicadas na pastagem, mas houve um incremento conforme o aumento de doses para produção de massa seca média e acúmulo de massa seca, entretanto, a produção variou em função as doses de P. Os teores de FDN, FDA, PB e DIVMS não apresentaram diferenças significativas para fontes de P e a interação fontes e doses, mas apresentou diferença significativa para doses para FDA, PB e DIVMS. A produção de massa de forragem do capim *Urochloa* híbrida cv Mavuno respondeu conforme o aumento das doses de fósforo (P), no entanto, não foram encontradas diferenças no revestimento de polímeros para fatores de produção da forragem, e composição químico-bromatológica, altura de plantas, número de perfilhos e o índice relativo de clorofila.

Palavras-chave: Forragem. Minerais na nutrição de plantas. Fertilizantes fosfatados. Plantas - composição. Agricultura e tecnologia - sustentabilidade.

ABSTRACT

With the search for improvement of fertility and recovery of degraded areas and the increase of support in the capacity of pasture cattle. The polymer-coated MAP as a source of phosphorus would enter as an innovative tool for supplying and maintaining the productivity of forage grasses. The objective of this study was to evaluate the agronomic efficiency of polymer-coated phosphorus in hybrid brachiaria Mavuno (*Urochloa brizantha* x *Urochloa ruziziensis*), in nutrition, development, number of tillers, bromatological composition and dry mass production of the aerial part and roots in (typical Ultisol). The experiment was conducted under field conditions in Araçatuba, São Paulo, State, Brazil. The experimental design was in randomized blocks with nine treatments, being two sources, MAP with polymers and MAP without polymers in dosages of 20, 40, 60 and 80 kg-ha⁻¹ plus a control treatment and four replicates in a 2×4+1 factorial scheme. The variables analyzed were plant height, number of tillers, relative chlorophyll index, leaf/stem ratio, root dry mass, crude protein (CP), insoluble fiber in neutral detergent (NDF), insoluble fiber in acid detergent (ADF) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). Forage dry mass productivity ranged from 15,195 to 19,634 kg ha⁻¹ over the evaluation period consisting of two growing seasons and a dry season. The evaluation period consisted of two growing seasons and a dry season. Although there were no significant differences between the doses of P applied, it was observed that the dose of 80 kg ha⁻¹ of P produced 17% more than the control treatment. The height of plants of Mavuno grass, the number of tillers and the chlorophyll index (SPAD) showed no significant differences for sources and the interaction sources and doses of P, but responded in height and maximum density to high dosage of P. No significant difference was found between the sources of P applied to pasture, but there was an increase as the increase of doses for production of average dry mass and accumulation of dry mass, however, the production varied depending on the doses of P. The contents of NDF, ADF, CP and IVDMD contents did not show significant differences for phosphorus sources and the interaction sources and doses, but showed significant difference for P doses of the variables ADF, CP and IVDMD. Forage mass production of *Urochloa* hybrid cv. Mavuno responded as phosphorus (P) doses increased, however, no differences were found in polymer coating for forage production factors, and chemical and bromatological composition, plant height, number of tillers, and the relative chlorophyll index.

Keywords: Forage. Minerals in plant nutrition. Phosphate fertilizers. Plant - composition. Agriculture and technology - sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Recobrimento de Fertilizante de liberação lenta.....	24
Figura 2- Localização do Experimento.....	27
Figura 3- Médias de Precipitação, Temperatura e Umidade.....	28
Figura 4- Produção de massa seca acumulada em sete cortes (kg ha^{-1}) do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo.....	34
Figura 5- Produção de massa seca acumulada na estação das águas (kg ha^{-1}) do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo.....	34
Figura 6 - Altura das plantas (cm) do capim Mavuno.....	38
Figura 7 - Número de perfilhos (NP m^2) do capim Mavuno.....	38
Figura 8- Índice relativo de clorofila (SPAD) do capim Mavuno.....	41
Figura 9 - Produção média de massa seca (kg ha^{-1}) do capim Mavuno.....	42
Figura 10 - Acúmulo de massa seca ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) do capim Mavuno.....	43
Figura 11 - Teor de fibra insolúvel em detergente ácido (%).....	46
Figura 12- Teor de proteína bruta (%).....	47
Figura 13- Digestibilidade verdadeira in vitro da matéria seca (DIVMS %).....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Descrição dos Tratamentos.....	29
Tabela2- Produção de massa seca (PMS) acumulada (kg ha^{-1}), na estação das águas (kg ha^{-1}) e estação da seca (kg ha^{-1}) e produção de massa seca de raízes (kg m^{-3}) do capim Mavuno.....	33
Tabela3- Altura das plantas (cm), número de perfilhos (m^2), índice de clorofila (SPAD) e porcentagem de lâmina foliar (%)	37
Tabela4- Produção média de massa seca por corte (kg ha^{-1}) e acúmulo de massa seca por hectare por dia ($\text{kg ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$).....	40
Tabela 5- Teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), teor de proteína bruta (PB) e digestibilidade verdadeira in vitro da matéria seca (DIVMS) do capim Mavuno.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo Geral.....	17
2.1 Objetivos Específicos	17
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICES – FOTOS DO EXPERIMENTO	61

1 INTRODUÇÃO

Ao final de 2021 o rebanho bovino brasileiro ficou estimado em 196,47 milhões de cabeças, com 39,14 milhões de cabeças abatidas e 9,71 milhões de toneladas de carne produzida (ABIEC, 2022).

As pastagens predominam como a principal fonte e de menor custo na alimentação dos rebanhos no Brasil (SENAR, 2012). Na maioria das vezes a produtividade está diretamente ligada à qualidade e produtividade das forrageiras. Segundo Vitoria Filho *et al.* (2014), a produtividade média da pecuária bovina no Brasil é considerada baixa, com lotação inferior a uma unidade animal (UA) por hectare (UA = 450 kg de peso vivo). Houve uma melhora crescente no ganho animal recentemente. A média de cabeças de gado em áreas de pastagem no Brasil é de 0,97 UA/ha, na média, algo próximo de uma cabeça de gado por hectare, mas considera que a qualidade e produtividade média ainda sejam baixas, nessas pastagens (IBGE, 2017).

Existe um grande número de espécies e cultivares de forrageiras tropicais que estão sendo utilizadas como pastagens no Brasil. As do gênero *Brachiaria* (= *Urochloa*) são as que apresentam maiores adaptações às diversas condições ambientais no país. Na qual permite que no Brasil se cultive mais de 80 milhões de hectares com pastagens dessa espécie. Aproximadamente 90% da área é ocupada por duas espécies: *Urochloa brizantha* e *Urochloa decumbens*. Com a *U. brizantha* se predomina a cultivar Marandu e, recentemente, foram lançadas, as cultivares BRS Piatã e Xaraés. A espécie *U. decumbens*, predomina a cultivar Basilisk. (ZIMMER *et al.*, 2012). De acordo com as características deste gênero de plantas, são amplamente usadas na formação de áreas degradadas (DUSI, 2005). Especialistas afirmam, que dos 163,1 milhões de hectares de pastagens no Brasil (ABIEC, 2022), sendo que cerca de 70% apresentam algum nível de degradação (MACEDO *et al.*, 2013).

Diversos fatores que levam à degradação das pastagens, entre eles, a escolha da espécie forrageira inadequada, formação inicial deficiente, manejo incorreto da pastagem, e a falta de adubação de manutenção (PERON; EVANGELISTA 2004).

Em pastagens extensivas, com a finalidade de evitar a degradação da pastagem, a cada dois anos é recomendável a aplicação em cobertura de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (SOUSA; LOBATO, 2003).

O fósforo (P) é de fundamental importância na estrutura radicular e no perfilhamento das gramíneas forrageiras, a falta deste elemento pode diminuir a capacidade de suporte das pastagens em quantidade e em qualidade. Os níveis extremamente baixos de P disponível e na sua totalidade são um dos entraves na formação e manutenção de pastagens. A alta capacidade de adsorção do fósforo devido à acidez e altos teores de alumínio (Al) e óxidos de ferro é uma das consequências da deficiência deste elemento (MACEDO, 2004).

O P é um dos elementos essenciais para as plantas e compõe as partes estruturais das células e metabólitos móveis, como o adenosina trifosfato (ATP). A reposição de P se faz exclusivamente pelo sistema radicular, e a absorção na maior porcentagem, acontece por difusão (ALVARES *et al.*, 1999; SILVA, 1999).

Contudo, na necessidade de desenvolver estratégias que diminuam os efeitos negativos da fixação e melhorem a eficiência da adubação fosfatada, existe o revestimento dos fertilizantes fosfatados com polímeros. Assim como empresas que possuem essa linha com a tecnologia desenvolvida e utilizada para revestir os grãos dos fertilizantes com polímeros que proporcionam um maior e melhor aproveitamento pelas plantas (VALDERRAMA; BUZETTI, 2017). Essa tecnologia de fertilizantes fosfatados com revestimento de polímeros podem reduzir as perdas na adsorção do P pelos colóides do solo e reduzir o contato do fósforo com os óxidos de Fe e Al e argila, que afeta negativamente a disponibilidade do P no solo e sua absorção. Com isso, o uso do fosfato monoamônico (MAP) com o revestimento de polímero, o fósforo (P) poderá ser mais bem aproveitado pelas plantas (FIGUEIREDO *et al.*, 2012; COSTA *et al.*, 2022).

Assim, a hipótese deste trabalho é que o MAP revestido com polímeros proporciona uma melhor qualidade da forragem e pastagens do capim híbrido Mavuno (*Urochloa*). Utilizando o MAP revestido com polímeros como fonte de P na adubação, terá um maior enraizamento e produção de massa seca por hectare.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Objetiva-se avaliar a eficiência agronômica do Fosfato monoamônico revestido com polímeros em Braquiária Híbrida Mavuno sob os parâmetros de produção e o valor nutritivo desta forrageira.

2.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Avaliar o desenvolvimento da gramínea, número de perfilhos;
- Quantificar a produção de massa seca da pastagem;
- Quantificar o teor de clorofila das plantas;
- Analisar a composição bromatológica da forragem: Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e Proteína bruta (PB);
- Avaliar o sistema radicular quanto à produção de massa seca.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Pastagens no Brasil e a importância para pecuária

A pecuária no Brasil em sua maior parte é extensiva. O Brasil é o maior exportador de carne bovina sendo que atingiu a série histórica de exportação de carne *in natura* e detém uma fatia significativa do rebanho mundial de bovinos (ABIEC, 2022), criados principalmente em pastagens que ocupam 21,2% do território nacional, sendo 13,2% com pastagens cultivadas e 8% com pastagens nativas (EMBRAPA, 2018), distribuídas nas 2,6 milhões de propriedades (IBGE, 2017).

Houve uma melhora crescente no ganho animal recentemente. Mas a produção de bovinos ainda é em regime extrativistas de pastagens (MARTHA JÚNIOR; CORSI, 2001). E que ainda enfrenta muitos entraves, como a degradação das pastagens. Almeida *et al.* (2019) citam que cerca de 80 % de pastagens que existem no Brasil apresentam algum nível de degradação. De acordo com Dias-Filho (2014), 52% dessas pastagens estão degradadas e outros 25%, em processo de degradação. Vitoria Filho *et al.* (2014), afirmam que a qualidade e produtividade média também sejam baixas nessas pastagens.

O uso inadequado nos aspectos fisiológicos das forrageiras, superpastejo, controle de pragas e invasoras negligenciado e da baixa fertilidade e falta de reposição de nutrientes afetam o desenvolvimento dessa pastagem (MACEDO; ARAÚJO, 2013). Segundo dados do IBGE (2017), 58% dos produtores rurais não utilizam nenhum tipo de fertilizante. Presume-se que esse dado, seja ainda maior entre os pecuaristas, embora vários estudos mostrem a sua eficiência (HEINRICHS *et al.*, 2012; SOARES FILHO *et al.*, 2015).

Apesar dos altos índices de degradação, uma pequena parcela do setor vem gradativamente adotando tecnologias, como: correção e adubação de solo; controle de plantas daninhas; irrigação; os sistemas Integrados (ILP, ILPF e IPF) e pastejo rotacionado.

A produtividade da pecuária de corte no Brasil é de 5,1 arrobas/hectare/ano, podendo ser melhorada com a aplicação dessas tecnologias e manejo das pastagens (TORRES JÚNIOR *et al.*, 2013).

Com esse aumento de produtividade tem melhorado, uma vez que o ritmo de crescimento do rebanho bovino vem superando o aumento das áreas de pastagem do país como um todo (MARTHA JÚNIOR *et al.*, 2012).

Existe uma grande diversidade de gramíneas utilizadas na formação de pastagens. Os capins do gênero *Cynodon*, como: Tifton 85; Jiggs e Coast Cross, são bastante utilizadas nos sistemas de intensificação de pecuária a pasto, são perenes, de rápido estabelecimento e apresentam excelente valor nutricional (AGUIRRE *et al.*, 2020). Devido aos altos custos de implantação e certo nível de conhecimento ao seu manejo e a maior parte dos cultivares requerer propagação por mudas, isso restringe a sua adoção na maioria das vezes a pequenas áreas. As Gramíneas do gênero *Megathyrsus* (Mombaça, Miyagui, Quênia, Tamani e Zuri) também são bastante utilizadas nos sistemas intensivos e semi-intensivos. Essas gramíneas representam aproximadamente 10% da área de pastagens do Brasil (LOPES *et al.*, 2019). São gramíneas de maiores exigências em fertilidade de solo e à maior dificuldade e certo nível de conhecimento de manejo, e está perdendo espaço para cultivares de espécies do gênero *Urochloa*. As gramíneas do gênero *Urochloa brizantha* (Marandu, MG 4, MG 5, Marandú, Paiaguás, Piatã e Xaraés) *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis* ocupam cerca de 95 milhões de hectares de área de pastagens cultivadas no Brasil em sistema mais extensivo (DUARTE *et al.*, 2020). Das cultivares de *Urochloa*, a *U. brizantha* predomina a cultivar Marandu e, recentemente introduzidas, as cultivares BRS Piatã e Xaraés. A espécie *Urochloa decumbens*, predomina a cultivar Basilisk. na maior parte das pastagens (ZIMMER *et al.*, 2012).

Além da espécie forrageira adotada, a disponibilidade de nutrientes no solo, não são os únicos fatores a serem considerados, mas são muito importantes para o estabelecimento e uso das pastagens (FAGUNDES *et al.*, 2006).

3.2 *Urochloa* spp. cv. Mavuno

O gênero *Urochloa* predomina dentro das espécies forrageiras mais utilizadas em pastagens no país junto com o gênero *Megathyrsus* devido a principal característica de adaptação às variadas condições edafoclimáticas (RODRIGUES, 2017).

A *Urochloa brizantha*, que se caracteriza pela boa produção em solos de média a alta fertilidade e apresenta resistência à cigarrinha-das-pastagens e da *Urochloa ruziziensis*, por ter grande aceitação pelos animais, e por apresentar alto valor nutritivo (SILVA *et al.*, 2017).

O capim Mavuno é uma forrageira do resultado de um cruzamento híbrido de *Urochloa brizantha* x *Urochloa ruziziensis* e desenvolvida pela Wolf Sementes no ano de 2016. Pouco se sabe sobre essa forrageira como dados de produção, manejo e repostas à fertilização, e existem poucos estudos relacionados, sendo necessário desenvolver mais pesquisas sobre essa forrageira (RODRIGUES, 2017).

Apresenta alta produção de biomassa, juntamente com um alto nível de digestibilidade, o que torna um nível alto de aceitação e estimula o consumo dos animais em pastejo. O híbrido apresenta uma ótima resistência à cigarrinha, que é uma característica da *Urochloa brizantha* e um alto valor nutritivo característico da *Urochloa ruziziensis* (WOLF SEMENTES, 2022).

Em pesquisa realizada na Flórida (EUA), Silva *et al.* (2020) observaram, que a DIVMS e a produtividade anual de forragem do capim Mavuno comparado com o híbrido Mulato II (*U. ruziziensis* x *U. brizantha*), foram semelhantes e superior comparado com os capins do gênero *Cynodon*, Tifton 85 e Jiggs. Segundo os autores o corte do capim Mavuno a cada três semanas, no verão, foi verificado maior valor nutricional sem afetar a persistência, em comparação ao corte a cada seis semanas.

Oliveira *et al.* (2018) observaram uma maior tolerância do capim Mavuno ao sombreamento em comparação com o BRS Zuri e Tamani, que são cultivares de *Megathyrsus maximus*, indicando a viabilidade ser inserido em sistemas integrados.

Os híbridos de *Urochloa (brizantha* x *ruziziensis)* apresentam hábito de crescimento cespitoso-ereto, com formação de touceiras. Segundo Muglia (2021), são plantas que apresentam alta capacidade de crescimento, sendo que, a disposição de suas folhas permite um melhor aproveitamento da energia solar e consequentemente uma maior eficiência na interceptação de luz e a resposta dessa característica em condições de sombreamento das folhas basais, é que a planta tende a alongar o colmo para que as folhas tenham incidência de luz em sua superfície. Em estudo realizado por Oliveira *et al.*

(2018) a *Urochloa spp.* cv. Mavuno apresentou maior adaptação ao sombreamento.

O híbrido capim Mavuno apresenta um extenso sistema radicular, o que confere um material com uma ótima tolerância a seca e oferecendo uma maior quantidade de massa de forragem verde para a alimentação dos animais (MAGALHÃES, 2021).

3.3 Fósforo

O fósforo (P) é um dos nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, nenhum outro nutriente pode substituí-lo, é um componente fundamental nos processos metabólicos dos vegetais, como a fotossíntese e a respiração (LOPES, 1998). Esse elemento ainda possui distintas funções em diversos processos biológicos, como síntese de ácidos nucléicos, síntese e estabilidade da membrana, ativação e inativação de enzimas, reações de redox, metabolismo de carboidratos e a fixação de nitrogênio (RAGHOTHAMA, 1999). Existem no metabolismo celular, vários compostos intermediários que contém fósforo em sua constituição, como adenosina trifosfato (ATP) e pirofosfatos, que transferem energia de processos energéticos (MACHADO; NOME, 1998).

Nas plantas, o P é absorvido no solo preferencialmente na forma de ânion ortofosfato primário H_2PO_4^- e pequenas quantidades na forma de ânion ortofosfato secundário HPO_4^{2-} (LOPES, 1998). A disponibilidade de P no solo é controlada pela força iônica, pH baixo, concentração de P e metais (ferro, alumínio e cálcio) e ânions competitivos e/ou ácidos orgânicos (HINSINGER, 2001).

Devido à capacidade reativa com os componentes do solo, o transporte desse elemento para as plantas ocorre preferencialmente via difusão (HORST *et al.*, 2001).

O fosfato é móvel na planta, podendo ser translocado tanto para a parte aérea quanto para as raízes. Após a absorção do fosfato pelas raízes, esse nutriente é transportado através da membrana plasmática de células epidérmicas e corticais por meio de um conjunto de transportadores de fosfato (POIRIER; BUCHER, 2002).

O P atua na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e na transferência de energia, divisão celular, promove a formação e o crescimento prematuro das raízes, ajuda as raízes e as plântulas a se desenvolverem mais rapidamente (LOPES, 1998).

3.5 Adubação Fosfatada e Fertilizantes Revestidos com Polímeros

A falta de adubação adequada leva a deficiência principalmente dos macronutrientes dentre eles o P. E desencadeia o declínio das pastagens e a diminuição da produtividade.

Um dos problemas relacionados ao fosfato é a sua fixação pelo solo, daí a dificuldade em mantê-lo em solução. A fixação do fósforo nos solos brasileiros se dá pela ligação formada com a argila ou a precipitação do mesmo junto ao ferro (Fe) e alumínio (Al). A eficiência de adubação com P geralmente é baixa, pois do que é adicionado ao solo, a maior parte torna-se imóvel ou indisponível e desse modo 10% do P da origem dessa adubação é recuperado pelas plantas (CIARELLI *et al.*, 1998).

Os fosfatos tem origem de rochas naturais que são utilizados para o processamento industrial dos fertilizantes com altamente solúveis em água. Na sequência através da reação de ácidos ocorre a degradação da estrutura desse fosfato. O ácido sulfúrico é utilizado no processamento do superfosfato simples e o ácido fosfórico utilizado para produção do superfosfato triplo, e ocorrendo a elevação da temperatura no processo, ocorre a produção dos termofosfatos. A mistura do ácido fosfórico com amônia produz os fosfatos de monoamônio (MAP) e diamônio (DAP), com a combinação desses nutrientes (TOMAZ, 2009).

O uso de P polimerizado vem sendo apresentado como uma nova opção na redução da adsorção do P pelos colóides do solo. A liberação gradual promovida pelo revestimento do nutriente faz com que o contato deste com os óxidos de Fe e Al e a argila seja reduzido, não havendo assim a formação de compostos estáveis o que poderia diminuir a disponibilidade deste nutriente no solo (AGOSTINHO *et al.*, 2010).

Com essa nova tecnologia do revestimento de fertilizantes fosfatados, se busca que se forme uma camada de proteção contra os agentes que causam a perda de nutrientes e não causem efeitos negativos de disponibilização desses

nutrientes as plantas. E com relação às fontes convencionais, a liberação do nutriente ocorre através dos microporos pela entrada da água e durante esse processo ocorre a difusão do interior do grânulo para o solo. Nesse processo ocorre o aumento da pressão osmótica no interior do grânulo, aumentando assim o tamanho dos poros e ocorrendo a difusão do nutriente para o solo (SILVA *et al.*, 2012; GAZOLA *et al.*, 2013). Quando o fertilizante com polímeros é aplicado ao solo ocorre a liberação de cargas positivas, deixando o nutriente disponível para a absorção (BORIM, 2021).

Segundo Valderrama *et al.* (2009), as fontes nitrogenadas e fosfatadas de liberação gradual podem ser econômicas, ter custo de produção e menores impactos ambientais, refletindo em menores perdas por fixação (P), lixiviação e volatilização (N).

Terry Tindall, (2007) afirma que a recuperação do P pelas plantas fica ao redor de 5 a 25% do total aplicado e as estratégias para aumentar a disponibilidade incluem aplicação localizada de P e aplicação conjunta de N-amoniaco. De acordo com Cantarella *et al.* (2020), O P constitui a base da adubação da pastagem e é considerado o elemento que condiciona os aumentos de produção de forragem em sinergia com nutrientes exigidos em maiores quantidades pelas plantas, como é o caso do nitrogênio.

Francisco, Bonfim-Silva e Teixeira (2017) citam que a época ideal de aplicação do fertilizante fosfatado é na implantação da pastagem em que é o momento em que se faz a incorporação da fonte utilizada para aumentar a disponibilidade de P no solo. Na condição de manutenção da pastagem é recomendável que a fonte fosfatada seja aplicada no início da estação chuvosa permitindo o fornecimento de P às plantas e consequentemente garantindo uma rápida rebrota e o restabelecimento da forragem após o período da seca.

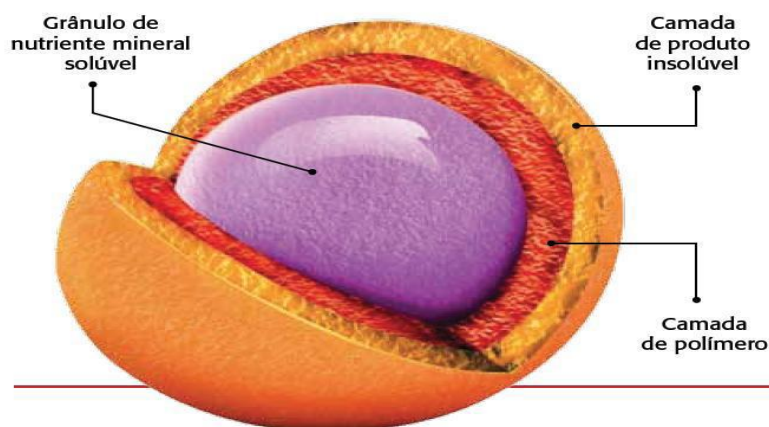
Com o intuito da recuperação das áreas degradadas e foco no aumento de suporte na capacidade da pecuária a pasto. Sendo que, nos solos brasileiros, o P, é considerado um nutriente essencial para a formação das pastagens (SANTOS; TIRITAN; FOLONI, 2012). E também da existência das fontes de adubos fosfatados, como os fosfatos solúveis: superfosfato simples e triplo (fosfatos monocálcicos), termofosfatos, fosfatos diamônico (DAP) (MONTEIRO, 2010; SOUSA; LOBATO, 2003).

O MAP revestido com polímeros como fonte de P entraria como uma ferramenta inovadora de suprimento e manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras. Assim, destaca Borsari (2013) como tecnologia promissora, que os fertilizantes inteligentes permitem uma liberação lenta ou controlada (Figura 1), para que seja absorvido em quantidades adequadas pelas plantas, frente à diminuição de perdas por lixiviação, volatilização e adsorção, e os baixos percentuais de absorção pelas plantas de nutrientes nos fertilizantes minerais.

O Comitê Europeu de Normalização (CEN) para fertilizantes de liberação lenta (Slow-Release-Fertilizer) propôs que um fertilizante pode ser descrito como de liberação lenta se atender os seguintes critérios, a uma temperatura de 25 °C (Kloth, 1996, citado por Trenkel, 2010):

- Não mais de 15 % do nutriente liberado em 24 horas;
- Não mais de 75 % do nutriente liberado em 28 dias;
- Pelo menos cerca de 75 % do nutriente liberado no tempo de liberação declarado.

Figura 1 - Recobrimento utilizado em fertilizantes de liberação lenta.



Fonte: Borsari (2013).

Na fabricação dos fertilizantes revestidos com polímeros se utilizam membranas impermeáveis ou semipermeáveis com poros finos (poliuretanos, poliésteres, resinas) que se decompõe muito lentamente. A tecnologia de

fabricação varia entre empresas, relativamente ao material utilizado no revestimento (tipo de polímero) e à técnica de revestimento (ZAVASCHI, 2014).

O revestimento com polímeros nos fertilizantes fosfatados solúveis atua na proteção física da fonte de P, mitigando as ações negativas da umidade, da temperatura do solo, e fatores químicos, como ação do pH e dissociação do elemento (LANA *et al.*, 2010).

A tecnologia Policote atua no microambiente ao redor do fertilizante mantendo-os disponíveis às plantas durante seu desenvolvimento, permitindo sua adequada nutrição (WIRSTCHAT, 2022). Arf e Reis Junior (2017), concluíram em seu estudo que o revestimento do adubo fosfatado com policote Phós é mais uma ferramenta para aumentar a eficiência da adubação fosfatada. Definir práticas de manejo que sejam capaz de atender o objetivo do produtor a médio e longo prazo, visando maior sustentabilidade ambiental, lucratividade e economicidade e longevidade.

De acordo com os benefícios esperados se pretendem determinar práticas mais eficientes com o uso de fósforo com polímeros no manejo de pastagens para obtenção de produção pecuária sustentável.

3.6 Composição Bromatológica PB, FDN, FDA e DIVMS

A análise bromatológica é o ponto inicial para conhecer e avaliar a concentração e disponibilidade dos nutrientes nos alimentos, e serve para simular a resposta animal entre variadas formas do pastejo (VAN SOEST, 1982). Dentre os métodos de análises, o método de Van Soest (1965), é o mais utilizado para analisar a composição química das forrageiras.

O valor nutritivo das plantas forrageiras está relacionado com o estágio de maturação, o qual depende do aumento da relação caule/folha, em decorrência da intensificação do processo de alongamento dos caules (LAVEZZO, 1988). À medida que a planta se desenvolve, ocorre diminuição do seu valor nutritivo, representado pelo menor teor protéico e aumento da fração fibrosa e lignina (KILKER, 1981).

Dentre os principais componentes que constituem uma boa forragem pode-se citar a PB, componente alimentar de fundamental importância para o animal. A FDN, responsável por ter uma alta correlação com a velocidade de

ingestão de alimentos dos ruminantes e a FDA que influencia diretamente no processo de digestibilidade (VELASQUEZ, 2013).

Por meio de detergente neutro, é possível separar o conteúdo celular (parte da forragem solúvel em detergente neutro), que se constitui basicamente de proteínas, gordura, carboidratos solúveis, pectina e outros compostos solúveis em água da parede celular, que se constitui em (FDN) que é a fibra em detergente neutro, (VAN SOEST *et al.*, 1991).

A FDA é obtida através da extração do material vegetal com soluções de ácidos fortes de detergentes quaternários (brometo cetil trimetil amônio). O resíduo desse resultado é usado na estimativa seqüencial de lignina, cutina, celulose, nitrogênio indigestível e sílica (VAN SOEST, 1994).

O teor de proteína bruta de um alimento é mensurado a partir do teor de nitrogênio presente na amostra analisada (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Ensaio *in vivo* envolvendo produção animal e digestibilidade são os métodos mais adequados para se determinar o valor nutricional dos alimentos utilizados na nutrição dos ruminantes. Esses métodos requerem considerável uso de animais, alimentos, mão de obra, tempo e alto custo financeiro, limitando, assim, a sua aplicabilidade. Como consequência, várias técnicas *in vitro* vêm sendo utilizadas como opção, devido ao baixo custo e à rápida execução (MAURÍCIO *et al.*, 2003).

As técnicas *in vitro* de produção de gases são capazes de simular o ambiente ruminal e a digestão enzimática. (THEODOROU *et al.*, 1994). Essa técnica tem sido utilizada para estimar a digestibilidade *in vivo* e mensurar a degradação ruminal, pois simula as condições do rúmen, como a atmosfera anaeróbica, temperatura de incubação constante (39°C) e pH adequado (GATACHEW *et al.*, 1998; NOGUEIRA *et al.*, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição da Área Experimental

O experimento foi realizado em condições de campo durante os anos de 2021-2022 no Setor de Zootecnia da UNESP/FMVA, Câmpus de Araçatuba-SP, localizado na região noroeste do Estado de São Paulo a 390 metros de altitude, latitude 21°10'52.5" S e longitude 50°26'6.3" O (Google Earth, 2022) (Figura 2).

Figura 02 - Localização do experimento no campus FMVA/UNESP, Araçatuba/SP, Zona Rural, segundo dados do Google Earth do ano 2022.

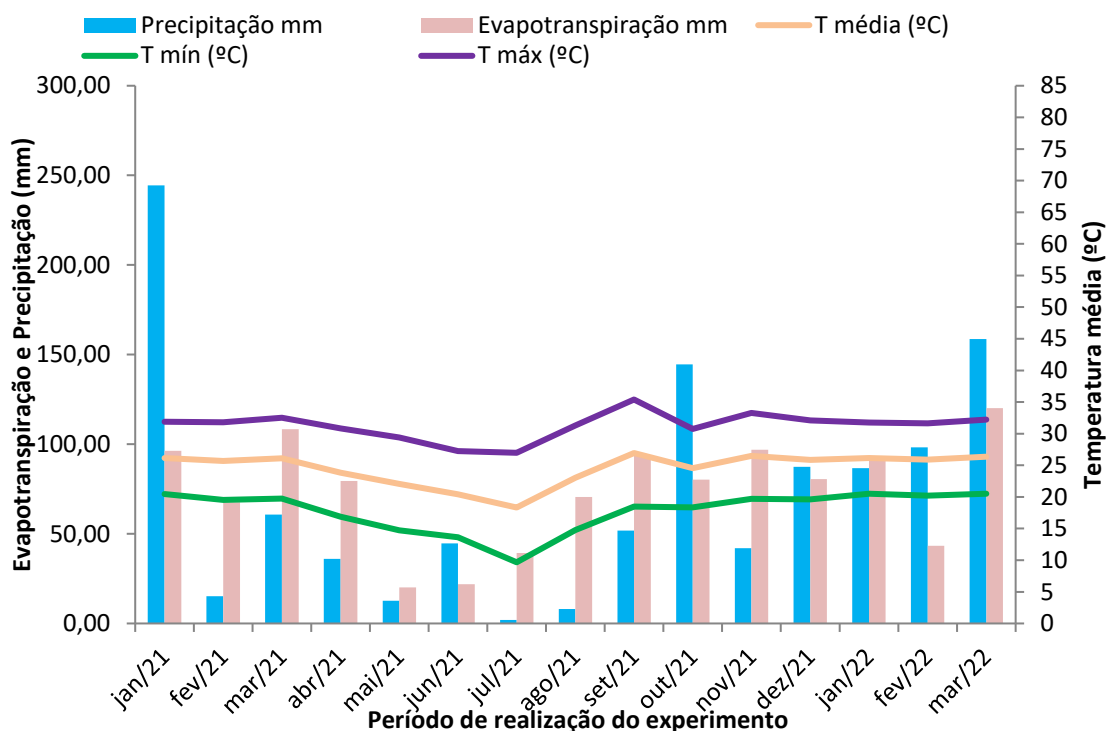


Fonte: Google Earth (2022).

O clima é definido como Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizado pelas estações de verão quente e úmido e inverno quente e seco, com maior índice pluviométrico entre novembro e março. (ALVARES *et al.*, 2013).

Os dados de precipitação acumulada mensal e temperatura média máxima e mínima são apresentados na Figura 3.

Figura 3 - Médias mensais das temperaturas do ar, máxima e mínima (°C), precipitação acumulada e evapotranspiração de referência (mm), durante o período experimental (janeiro / 2021 a abril / 2022).



Fonte: Adaptado de CIIAGRO (2022)

A classificação do solo é o Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018). Por ocasião da instalação do experimento, foi feita a análise de solo em setembro de 2020 e foram revelados os teores de: M.O. = 16 g dm⁻³; pH = 5,1; P (resina) = 4g dm⁻³; K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al, SB e CTC de 0,6; 18; 11; 22; 29,6; e 51,6 mmol_c-dm⁻³, e saturação por base V= 57%; argila = 155 g kg⁻¹; silte = 110 g kg⁻¹ e areia total = 735 g kg⁻¹ respectivamente.

Foi realizada a calagem determinada a partir do método de saturação por bases, objetivando a elevação a 60%, o solo foi corrigido com a aplicação, de uma t por ha⁻¹ de calcário dolomítico com 90% de PRNT (QUAGGIO *et al.*, 2022). Realizada em cobertura no final do mês de agosto de 2020.

4.2 Espécie Forrageira

A espécie forrageira é a Braquiária Híbrida Mavuno (*Urochloa brizantha* × *Urochloa ruziziensis*). O experimento foi realizado em uma área com a forrageira já estabelecida há dois anos. Na qual foram conduzidos estudos nos anos de 2018 a 2020.

4.3 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados com quatro repetições, arranjado em esquema fatorial $2 \times 4 + 1$, composto por duas fontes de P (fosfato monoamônio sem e com proteção por polímeros) e quatro doses (20, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅), acrescido de um tratamento controle com zero de P (Tabela 1). O fosfato monoamônio (MAP) sem revestimento apresentou 11% de N, 52% de P₂O₅, enquanto o fosfato monoamônio com revestimento de polímeros apresentou 10% de N e 49% de P₂O₅. Devido o revestimento do polímero a concentração de nitrogênio e fósforo é um pouco inferior ao sem revestimento.

A adubação de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) foi homogênea em todas as parcelas, respectivamente, 40 e 60 kg/ha⁻¹, sendo as fontes foram uréia e cloreto de potássio.

Tabela 1- Descrição da aplicação de fertilizantes em cobertura na pastagem do capim Mavuno, 2021.

Fertilizante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fosfatado			
	----- kg ha ⁻¹ ----- -----		
Controle	0	0	60
Sem Polímeros	40	20	60
Sem Polímeros	40	40	60
Sem Polímeros	40	80	60
Sem Polímeros	40	160	60
Com Polímeros	40	20	60
Com Polímeros	40	40	60
Com Polímeros	40	80	60
Com Polímeros	40	160	60

Fonte: Elaborado pelo autor

Cada parcela será constituída de 3,0 m x 3,0 m (9 m²), totalizando 36 parcelas.

Nos Tratamentos foram aplicados os fertilizantes, no início da época chuvosa, após corte de uniformização. A cada corte foi aplicado como forma de adubação de manutenção 40 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia (45% de N).

4.4 Componentes Avaliados na Pastagem

4.4.1 Produção de forragem

Durante o período experimental, foram realizados sete cortes (18/02/2021; 01/04/2021; 27/05/2021; 23/12/2021; 26/01/2022; 23/02/2022 e 28/03/2022), para a avaliação do capim Mavuno. Os cortes foram realizados quando a altura média das plantas atingiu 0,5 m, por meio de amostragem (Sá et al., 2019). As avaliações foram realizadas na produção de massa seca da pastagem, porcentagem de lâmina foliar e porcentagem de colmo + bainha da gramínea. Foi medida a altura média da pastagem com a leitura de pontos representativos por tratamento até atingir a altura ideal de corte e deixando um resíduo de 0,15 m de altura acima do solo (SILVA et al., 2020).

A massa de forragem foi mensurada por meio do uso de um quadrado de ferro com 1 m² por unidade experimental. Os quadros foram posicionados em pontos representativos de cada parcela e a forragem contida no interior do quadro foi cortada e obtido o peso de massa verde de forragem. Para a avaliação foram retiradas duas alíquotas de forragem, sendo uma para a determinação da massa seca de forragem e a outra para separação dos componentes morfológicos da forragem.

Essa alíquota foi separada nas frações lâmina foliar verde, pseudocolmo (colmo + bainha) da gramínea, e porcentagem de material morto, as quais foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, conforme (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Os valores de matéria seca no campo foram convertidos para tonelada de massa seca de forragem por hectare e os componentes morfológicos expressos como proporção (%) da massa de forragem. Após o material foi moído em moinho tipo Wiley para análises bromatológicas. A segunda alíquota ou subamostra foi mantida inteira, também passou pela secagem, pesagem e determinação da massa seca de forragem, que depois foi utilizada no cálculo da produtividade. O acúmulo diário de forragem foi obtido pela produtividade de massa seca dividido pelo número de dias entre duas avaliações (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹).

4.4.2 Avaliação do número de perfilhos

Para a avaliação do perfilhamento, foram utilizados anéis de 0,25 m² que foram envolvidos na touceira, em pontos onde representaram a altura média da parcela e posterior contagem do n° de perfilhos de cada unidade experimental. E posteriormente determinado a densidade populacional de perfilhos, por área (n°/m²).

4.4.3 Avaliação do sistema radicular

A avaliação do sistema radicular foi realizada ao final do experimento. Foi determinada a biomassa radicular da pastagem estratificada na profundidade de 0 a 0,2 m através de uma amostra por parcela, utilizando-se um tubo cilíndrico de aço de 0,5 m de comprimento e 0,1 m de diâmetro, com

abertura no meio para facilitar a coleta das amostras. As raízes foram separadas do solo através de lavagens sucessivas em água corrente em peneiras com malha de 1,0 mm até que não seja mais possível se identificar qualquer contaminação com solo. Logo a seguir as amostras de raiz foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. E foram moídas ao final as raízes e analisadas o N-total pelo método micro-Kjeldhal, descrita por (SILVA; QUEIROZ, 2002).

4.4.4 Medidas do teor de clorofila

O teor de clorofila foi determinado de forma indireta, um dia antes das plantas serem colhidas, utilizando-se o aparelho *Clorophyll Meter* SPAD-502 (SPAD - Soil and Plant Analysis Development). Foram tomadas leituras de valor SPAD em uma lâmina de folhas recém- expandidas, de dez plantas por parcela, foi computada a média de dez medições (SANTOS, 1997).

4.4.5 Valor nutritivo do capim Mavuno

Foram analisados a composição bromatológica os teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), (CAMPOS; NUSSIO, 2004), e a digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DIVMS), (HOLDEN, 1999).

A determinação do teor de N-total ocorreu pela digestão sulfúrica seguido por destilação pelo método micro-Kjeldahl seguindo a descrição de AOAC (1995). O teor de proteína bruta da planta foi calculado multiplicando-se o teor de N-total por 6,25 (SILVA; QUEIROZ, 2002). Os teores de FDN e FDA foram determinados pelo método de Van Soest, Robertson e Lewis (1991) adaptado para um determinador de fibra Tecnal TE-149. Após a determinação da FDN, a fibra residual foi incubada para determinação da FDA.

A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada usando a técnica descrita por (TILLEY; TERRY, 1963), modificada por (VAN SOEST; WINE; MOORE, 1966) com uma adaptação ANKOM (2005), em um incubador ANKOM Daisy^{II} e um analisador de fibra Tecnal TE-149. Em síntese, as amostras foram incubadas por 48 horas no incubador ANKOM Daisy^{II}, utilizando fluido ruminal de bovinos alimentados com gramíneas

tropicais. Após a incubação, as amostras foram submetidas à análise de FDN descrita acima e os resíduos da digestão foram determinados e usados para calcular a digestibilidade.

4.4.6 Análises Estatísticas

Os dados foram testados quanto à normalidade dos erros, homogeneidade de variâncias e a variável produção de massa seca, composição botânica, sistema radicular, conteúdo de clorofila e composição bromatológica foram avaliados estatisticamente através da análise da variância, utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2011), no modelo de parcelas subdivididas, sendo os tratamentos considerados como parcela principal e os cortes como sub-parcela, no esquema fatorial $2 \times 4 + 1$. Foram submetidos os resultados à ANOVA, constatado significância, as médias das fontes de P foram comparadas entre si pelo teste F e as doses pelo teste de Tukey a 5% de significância. Aplicou-se as equações de regressão somente para os dados que foram significativos (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Componentes de Produtividade do Capim Mavuno

5.1.2 Produção de massa seca parte aérea e raízes

As fontes de fosfato monoamônico (MAP) não apresentaram significância na ausência e presença de polímeros, para a produção de massa seca (MS) acumulada, produção de MS na estação das águas e estação seca e produção de MS de raízes do capim Mavuno (Tabela 2). Verificou-se efeito significativo das doses de P para produção de MS acumulada, na estação das águas e MS de raízes (Figuras 4, 5 e 6). No entanto, para a equação de regressão da estação das águas a produção de massa seca máxima correspondeu a dose de fósforo de 120 kg de P_2O_5 em $kg\ ha^{-1}$.

Verifica-se com isso, não ocorreu à liberação gradual desse P dos grânulos revestidos com polímeros ao solo. Esse fato pode não ter ocorrido devido a sua eficácia ter sido comprometida pela alta rapidez de degradação do polímero, pelas condições impostas pelos fatores edafoclimáticos, tais como a temperatura elevada (Figura 3) e ao tipo de solo, por não haver retenção de umidade e não disponibilizando esse elemento por um período maior.

Uma segunda causa poderia ser devido a elevação dos valores de saturação por bases para altos níveis, como cita Figueiredo *et al.* (2012); Gazola *et al.* (2013), o que poderia diminuir a eficiência do MAP com polímeros, precipitando o P em solução pela reação da saturação dos sítios de troca de cátions com polímeros. Nesse sentido Gazola *et al.* (2013), não observou diferenças estatísticas entre MAP convencional e MAP revestido com polímeros na cultura do milho. Os dados de Souza *et al.* (2020) foram positivos em que o uso do MAP com revestimento em comparação ao MAP convencional, resultou em maiores rendimentos do milho e do feijão comum.

A eficiência dos polímeros revestidos nos grânulos de fertilizante depende da solubilidade deste polímero que envolve este grânulo com relação a água. Desse modo, será regulado o processo de liberação desses nutrientes. Jarosiewicz; Tomaszewska, (2003); Gazola *et al.*, (2013), afirmam que a liberação e dissolução desses fertilizantes dependerá dos tipos de revestimentos, da espessura, tipo de material e os fatores como umidade do solo e temperatura.

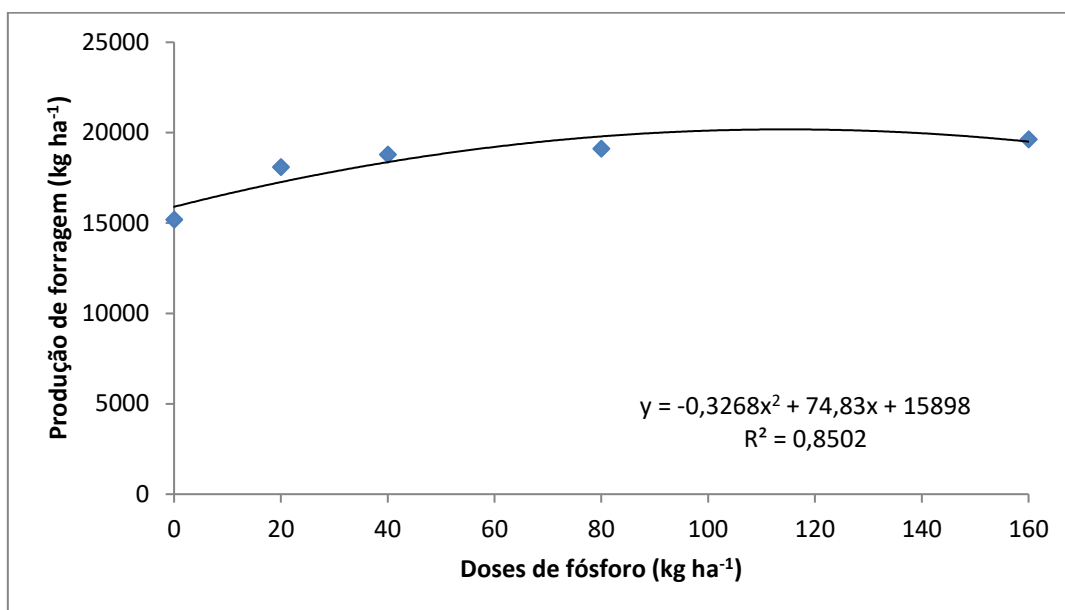
Tabela 2 – Produção de massa seca (PMS) acumulada, na estação das águas e estação da seca e produção de massa seca de raízes do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.

Doses P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	PMS acumulada	PMS Águas	PMS Seca	PMS raízes
	----- (kg ha ⁻¹) -----			(kg m ⁻³)
0	15.195	11.184	4.011	8,52
20	18.094	13.901	4.194	6,87
40	18.787	14.061	4.426	6,50
80	19.114	14.388	4.427	9,30
160	19.634	15.105	4.530	8,33
Polímeros				
Ausência	18.090	13.749	4.341	7,52
Presença	18.241	13.706	4.534	8,02
Pr ≥ F				
Fonte	0,7452	0,9086	0,5078	0,3317
Dose	0,0001**	0,0001**	0,4208	0,0265*
Fonte×Dose	0,6367	0,9473	0,5420	0,2179
Média	18.165	13.727	4.438	7,77
C.V. (%)	7,99	8,43	20,49	20,30

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

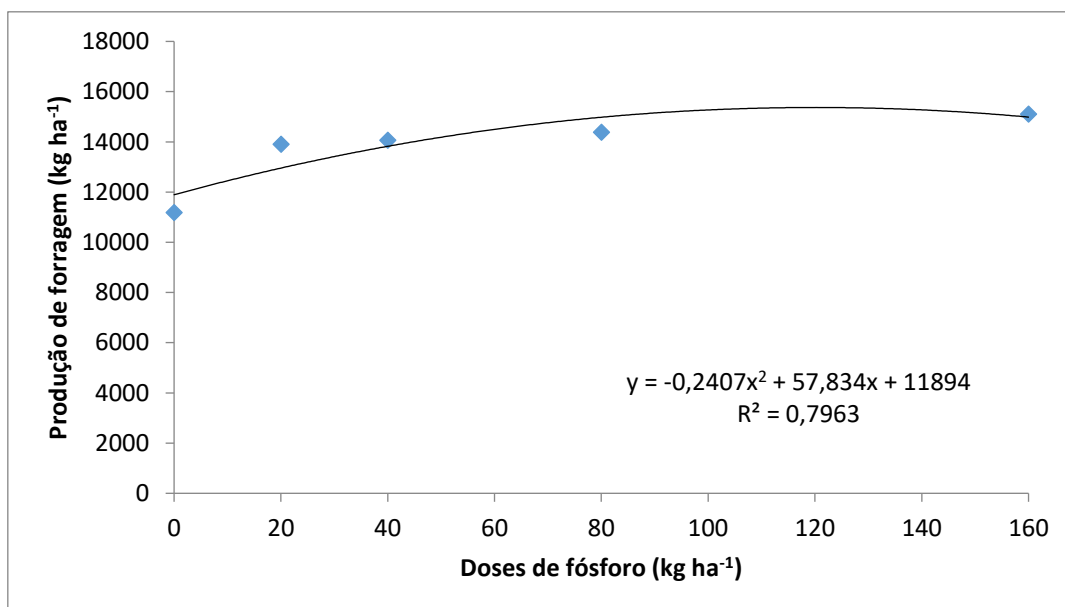
*significativo a 5%, **significativo a 1%. Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 4 - Produção de massa seca acumulada dos sete cortes do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



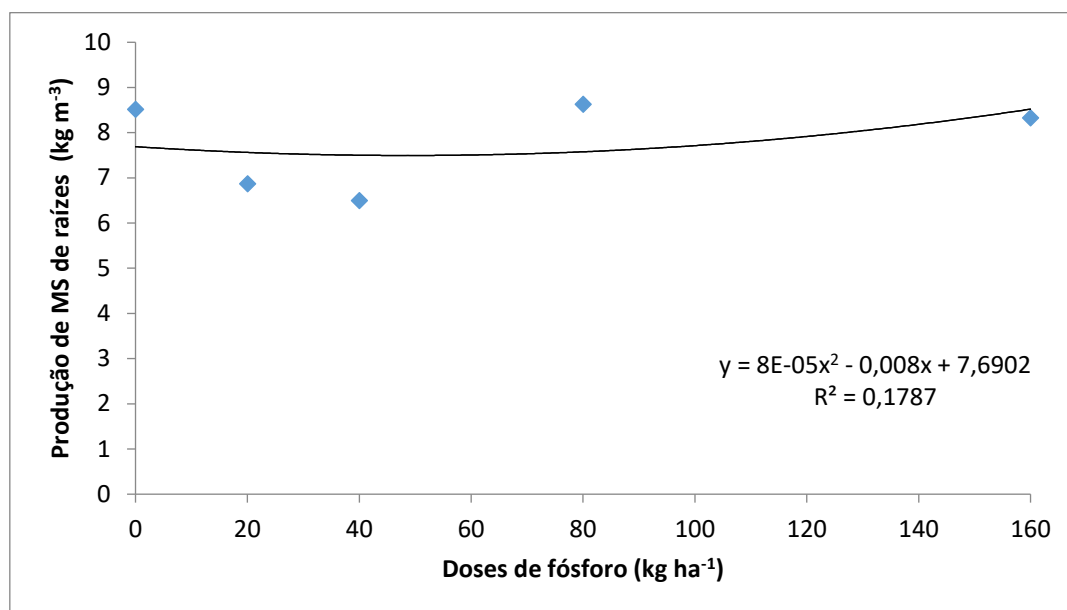
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5 - Produção de massa seca acumulada na estação das águas do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 6 - Produção de massa seca de raízes do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor

A produção de massa seca acumulada no período de 14 meses de avaliação do capim Mavuno variou em função das doses de P aplicadas em cobertura na pastagem estabelecida (Tabela 2). Não foram encontradas diferenças significativas para as fontes fosfatadas e a interação fontes versus doses. Resultados similares foram verificados por Oliveira, (2019), com fontes e dose de P na produção de forragem de cana-de-açúcar. A produtividade de massa seca de forragem variou de 15.195 a 19.634 kg ha⁻¹ ao longo do período de avaliação que constou de duas estações de crescimento e uma estação seca. A equação de regressão polinomial para doses de P apresentou $R^2 = 0,85$ (Figura 4), demonstrando que o capim Mavuno respondeu a aplicação de P nas doses mais elevadas. Para a produção acumulada de massa seca da parte aérea o ponto de máximo foi de 15.955 kg de MS ha⁻¹ correspondeu a dose de fósforo de 114 kg de P₂O₅ em kg ha⁻¹. Esses resultados concordam com Zanão Jr *et al.* (2020), que avaliaram o rendimento da soja, utilizando doses das fontes MAP e MAP com revestimento, observaram um aumento de 10% e 8,5%, respectivamente. Observa-se que na ausência da aplicação do

fósforo o capim produziu 29% a menos de massa seca de forragem quando comparado com as maiores doses de P aplicadas ao solo.

A produção de massa seca para o período de primavera e verão (estação das águas) variou de 11.184 a 15.105 kg ha⁻¹, sendo 77% da obtida no período de seca (Figura 5). Este fato pode ser observado na (Figura 3), que ilustra a precipitação e temperatura máxima e mínima ocorrida durante o período experimental e explica a estacionalidade de produção das forrageiras tropicais. No entanto, para a equação de regressão da estação das águas a produção de massa seca máxima correspondeu a dose de fósforo de 120 kg de P₂O₅ em kg ha⁻¹. Na estação seca do ano a produção de massa seca de forragem variou de 4.011 a 4.530 kg ha⁻¹.

Ao final do experimento foram amostrados o sistema radicular com uma sonda na profundidade de 0 a 0,20 m. Verifica-se que mesmo após dois anos de implantação desta forrageira na área experimental apresentou uma quantidade significativa de raízes em kg m⁻³ e apresentou diferenças significativas entre as doses de P aplicadas, e verificamos que a dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ produziu 13% a mais que o tratamento controle (Tabela 2 e Figura 6).

Os resultados obtidos concordam com Souza *et al.*, (2014), que observaram que os resultados de massa seca de raiz de plantas de soja, não diferiram estatisticamente entre si mesmo apresentando uma leve vantagem para o fertilizante revestido com polímeros.

Semelhantemente, Oliveira, (2019), trabalhando com cana-de-açúcar, observou que não houve efeito significativo na análise estatística e que a maior produção constatada foi na dose de 80 kg ha⁻¹ de P.

A produção de massa seca média por avaliação variou em função das doses de P de 2.171 a 2.805 kg ha⁻¹ expressos na Tabela 3. Somente as doses de P apresentaram efeito significativo observada na Figura 7. Não foi constatada diferença significativa entre as fontes de fósforo aplicadas na pastagem. No entanto, para a equação de regressão da produção de massa seca média por avaliação máxima correspondeu a dose de fósforo de 114 kg de P₂O₅ em kg ha⁻¹.

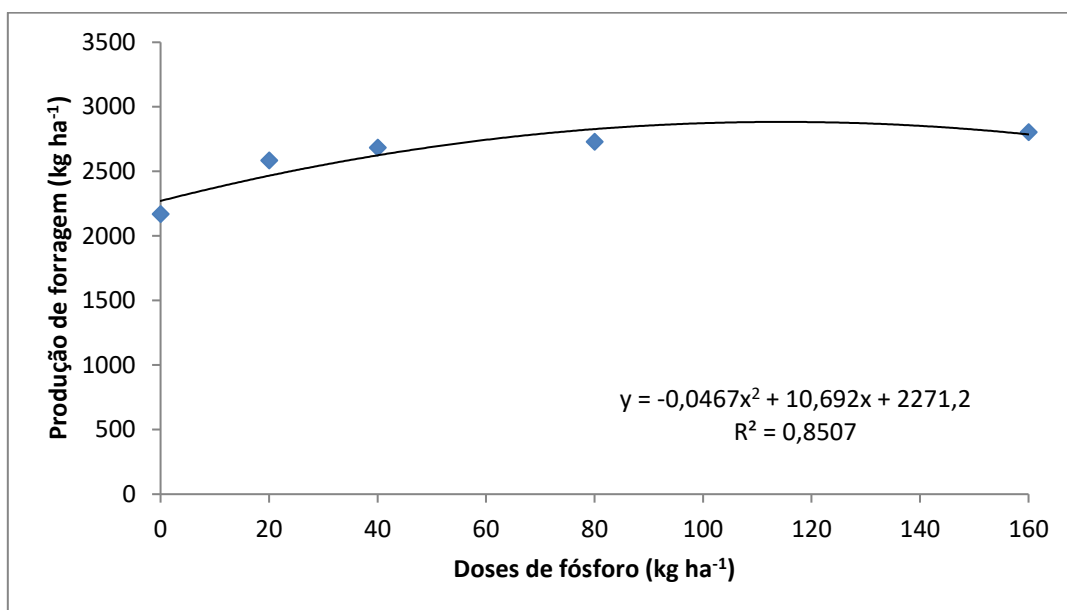
Tabela 3 – Produção média de massa seca por corte e acúmulo de massa seca por hectare por dia do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.

Doses P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Produção de massa seca (kg ha ⁻¹)	Acúmulo de MS (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)
0	2.171	42,7
20	2.585	51,4
40	2.684	51,6
80	2.731	52,5
160	2.805	55,8
Polímeros		
Ausência	2.584	50,9
Presença	2.606	50,7
Pr ≥ F		
Fonte	0,7885	0,9287
Dose	0,0001**	0,0001**
Fonte×Dose	0,7867	0,9396
Média	2.595	50,8
C.V. (%)	25,84	26,03

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

*significativo a 5%, **significativo a 1%. Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

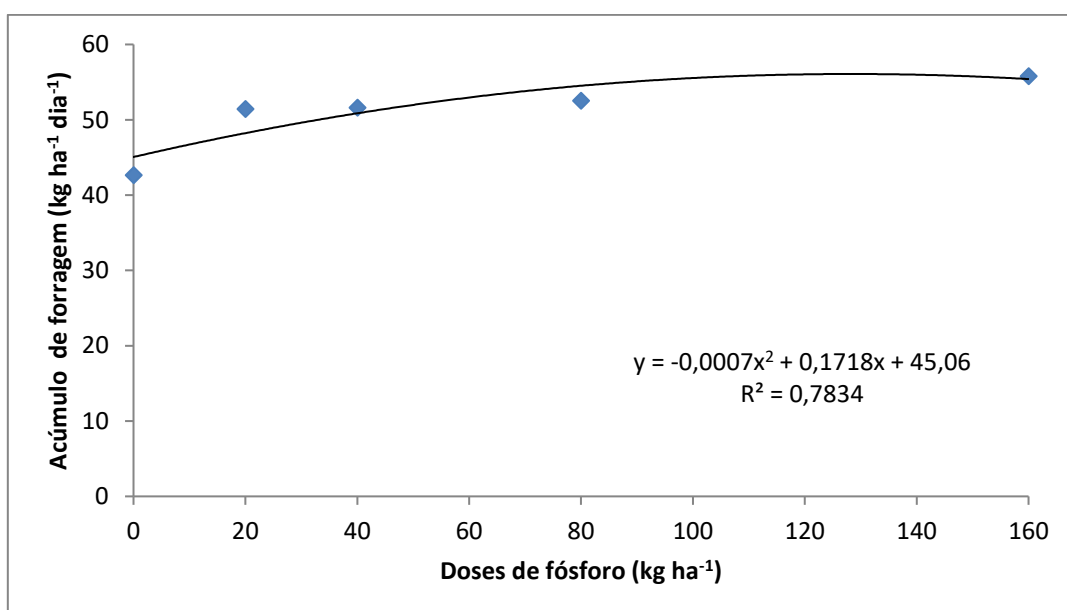
Figura 7 – Produção média de massa seca do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 8 está demonstrada o efeito de doses de P no acúmulo de massa seca por hectare por dia e seguiu a mesma tendência da produção de massa seca do capim Mavuno.

Figura 8 – Acúmulo de massa seca do capim Mavuno em função de doses de fósforo em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Verificou Silva (2020) avaliando capim Convert HD 364 (híbrido de cruzamento de *U. brizanta*, *decumbens* cv *Basilisk* e *ruziziensis*) sob pastejo, pelo método de lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo, 75 kg ha⁻¹ de P por ano houve um incremento na produção de massa de forragem que variou de 4.556 a 8.984 kg ha⁻¹ de massa seca.

Silva et al. (2020) observaram a produtividade anual de forragem do capim Mavuno comparado com o híbrido Mulato II (*U. ruziziensis* x *U. brizantha*), foram semelhantes e superior, respectivamente, comparado com os capins do gênero *Cynodon*, Tifton 85 e Jiggs.

Os dados estão de acordo com Cantarella et al. (2020), em que houve crescentes ganhos de produtividades obtidos em pasto de capim Tanzânia (*Megathirus maximus*) em solo com baixos teores de P, adubado com doses de superfosfato triplo e cortado após 70 dias.

Em concordância com os dados de Lupatini et al. (2010); Francisco, Bonfim-Silva e Teixeira (2017), avaliando a produção de forragem em uma área de pastagem de *U. decumbens* em recuperação direta por meio da adubação em Argissolo Vermelho-Amarelo, constataram que aumentou significativamente a produção de massa seca da forragem utilizando adubação fosfatada e nitrogenada ocorrendo um incremento na produção anual de forragem.

5.1.2 Altura de Plantas, número de perfilhos e índice relativo de clorofila

As fontes de fosfato monoamônio (MAP) não apresentaram significância, para altura do capim, número de perfilhos, índice relativo de clorofila (unidades de SPAD) e a porcentagem de lâmina foliar (Tabela 4), mostrando, que nas condições edafoclimáticas estudadas, o MAP revestido não teve vantagem em relação ao MAP convencional.

Tabela 4 – Altura das plantas, número de perfilhos, índice relativo de clorofila (SPAD) e porcentagem de lâmina foliar do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.

Doses P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Altura (cm)	Núm. de perfilhos (m ²)	SPAD	% Lâmina foliar
0	46,48	188	28,9	72,4
20	52,18	168	30,3	70,9
40	51,51	188	30,7	72,1
80	52,11	200	30,7	73,0
160	52,69	208	30,4	72,1
Polímeros				
Ausência	51,64 a	208	30,3	72,0
Presença	50,35 b	204	30,1	72,2
Pr ≥ F				
Fonte	0,0260*	0,3947	0,5589	0,8017
Dose	0,0001**	0,0044*	0,0001**	0,5130
Fonte×Dose	0,1081	0,2567	0,2171	0,8829
Média	50,99	206,32	30,2	72,11
C.V. (%)	9,44	26,22	7,27	8,73

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

*significativo a 5%, **significativo a 1%. Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

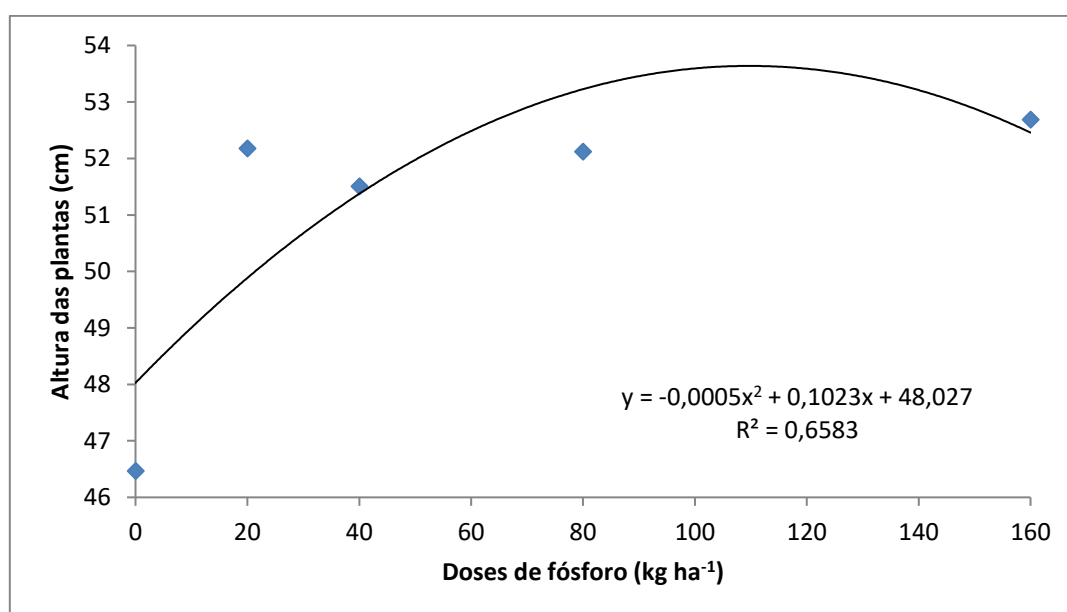
A altura média das plantas durante a condução do experimento variou de 47 a 53 cm demonstrando que a altura de avaliação do capim apresentou-se dentro da faixa ideal para o manejo do capim Mavuno. Foi constatada uma diferença estatística para as fontes e doses de fósforo, entretanto não apresentou interação fontes e doses de P (Tabela 4). A porcentagem de lâmina foliar variou de 70,9 a 73,0% e não apresentou diferença significativa para fontes, doses e a interação fontes e doses de P.

Resultados similares foram obtidos por Duarte *et al.* (2021); e Sá *et al.* (2019), avaliando o capim Mavuno e em *M. maximus* cv. BRS Zuri, respectivamente, sob o efeito da inoculação de bactérias promotoras do crescimento de plantas, na variável porcentagem de lâmina foliar. A alta

porcentagem de lâmina foliar pode vir a representar maior digestibilidade e teor de proteína bruta do capim (BAUER *et al.*, 2011). Essa porcentagem de lâmina foliar é considerada de valores adequados para as gramíneas do gênero *Urochloa*, e as braquiárias em si. Para a produção animal em pastagens é um dos fatores importantes para produção de bovinos em pastejo, já que selecionam lâmina foliar da estrutura da planta forrageira.

A equação polinomial para as doses de P em função da altura de avaliação das plantas está ilustrada na (Figura 9). Apesar de não apresentar diferenças, houve uma pequena variação entre os tratamentos, e que se manteve uma altura meta para os cortes do capim Mavuno.

Figura 9 – Altura das plantas do capim Mavuno em função de doses de fósforo em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



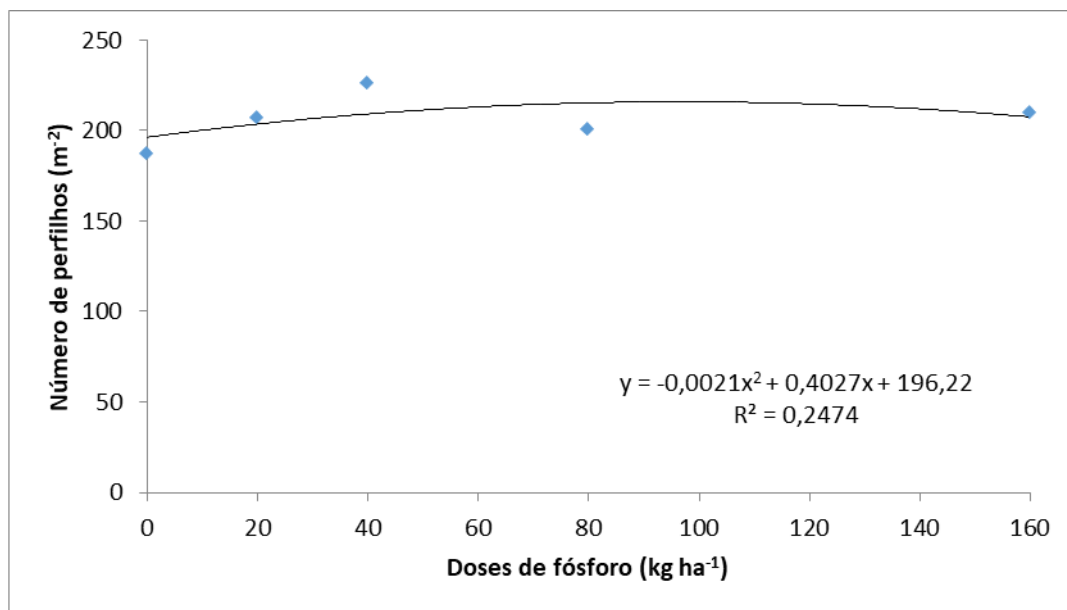
Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Silva; Alvarenga; Martins (2018), o capim Mavuno é uma boa alternativa de espécie forrageira, sendo recomendadas as alturas para manejo de 30 e 40 cm, (sob pastoreio contínuo) sendo que nesse sentido apresenta grande potencial para produção de massa de forragem com qualidade bromatológica.

Para a contagem do número de perfilhos na touceira do capim Mavuno não foi detectado diferença estatística para fontes e a interação fontes e doses

de P. Os valores variaram de 168 a 208 perfilhos por m² e a equação polinomial para as doses de P está representada na Figura 10. O número de perfilhos máximo correspondeu a dose de fósforo de 96 kg de P₂O₅ em kg ha⁻¹.

Figura 10 – Número de perfilhos do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor

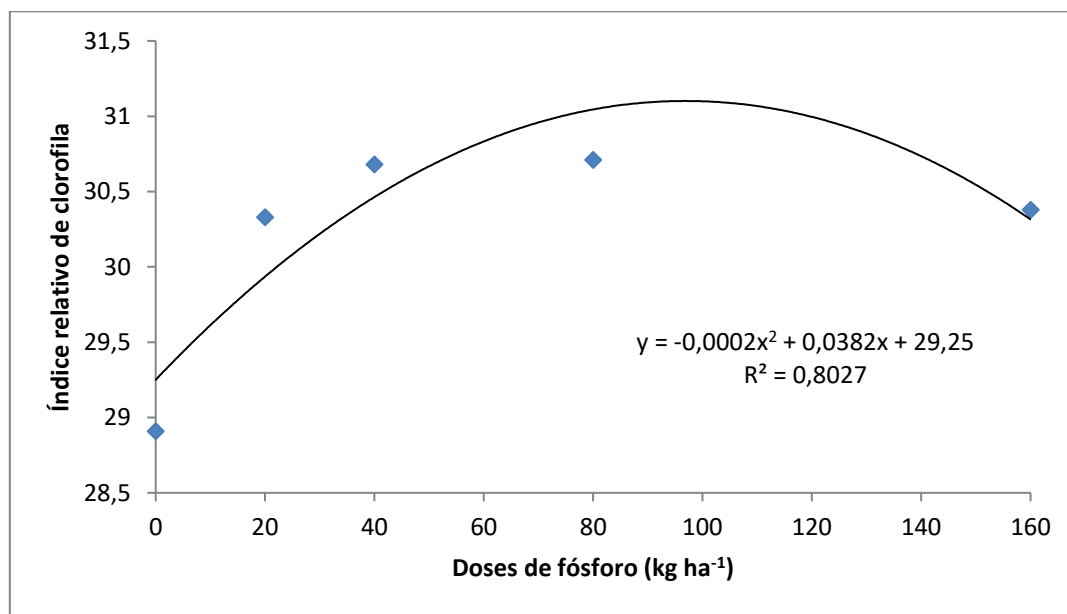
Os resultados desta pesquisa concordam com os de Heinrichs *et al.* (2020), em que não constatarem aumento no número de perfilhos de *U. brizantha* cv. Marandu sob inoculação com *A. brasilense* Ab-V5 + Ab-V6.

Duarte (2018), avaliando o perfilhamento de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, submetido à inoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal aliada a 50 kg ha⁻¹, encontrou efeitos significativos quando comparado às plantas somente adubadas com N. Esse resultado foi semelhante ao do presente trabalho, que apesar de não ter ocorrido efeitos significativos à adubação promoveu incrementos no perfilhamento do capim a medida que foi aumentando as doses de fósforo.

O índice relativo de clorofila não apresentou diferença significativa para fontes e a interação fontes e doses de P. As doses de P estão representadas na equação polinomial na (Figura 11). Observa-se que os valores variaram de

28,9 a 30,7. O índice relativo de clorofila máximo correspondeu a dose de fósforo de 95 kg de P_2O_5 em $kg\ ha^{-1}$.

Figura 11 – Índice relativo de clorofila do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor

Guimarães *et al.* (2016) constataram resultados semelhantes ao do presente trabalho, realizando as leituras do índice relativo de clorofila em *Urochloa brizantha* cv. Marandu inoculadas com bactérias promotoras de crescimento vegetal ao longo dos cortes.

Esses dados concordam com os obtidos por Duarte *et al.* (2021), que trabalhando com capim Mavuno observaram que as leituras do índice relativo de clorofila (SPAD) não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos, indicando que as plantas já estariam bem nutridas.

De acordo com Costa *et al.* (2009), em seu experimento obtiveram valores de SPAD de 31,8; 39,0 e 43,7 para as doses 0; 50 e 100 $kg\ ha^{-1}$ de N, respectivamente, em *U. brizantha* cv. Marandu. Gonçalves *et al.* 2020 cita que o N é um nutriente que faz parte do processo de síntese e da estrutura da molécula de clorofila, sendo que ocorrendo maior absorção de N leva ao

aumento no teor de clorofila. O P atua na fotossíntese e na fixação do N (Lopes, 1998).

5.2. Valor Nutritivo do Capim Mavuno

Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e digestibilidade da matéria seca *in vitro* (DIVMS) são expressos na Tabela 5. Os resultados não apresentaram diferenças significativas para fontes de P e a interação fontes versus doses. No entanto, os valores encontrados foram detectados diferenças significativas para doses de P das variáveis FDA, PB e DIVMS ilustrado nas Figuras 12, 13 e 14.

Com relação ao FDN, quanto menor o seu teor, maior o conteúdo celular em relação à parede celular, com isso, a forragem será de melhor qualidade. Salman *et al.*, (2010) relata que a FDN é formada por celulose, hemicelulose e lignina e N ligado a fibra.

Não se verificou efeito significativo de doses P para o FDN ($P=0,1267$). Os valores de FDN variaram de 67 a 68% aproximadamente e esses valores são considerados altos para a maioria das gramíneas tropicais. Van Soest (1994) cita que valores superiores a 60% de FDN na matéria seca limitam o consumo de forragem. Os valores médios encontrados no presente trabalho ficaram acima dos estabelecidos pelo autor.

Segundo Aguiar (1999), estes dados estão de acordo e afirma que as forrageiras tropicais possuem altos teores de FDN, no geral quase sempre acima dos 65%, e podendo chegar aos 80% com mais de 30 dias de idade. Esta é uma característica desfavorável às gramíneas, devido a esse aumento dos teores de fibra, limita o consumo e a qualidade das forragens. Os resultados de FDN neste trabalho podem estar associados ao maior intervalo de tempo dos cortes. Gonzaga Neto *et al.* (1999), que encontraram 675,8 g kg⁻¹ de FDN para capim-de-raiz *Chloris orthoton* Doell com 30 dias de crescimento. Resultado semelhante obtido por Oliveira *et al.* (2000), que houve o aumento do FDN conforme o aumento de doses de P em capim Tanzânia 1. com 60 dias de crescimento.

Os valores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) variaram de 32 a 34% não diferindo estatisticamente do tratamento controle exceto na dose mais alta do fertilizante (Figura 11).

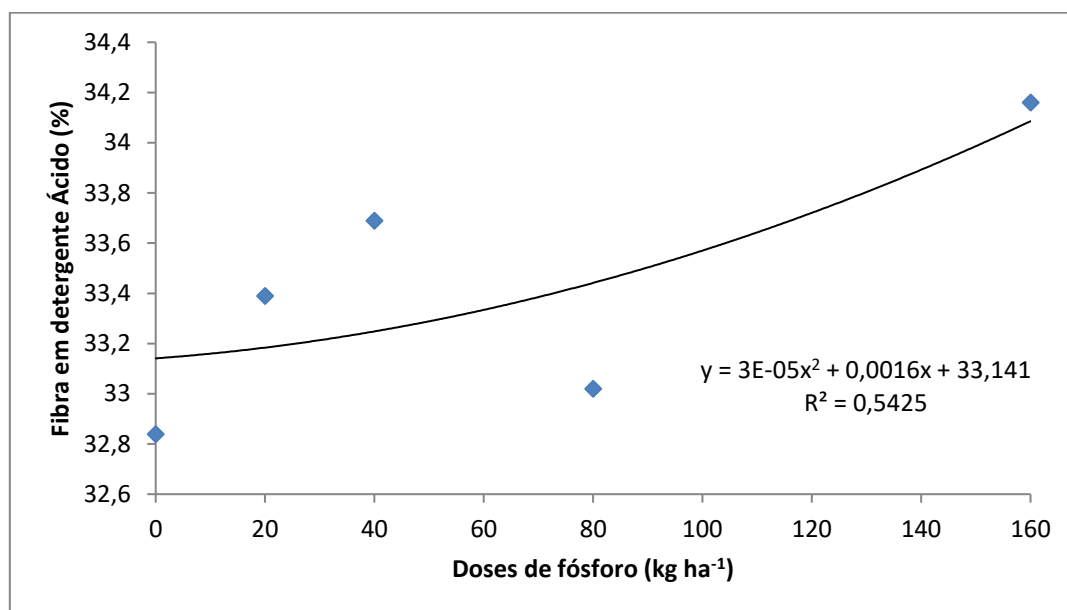
Tabela 5 - Teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), teor de proteína bruta (PB) e digestibilidade verdadeira in vitro da matéria seca (DIVMS) do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.

Doses P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	FDN	FDA	PB	DIVMS
	----- % -----			
0	67,3	32,8	12,9	76,7
20	67,7	33,4	15,0	75,9
40	67,8	33,7	15,5	76,4
80	67,0	33,0	15,4	76,8
160	67,6	34,1	14,6	74,7
Polímeros				
Ausência	67,4	33,5	14,8	76,2
Presença	67,6	33,4	14,6	76,0
Pr ≥ F				
Fonte	0,2514	0,5702	0,6866	0,5727
Dose	0,1267	0,0016**	0,0047**	0,0001**
Fonte×Dose	0,5698	0,2146	0,4842	0,1064
Média	67,5	33,4	14,7	76,1
C.V. (%)	2,63	5,59	26,67	3,50

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

*significativo a 5%, **significativo a 1%. Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 12 – Teor de fibra insolúvel em detergente ácido, do capim Mavuno em função de fontes e doses de fósforo, na presença e ausência de polímeros em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor

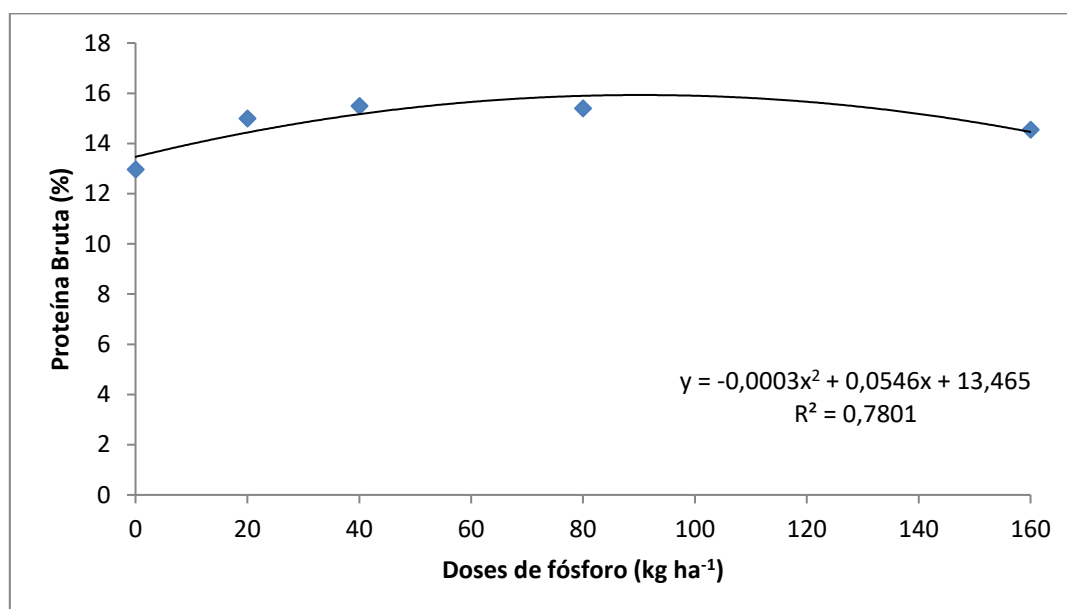
Sá *et al.* (2019) trabalhando com inoculação de bactérias no capim Mavuno e avaliando a biomassa, N acumulado e valor nutritivo, verificou que a concentração de FDA, no controle, não diferiu estatisticamente dos tratamentos. Isso mostra que se mantiveram os valores na faixa ideal dos níveis aceitáveis de FDA.

Teores maiores que este influencia diretamente no consumo e acarreta uma menor digestibilidade, em geral forragens com valores em torno de 30% é considerado ideal para um bom consumo animal, abaixo disso, serão consumidas em altos níveis, com valores acima de 40%, serão consumidos em menores quantidades (NUSSIO *et al.*, 1998). A FDA é a fração da forragem que é menos digestível para os ruminantes. Salman *et al.*, (2010), verificaram que a composição da FDA em sua maior parte é por lignocelulose.

Verificou-se efeito significativo de doses P para o teor de proteína bruta (PB) ($P=0,0047$). Os teores de proteína variaram de 13 a 15%, e pelo desdobramento da equação de regressão polinomial o teor de PB respondeu até a dose de 91 kg de fósforo (Figura 13). A cada corte as parcelas com as plantas do capim Mavuno eram fertilizadas com 40 kg de N por ha⁻¹; observa-

se que nas doses P de 20, 40 e 80 kg/ha⁻¹ associado com a adubação nitrogenada houve um incremento nos teores expressos na análise do capim Mavuno, o que resultou em alto teor de proteína. Oliveira *et al.* (2004) a presença de interação da adubação fosfatada com a proteína bruta no capim-de-raiz *Chloris orthonoton* Doell com 30 dias de crescimento. Discordam desses resultados, Magalhães *et al.* (2007), em que não houve a influência da interação de doses de P e N nos teores da PB da forragem da braquiária *Urochloa decumbens* adubada com doses de P.

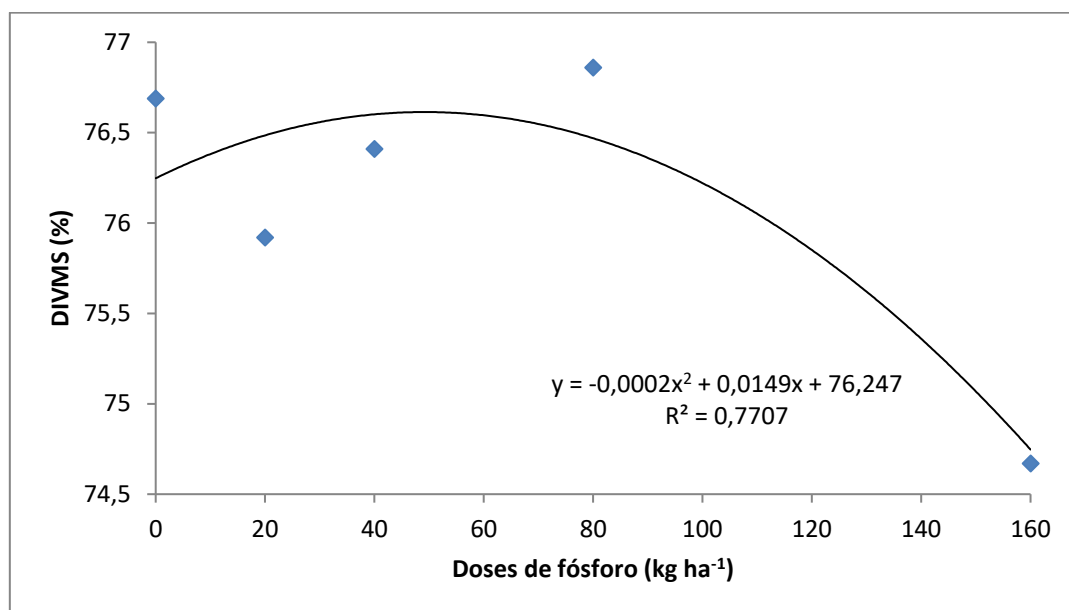
Figura 13 – Teor de proteína bruta do capim Mavuno em função de doses de fósforo em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os valores de DIVMS variaram de 74 a 77% (Figura 14). Segundo Minson (1990), a aplicação de P tem pequeno efeito na digestibilidade da matéria seca das gramíneas. No entanto, considerando-se somente a fração de lâmina foliar espera-se observar um aumento na digestibilidade. O que se justificar neste trabalho, devido à alta porcentagem de lâmina foliar da relação folha/colmo das plantas (Tabela 3), ainda pode haver correlação com a altura da planta em torno dos 0,5 m, o que lhe confere o ponto ótimo de corte do capim Mavuno, o que refletiu nos altos valores de DIVMS.

Figura 14 – Digestibilidade verdadeira in vitro da matéria seca (DIVMS) do capim Mavuno em função de doses de fósforo em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, Araçatuba, SP, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor

Duarte *et al.* (2021) encontraram que bons valores de DIVMS deve-se ao aumento da fração de N no conteúdo celular, com consequentemente proporcionalidade redução da parede celular. Pois, é considerada uma característica desejável em plantas forrageiras destinadas à alimentação ruminantes para uma melhor nutrição.

6 CONCLUSÃO

A produção de massa seca de forragem do capim *Urochloa* híbrida cv. Mavuno respondeu exponencialmente com o aumento das doses de fósforo (P) até 114 kg ha⁻¹, no entanto, não foram encontradas diferenças no revestimento de polímeros.

A fonte de fosfato monoamônico (MAP) revestido com polímeros proporcionou o mesmo efeito com o fosfato monoamônico (MAP) convencional para as variáveis das plantas analisadas e o valor nutritivo demonstrando que serão necessários mais estudos sob a forma e o período correto de aplicação, deste fertilizante com polímeros.

O número de perfilhos, altura de plantas e o índice relativo de clorofila foram crescentes conforme aumentou a dosagem de fósforo (P), mas não houve incremento do revestimento com polímeros para os tratamentos observadas no experimento com o capim Mavuno.

O sistema radicular do capim Mavuno teve um incremento de 13% na produção de massa seca de raízes na dosagem de 80 kg ha⁻¹ de fósforo (P).

REFERÊNCIAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef report 2022**: perfil da pecuária do Brasil. 2020. Acesso em: 16 ago. 2022.

AGUIAR, A. P. Possibilidades de intensificação do uso da pastagem através de rotação sem ou com uso mínimo de fertilizantes. In: Simpósio sobre manejo de pastagem, 16., 1999, Piracicaba. **Anais** [...]. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 85-137.

AGUIRRE, P. F.; GIACOMINI, S. J.; OLIVO, C. J.; BRATZ, V. F.; QUATRIN, M. P.; SCHAEFER, G. L. Biological nitrogen fixation and urea-N recovery in 'Coastcross-1' pasture treated with *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 55, p. 1-10, 2020.

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração [S.l.]. Embrapa Gado de Corte. 2019. p. 379-388.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, K. G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S.l.], v. 22, p. 711-728, 2013.

ALVARES V. V.H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, 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. p.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995.

BAUER, H.; ACHE, P.; LAUTNER, S.; FROMM, J.; HARTUNG, W.; AL-RABIDEID.; SONNEWALD, S.; SONNEWALD, L.; KNEITZ, S.; LACHMANN, N.; MENDEL, R.R.; BITTNER, M.; HETHERINGTON, A.M.; HEDRICH, R. The stomatal response to reduced relative humidity requires guard cell-autonomous ABA synthesis. **Current Biology**, [S.l.], v. 23, n. 1, p. 53–57, 2011.

BORIN, W. E. **Fertilizante fosfatado revestido na adubação de plantio e seus efeitos na produção de cana-de-açúcar e na construção da fertilidade do solo**. 2021. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas UNESP, Dracena, 2021.

BORSARI, F. **Fertilizantes inteligentes**: as novas tecnologias permitem o consumo dos nutrientes pelas plantas de forma gradativa, lenta e controlada. [S.l.]: Agro DBO. 2013. P. 54-57.

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004.

CANTARELLA, H.; ZAMBROSI, F.; CANISARES, L.P. **Manejo e pastagens: porque e como fazer adubação fosfatada em pastagens**. 2020. Disponível em: <https://pastoextraordinario.com.br/por-que-e-como-fazer-adubacao-fosfatada-em-pastagens/>, Acesso em: 01 ago. de 2022.

CIAGRO - CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. **Rede meteorológica automática**. 2020. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/QTmaxPeriodo.asp>. Acesso em: 21 ago. 2022.

COSTA, K. A. D. P. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf sob doses de nitrogênio. **Ciência Agrotecnologia**, [S.l.], 2009. p. 1578-1585.

COSTA, R. P.; PEREIRA, C. E.; KIKUTI, A. L. P.; KIKUTI, H. Monoamônio fosfato revestido com polímero na cultura do girassol. **Scientia Plena**, [S.l.], v. 18, n. 7, p. 2-6, 2022.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2014. (Documentos 402)

DUSI, D. M. 2005. **Efeito da adição do polímero hidrorretentor na eficiência da adubação nitrogenada no crescimento brachiaria decumbens cv. Basilisk, em dois diferentes substratos**. 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: http://www.pgcisolagrarias.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2013/04/2005_11_28_dusi.pdf. Acesso em: 27 fev. 2021.

DUARTE, C.F.D. **Bactérias promotoras do crescimento vegetal e nitrogênio no estabelecimento e no desenvolvimento de *Urochloa* spp.** 2018. 89 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

DUARTE, C. F. D.; CECATO, U.; HUNGRIA, M.; FERNANDES, H. J.; BISERRA, T. T.; GALBEIRO, S.; TONIATO, A. K. B.; SILVA, D. R. Morphogenetic and structural characteristics of *Urochloa* species under inoculation with plant growth-promoting bacteria and nitrogen fertilisation. **Crop and Pasture Science**, [S.l.] v. 71, n. 1, p. 82-89, 2020.

DUARTE, A. N. M.; SOARES FILHO, C. V.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; CARVALHO, C. L. M. DE; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; VALVANO, I. M.; ISHIY, A. I. Inoculation with plant growth-promoting bacteria and reduction of nitrogen fertilizer in herbage accumulation and nutritional value of Mavuno grass. **International Journal for Innovation Education and Research**, Dhaka, Bangladesh, v. 9, n. 3, p. 16–34, 2021.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Quantificação territorial da ocupação e uso de terras no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/car/sintese>. Acesso em: 15 ago. 2022.

EMBRAPA. **BRS Zuri produção e resistência para a pecuária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2014. 2p. [Folder impresso].

FAGUNDES. J. L.; FONSECA. D. M.; MISTURA. C.; MISTURA. C.; MORAIS. R. V.; VITOR. C. M. T.; GOMIDE. J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR. D.; CASAGRANDE. D. R.; COSTA. L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1- p. 21-29, 2006.

FRANCISCO, E. A. B; BONFIM-SILVA, E. M.; TEIXEIRA, R. A. Aumento da produtividade de carne via adubação de pastagens. **Informações Agronômicas**, [S.l.], n. 158, p. 06-12, junho, 2017.

FIGUEIREDO, C. C.; BARBOSA, D. V.; OLIVEIRA, S.A.; FAGIOLI, M.; SATO, J. H. Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e parâmetros morfológicos de milho. **Revista Ciência Agronômica**, [S.l.], v. 43, p. 446-452, 2012.

GAZOLA, R. N.; BUZETTI, S.; DINALLI, R. P.; TEIXEIRA-FILHO, M. C. M.; CELESTRINO, T. S. Efeito residual da aplicação de fosfato monoamônio revestido por diferentes polímeros na cultura de milho. **Revista Ceres**, [S.l.], v.60, p. 876-884, 2013.

GONÇALVES, P. P.; DE OLIVEIRA, L. C. A.; DE OLIVEIRA, R.; DE CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; OLIVEIRA, J.C.; DOMINGUES, S. C. O.; OLIVEIRA, J. C.; PRADO, R. F. Nitrogen fertilization and *Azospirillum brasilense* inoculation on *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Tropicaland Subtropical Agroecosystems**, [S.l.], v. 23, n. 2, 2020.

GONZAGA NETO, S.; TELAS, M.M.; SANTOS, M.V.F. Efeito da adubação no crescimento do capim-de-raiz (*Chloris orthonoton* Doell). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais**. [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 93.

GUIMARÃES, S. L.; SANTOS, C. S. A. BONFIM-SILVA, E. M. POLIZEL, A. C.; BATISTA, E R. Nutritional characteristics of marandu grass (*Brachiaria brizantha* cv. marandu) subjected to inoculation with associative diazotrophic bacteria. **African Journal of Microbiology Research**, Lagos, v. 10, n. 24, p. 873-882, 2016.

HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V.; CROCIOLLI, C. A.; RODRIGUES, T. A. Doses e fontes nitrogenadas e seus efeitos nos atributos químicos do solo e na produção de forragem da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. **Ciências Agrárias**, Londrina. v. 33, n. 5, p. 1745-1754, 2012.

HEINRICHS, R.; MEIRELLES, G. C.; DE MELO SANTOS, L. F.; DA SILVA LIRA, M. V.; DE MARCOS LAPAZ, A.; NOGUEIRA, M. A.; BONINI, C. S. B.; SOARES FILHO, C. V.; MOREIRA, A. *Azospirillum* inoculation of 'Marandu' palisade grass seeds: effects on forage production and nutritional status. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.l.], v. 41, n. 2, p. 465-478, 2020.

HINSINGER P. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. **Plant Soil**, [S.l.], v. 237, p. 173–195, 2001.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, [S.l.], v. 82, p. 1791-1794, 1999.

HORST, W. J.; KAMH, M.; JIBRIN, J.M.; CHUDE, V. A. Agronomic measures for increasing P availability to crops. **Plant Soil**, [S.l.], v. 237, n. 2, p. 211–233, 2001.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017: resultados preliminares. Rio de Janeiro: [S.l.], 2018. 7 v. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_pre_liminares.pdf. , Acesso em: 11 ago. 2022.

JAROSIEWICZ, A.; TOMASZEWSKA, M. Controlled-release NPK fertilizer encapsulated by polymeric membranes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 51 p, 413-417, 2003.

KILKER, M. R. Plant development stage of maturity and nutrient composition. **J. Range Manag**, [S.l.], p. 34, 363-366, 1981.

LANA, R. M. Q.; JUNIOR, A. C. S.; SILVA, A. A.; LANA, A. M. Q. Teores de fósforo remanescente após aplicação de doses crescentes de MAP revestido com polímero de liberação gradual. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18, 2010; Teresina. **Anais** [...]. Teresina: Embrapa meio-norte, 2010.

LAVEZZO, W. Conservação de pastagens. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 2., 1988, Natal. **Anais**. [...]. Natal: UFRN, 1988. p.29-80.

INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo.**, 2 ed. Piracicaba, POTAFOS, 1998. 177 p.

LOPES, M. D. S.; DIAS FILHO, M. B.; CASTRO, T. D. R.; SILVA, G. B. Biopromotores e luz no crescimento de *Brachiaria brizantha*. In: SILVA, D. A. S. (org.) **Agronomia: elo da cadeia produtiva**, Ponta Grossa: Atena, 2019. v. 5, p. 164-174.

LUPATINI, G. C.; MEDEIROS, S. F.; YAMAMOTO, W. K.; RONCHESEL, J.R.V Efeito de doses de adubação nitrogenada e fosfatada na recuperação da produção de *Brachiaria decumbens*. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP, 6, 2010, Dracena. **Anais**. [...]. Dracena: UNESP, 2010. 3 p.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; DE ARAUJO, A. R. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In: ENCONTRO DE ADUBAÇÃO DE PASTAGENS DA SCOT CONSULTORIA - TEC - FÉRTIL, 1., 2013, Ribeirão Preto, SP. **Anais** [...]. Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. p. 158-181.

MACEDO, M. C. M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na Região do cerrado. *In*: YAMADA, T.; ABDALA, S.R.S. (Ed.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004. p. 359-400.

MACHADO, V. G.; NOME, F. Compostos fosfatados ricos em energia. **Química nova**, [S.l.], v. 22 n. 3, 351- 357. 1999.

MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; SOUSA, R. S.; VELOSO, C.M. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1240-1246, 2007.

MAGALHÃES, M. C. T. **Produtividade e rebrota do capim Mavuno Brachiaria sp. – híbrido cv**: Mixe drwn 12 em diferentes idades de utilização. Brasília: Universidade de Brasília (UnB), 2021.

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

MANEJO de pastagens. 2. ed. Brasília: SENAR, 2012. 34 p. (Coleção Senar, 154) Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/157-PASTAGENS-NOVO.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2022.

BRASIL.. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Relatório MAPA 2020**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/estudo-mostra-reducao-de-26-8-milhoes-de-hectares-de-pastagens-degradadas-em-areas-que-adotaram-o-plano-abc/Relatorio_Map1.pdf. Acesso em: 27 fev. 2021.

MARTHA JUNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, Londres, v. 110, p. 173-177, 2012.

MARTHA JÚNIOR, G. B., CORSI, M. Pastagens no Brasil: situação atual e perspectivas. **Preços Agrícolas**, Florianópolis, [S.l.], n.171, p. 3-6.

MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L.C. Potencial da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Rev. Bras. Zootec.**, [S.l.], v.32, p. 1013-1020, 2003.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990.

MONTEIRO, F. A. Pastagem. *In*: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. São Paulo: Piracicaba, 2010. Cap. 6, p. 233-271.

MUGLIA, G. R. P. **Diferentes materiais genéticos de Urochloa submetidos a adubação nitrogenada**. 2021. 32 f. Trabalho De Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias) Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2021.

NOGUEIRA, U. T.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C. Comparação de substratos com diferentes quantidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica “*in vitro*” semi-automática de produção de gases. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. [S.l.], v. 58. n. 5. p.901-909. 2006.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA, C. G. S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998. **Anais [...]**. FEALQ/ESALQ, Piracicaba, 1998. p.203-242.

OLIVEIRA, I. P.; CASTRO, F. G. F.; MOREIRA, F. P.; PAIXÃO, V. V.; CUSTÓDIO, D. P.; SANTOS, R. S. M.; FARIA, C. D.; COSTA, K. A. P. Efeitos qualitativo e quantitativo da aplicação de fósforo no capim Tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 37-41, 2000.

OLIVEIRA, T. N.; PAZ, L. G.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX-JUNIOR, C. B.; FERREIRA, L. R. C.; ARAÚJO, G. G. L.; PIRES, A. J. V. Influência do Fósforo e do Regime de Corte na Composição Química e Digestibilidade *in vitro* do Capim-de-Raiz (*Chloris orthonoton Doell*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 2248-2255, 2004.

OLIVEIRA, L. D.; CRUZ, P. J. R.; PAULINO, A. F.; FERREIRA, F. J.; SILVA, A. M. S.; ATAÍDE, D. M.; MAGALHÃES, M. A.; SANTOS, M. V. Teores de clorofila em gramíneas tropicais submetidas a sombreamentos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 55, 2018. Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: SBZ, 2018.

OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J. R. A.; PEREIRA, B. F. F.; MUNIZ, A. W. Inoculation with *Azospirillum brasiliense* increases maize yield. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 6, 2018.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.l.], v. 28, p. 655- 661, 2004.

POIRIER, Y.; BUCHER, M. Phosphate transport and homeostasis in *Arabidopsis*. **The Arabidopsis Book**, v.1, e0024, 2002. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3243343/>. Acesso em: 27 ago. 2022.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

QUAGGIO, J. A.; ALCÂNTARA, P. B.; CANTARELLA, H.; PAULINO, V. T.; VILLA, M. R. **Recomendações de Adubação e Calagem para Forrageiras**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2022. p. 428-436. (Boletim 100).

RAIJ, B.; VAN, ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 284 p.

RAGHOTHAMA, K. G. Phosphate acquisition. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, [S.l.], v. 50, p. 665-686, 1999.

RODRIGUES, L. F. **Estratégias de manejo do capim Mavuno no ecótono cerrado-Amazônia**. 2019. 59 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2019.

SÁ, G. C. R.; CARVALHO, C. L. M.; MOREIRA, A.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; HEINRICHS, R.; SOARES-FILHO, C.V. Biomass yield, nitrogen accumulation and nutritive value of mavuno grass inoculated with plant growth-promoting bacteria. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, [S.l.], v. 110, p. 1-12, 2019.

SALMAN, A. K.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; de SOUZA, J. P. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. [S.l.]: Embrapa Rondônia-Documentos (INFOTECA-E), 2010. 21 p. (Documentos, 136).

SANTOS, A. R. **Diagnose nutricional e respostas do capim-braquiária submetido a doses de nitrogênio e enxofre**. 1997. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, 1997.

SANTOS, D. H.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S. Efeito residual da adubação fosfatada e torta de filtro na brotação de soqueiras de cana-de-açúcar. **Revista Agrarian**, [S.l.], v.5, n.15, p.1-6, 2012.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 4. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVA, A. B.; ALVARENGA, C. A. F.; MARTINS, L. R., Componentes morfológicos do capim-mavuno sob manejo em lotação contínua. In: seminário de pesquisa e inovação tecnológica, 2., 2018, Uberaba. **Anais**. [...]. Uberaba: IFTM, 2018. v. 2, p. 1-6.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, comunicação para transferência de tecnologia, 1999. 370 p.

SILVA, H. M. S. D.; VENDRAMINI, J. M.; LEITE DE OLIVEIRA, F. C.; SOARES FILHO, C. V.; KANEKO, M.; SILVEIRA, M. L.; SANCHEZ, J. M. D.; YARBOROUGH, J. K. Harvest frequency effects on herbage characteristics of 'Mavuno' brachiariagrass. **Crop Science**, [S.l.], v. 60, n. 2, p. 1113-1122, 2020.

SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; VASCONCELOS, A. C. P.; LANA, R. M. Q. Influência da aplicação de diferentes fontes de MAP revestido com polímeros

de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**, [S./], v. 28, p. 240-250, 2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SOARES FILHO, C. V.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L.; ROMA, C. F. D. C.; BELONI, T. Morphogenesis in pastures with Tanzânia grass fertilized with nitrogen doses under a grazing system. **Acta Scientiarum. Animal Science**, [S./], v. 37, n. 3, p. 235- 241, 2015.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; **Adubação fosfatada em regiões do cerrado**. Piracicaba: Potafós, 2003. 16 p. [Encarte Técnico Informações Agronômicas].

SOUZA, C. H. E.; REIS-JR, R. A.; RIBEIRO, V. G. S.; MACHADO, M. M.; MARTINS-NETO, M.; SOARES, P. Enhanced-efficiency phosphorous fertilizer impacts on corn and common bean crops and soil phosphorus diffusion. **Journal of Agricultural Science**, [S./], v. 12, n. 7, p. 15-23, 2020.

SOUZA, J. R.; RIBEIRO, B. N.; RAPOSO, T. P.; FIORIN, J. E.; CASTRO, G. S. A.; MAGALHÃES, R. S. Eficiência do fósforo revestido com polímeros na cultura da soja. **Acta Uguazu**, [S./], v. 3, n. 4, p. 1-9, 2014.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; McALLAN, A.B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, [S./], v. 48, p. 185- 197, 1994.

TERRY TINDALL, J.R. Tecnologias emergentes para os fertilizantes fosfatados. **Informações Agronômicas**, [S./], n. 117, p. 11-13 – março 2007.

TILLEY, J. M. A., EERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Grass and Forage Science**, [S./], v. 18, p. 104–111, 1963. DOI 10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x.

TOMAZ, H. V. Q. **Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo na cana-de-açúcar**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-24022010-093150/>. Acesso em: 11 ago. 2022.

TORRES JÚNIOR, A.; AGUIAR, G. A. M. Pecuária de corte no Brasil: potencial e resultados econômicos. *In*: ENCONTRO DE ADUBAÇÃO DE PASTAGENS DA SCOT CONSULTORIA - TEC - FÉRTIL, 1., 2013, Ribeirão Preto. **Anais[...]**. Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. p. 9-14.

TRENKEL ME. **Slow and controlled-release and stabilized fertilizers**: An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agriculture. 2 ed. Paris: IFA, 2010.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C.G.S.; ANDREOTTI, M.; ARF. O.; SÁ, M. E. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio

direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 191-196, 2009.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S. **Fertilizantes de eficiência aprimorada**. Jaboticabal: Funep, 2017.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H.; MOORE, L. A. **Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls**: estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. [S.l.: s.n.], 1966.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. Corvallis: Oregon, O & Books, 1982. 374 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, [S.l.], v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. Second edition. In: VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. Ed. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1994.

VELASQUEZ, A. V. **Comparação dos métodos lignina detergente ácido (LDA), lignina permanganato de potássio (LPer), lignina Klason (LK) e lignina brometo de acetila (LBA) na determinação do teor de lignina em plantas forrageiras e correlação com digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS)**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, 2012.

VICTORIA FILHO, R.; NETO, A. L.; PELISSARI, A.; REIS, F. C.; DALTRO, F. P. Manejo sustentável de plantas daninhas em pastagens. In: MONQUERO, P. A. **Manejo de plantas daninhas em culturas agrícolas**. [S.l.]: RiMa, 2014. p. 179-207.

ZANÃO JR, L. A.; ARF, O.; REIS JR, R. A.; PEREIRA, N. A. Phosphorus fertilization with enhanced efficiency in soybean and corn crops. **Australian Journal of Crop Sciences**, [S.l.], v. 14 n. 1, p.78-84, 2020.

ZAVASCHI, E.; FARIA, L.A.; VITTI, G.C.V.; NASCIMENTO, C.A.C.; MOURA, T.A.; VALE D.W.; MENDES, F.L.; KAMOGAWA, M.Y. Ammonia volatilization and yield components after application of polymer-coated urea to maize. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, [S.l.], v. 38, p.1200-06, 2014.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; **Degradação, recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2012. 42 p.

APÊNDICES – FOTOS DO EXPERIMENTO

Figura 01. Aplicação dos fertilizantes no experimento no Capim Mavuno



Fonte: Arquivo do autor

Figura 02. Aplicação dos fertilizantes no experimento no Capim Mavuno



Fonte: Arquivo do autor

Figura 03. Rebrotas do Capim Mavuno após a roçagem e adubação de cobertura com N no experimento.



Fonte: Arquivo do autor

Figura 04. Ponto de corte do experimento no Capim Mavuno



Fonte: Arquivo do autor

Figura 05. Estágio de desenvolvimento no momento do corte do experimento no Capim Mavuno



Fonte: Arquivo do autor

Figura 06. Contagem do número de perfilhos utilizando aro de 0,25 m²



Fonte: Arquivo do autor

Figura 07. Leitura do índice de clorofila no Capim Mavuno



Fonte: Arquivo do autor

Figura 08. Coleta das amostras com o corte do Capim Mavuno



Fonte: Arquivo do autor

Figura 09. Coleta das amostras com o corte do Capim Mavuno



Fonte: Arquivo do autor

Figura 10. Separação de folhas e colmo + bainhas no laboratório



Fonte: Arquivo do autor

Figura 11. Moagem da amostra do capim Mavuno seco



Fonte: Arquivo do autor

Figura 12. Determinador de fibra utilizado para análises de FDN e FDA



Fonte: Arquivo do autor

Figura 13. Destilação do N em destilador tipo micro Kjeldahl



Fonte: Arquivo do autor

Figura 14. Incubador Ankom Daisy II utilizado para determinação da digestibilidade in vitro da matéria seca



Fonte: Arquivo do autor

Figura 15. Cilindro para coleta de raízes



Fonte: Freitas, 2022.

Figura 16. Amostras de raízes



Fonte: Arquivo do autor

Figura 17. Amostras de raízes



Fonte: Arquivo do autor

Figura 18. Lavagem das amostras de raízes



Fonte: Arquivo do autor