



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de Ilha Solteira

MIGUEL PIVA TAKAHASHI

ADUBAÇÃO FOSFATADA EM ÁREA DE PRODUÇÃO DE GRAMA ZEON
ZOYSIA

Ilha Solteira - SP

Janeiro de 2024



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de Ilha Solteira

MIGUEL PIVA TAKAHASHI

**ADUBAÇÃO FOSFATADA EM ÁREA DE PRODUÇÃO DE GRAMA ZEON
ZOYSIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
Unesp como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho

Coorientador: Prof. Dr. Rodolfo de Niro Gazola

Ilha Solteira - SP

Janeiro de 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

T136a Takahashi, Miguel Piva .
Adubação fosfatada em área de produção da grama Zeon Zoysia / Miguel Piva Takahashi. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
30 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2024

Orientador: Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho
Co-orientador: Rodolfo de Niro Gazola
Inclui bibliografia

1. Gramado. 2. Zoysia matrella. 3. Fósforo. 4. Teores de nutrientes. 5. NDVI.



Erika Renata Bocchi Lomba
Bibliotecária - CRB/8 - 10792
Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Adubação fosfatada em área de produção de grama Zeon Zoysia

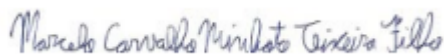
ALUNO: *Miguel Piva Takahashi*

RA: 161051057

ORIENTADOR: Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho

Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora com Nota: 8,7

Comissão Examinadora:



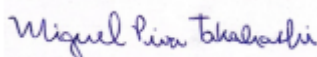
Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho
Presidente (Orientador)



Me. Guilherme Carlos Fernandes



Me. Hernandes Andrade Queiroz



Miguel Piva Takahashi

Ilha Solteira, 11 de janeiro de 2024.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Manoel e Zilda, que me incentivaram e apoiaram em todos os momentos.

A minha namorada, Brenda, por todo o apoio e compreensão durante a graduação.

Aos companheiros de república, pelo companheirismo e solidariedade durante os anos que convivemos.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho, por ter sido meu orientador e ao professor Rodolfo Niro Gazola, coorientador, por terem desempenhado tal função com dedicação e amizade.

À Prof.^a Dr.^a Raíssa Pereira Dinalli, pela ajuda na condução desta pesquisa.

E a instituição de ensino Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Ilha Solteira, pela oportunidade do curso de Engenharia Agrônômica.

RESUMO

A utilização de gramados como forração vegetal é empregada em diferentes setores no Brasil (paisagísticos, esportivos, vias públicas), fazendo com que a demanda por gramas aumente, assim também corresponde a sua produção. A grama Zeon (*Zoysia matrella*), tem sido uma alternativa crescente no mercado, por conta de sua manutenção menos exigente do que as variedades tradicionais (Esmeralda e São Carlos), resulta em gramados mais homogêneos e densos, indicada para áreas a pleno sol e de alta luminosidade. Para um bom desenvolvimento do sistema radicular na fase de implantação de um gramado, onde a quantidade de raízes é pequena, se faz necessário teores adequados de fósforo (P) no solo. Com a adequada adubação fosfatada é possível obter um desenvolvimento com qualidade e em menor período de tempo, consequentemente resultando em redução de custos ao produtor. Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de fósforo em área de produção comercial da grama Zeon, no município de Pereira Barreto - SP. Para isso utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e seis repetições, com 10 m² de área de parcela. Os tratamentos foram quatro doses de P₂O₅: 0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ (na forma de Superfosfato Simples – 18% de P). O incremento das doses de P₂O₅ aumentou a matéria seca de raízes + rizomas (MSR) e a matéria seca total (MST) da grama Zeon até a dose ótima estimada de 135 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em média. O aumento da adubação fosfatada não influenciou na massa de tapete, volume de raiz, índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e concentrações de nutrientes nas folhas e raízes + rizomas da grama Zeon. Contudo, houve incremento nos acúmulos de N, P e Fe nas raízes + rizomas e total da grama Zeon em função do aumento das doses de P₂O₅.

Palavras-chave: Gramado. *Zoysia matrella*. Fósforo. Teores de nutrientes. NDVI.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 Gramados	9
2.2 Grama Zoysia	10
2.3 Adubação fosfatada.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Execução do experimento	13
3.2 Delineamento experimental	14
3.3 Avaliações.....	14
3.4 Análise estatística.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5. CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de grama no Brasil, mesmo sendo recente, está em constante evolução, principalmente pela grande procura no mercado consumidor. A grama Zoysia é uma espécie de gramínea que tem ganhado destaque no Brasil devido às suas características únicas e adaptabilidade às condições climáticas do país. Seu crescimento cada vez mais positivo no setor, com aproximadamente 24 mil hectares cultivados, entre áreas regularizadas e não regularizadas no Ministério da Agricultura. Com 12 mil ha de produção, o estado de São Paulo é o maior produtor nacional, seguido por Paraná e Minas Gerais (ANTONIOLLI, 2015).

No entanto, devido às condições naturais, com solos bastante intemperizados, apresentando baixo teor de P total e altas taxas de complexação do nutriente, não atendendo às necessidades nutricionais das plantas (ZUCARELI et al., 2011). Todavia, apesar de pouco requerido pelas plantas, o P é um dos nutrientes mais utilizados na agricultura, pela sua escassez e pelo processo de adsorção e fixação aos colóides do solo (NOVAIS; SMYTH, 1999; GULLO, 2002). Com isso, o baixo aproveitamento dos fertilizantes fosfatados e a má nutrição das plantas são os principais fatores que afetam o crescimento do gramado. Segundo Godoy e Villas Bôas (2006), para desenvolver um gramado com adequado crescimento e boa qualidade é necessária a adequação do solo, que consiste basicamente no seu condicionamento para o uso agrícola.

Desse modo, o conhecimento do teor de fósforo no solo torna-se de alta relevância, por permitir a recomendação do nutriente na dose adequada para o crescimento inicial da grama, de acordo com seus requerimentos. A pesquisa é relevante devido à escassez de estudos de adubação fosfatada com a grama Zoysia (GARRETO, 2016).

Para um bom desenvolvimento do sistema radicular na fase de implantação de um gramado, onde a quantidade de raízes é pequena, se faz necessário teores adequados de fósforo no solo. Com a adequada adubação fosfatada é possível obter um desenvolvimento com qualidade e em menor período de tempo, consequentemente resultando em redução de custos ao produtor. Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de P_2O_5 em área de produção comercial da grama Zeon, no município de Pereira Barreto - SP.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GRAMADOS

As gramas pertencem à família das Gramíneas, formada por mais de 10.000 espécies, mas menos de 50 podem ser utilizadas na formação de gramados (GODOY et al., 2012). Estas gramas são amplamente cultivada em todo o mundo devido à sua utilidade em paisagismo, gramados esportivos, pastagens e até mesmo como alimento para animais herbívoros. Em cada local, o gramado tem seu objetivo e possuiu características intrínsecas como a espécie de grama utilizada, o nível de manutenção e as técnicas adotadas (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

As gramas são plantas duradoras que crescem a partir de sementes ou estolões (hastes horizontais). Estas requerem cuidados regulares, como rega, adubação, corte e controle de pragas para manter sua saúde e aparência. A grama desempenha um papel crucial na redução da erosão do solo, na melhoria da qualidade do ar e na absorção de água da chuva. O calor estocado pelas áreas cobertas com gramas, e que é irradiado novamente é de 5%, diferenciando-se de locais com asfalto ou solo nu, onde a irradiação é maior, melhorando de maneira expressiva a amplitude térmica dos locais onde são implantados. Além disso, por apresentar crescimento denso, a grama tende a diminuir a velocidade das enxurradas, reduzindo as perdas dos sedimentos e aumentando as infiltrações (SANTOS, 2013).

O crescimento da grama é influenciado pelas estações do ano e pelo clima. Em climas temperados, muitas gramas entram em dormência durante os meses de inverno e retomam o crescimento na primavera e no verão. As gramas de clima quente, mais adaptadas ao clima do Brasil e as que predominam no País, possuem capacidade de se desenvolverem em altas temperaturas; algumas variedades toleram geadas esporádicas e outras espécies baixas temperaturas, mas sempre acima de 0 °C.

São divididas em dois grupos, rizomatosas e estoloníferas, sendo esta classificação bastante importante, pois a partir dela é que se determinam quais espécies podem ou devem ser utilizadas em cada situação, formas de comercialização e manejo. Nas variedades rizomatosas, os rizomas, que são a base do crescimento vegetativo, ficam em sub superfície e, por isso, elas possuem grande capacidade de regeneração, principalmente se a injúria for causada por tráfego excessivo. Assim, as variedades de clima quente e rizomatosas, variedades de Bermuda (*Cynodon* spp.), de Zoysia (*Zoysia* spp.) e de Batatais (*Paspalum notatum*) servem para gramados esportivos, onde o tráfego é intenso e sempre ocorrem danos superficiais. No

entanto, em função dessa alta capacidade de recuperação, são exigentes em manutenção, desde adubação até corte, havendo situações específicas em que o corte deve ser diário (GURGEL, 2003).

O mercado brasileiro de grama cultivada teve início em 1973, com o início das operações de produção da Itograss Agrícola Ltda., no município de Itapetininga/SP. A grama coreana (*Zoysia matrella*) foi o primeiro cultivar produzido, sendo colhida manualmente no formato de “rolos” (125 x 63,5 cm) (ZANON; PIRES, 2010).

Considerando as vantagens e procura dessa planta, os produtores visam, cada vez mais, produtos competitivos e de qualidade, sendo necessária a aplicação de manejos corretos das plantações da espécie para obter tal eficiência, buscando, assim, o potencial máximo de produção (SANTOS; JUNIOR, 2011).

2.2 GRAMA ZOYSIA

A grama Zeon *Zoysia* (nome científico *Zoysia Matrella*) foi desenvolvida por pesquisadores da Texas A&M University no final da década de 1990. A *Zoysia* ganhou popularidade devido às suas características desejáveis, como a bela aparência, tolerância à seca e resistência a pragas e doenças, tornando-a uma escolha popular para gramados em regiões de clima quente e moderado.

A Zeon tem uma lâmina de folha verde escura de textura fina que cria uma aparência exuberante e bem cuidada quando mantida adequadamente. Forma uma relva densa e semelhante a um tapete. Esta grama tem um hábito de crescimento baixo e extenso e forma um espesso tapete de grama, tende a crescer lentamente em comparação com outras gramíneas da estação quente (BACKES et al., 2010). Seu tempo de produção para comercialização é de 11 meses e as colheitas ocorrem mensalmente, de acordo com a demanda.

Conhecida por sua boa tolerância à seca, ela responde melhor com períodos de escassez de água, prospera em climas quentes e úmidos e é adequada para regiões com verões longos e quentes. Embora seja uma grama de estação quente, Zeon é um pouco mais tolerante ao frio em comparação com outras variedades de *Zoysia*, adequada para zonas de transição entre climas quentes e frios. Esta grama é conhecida por sua capacidade de suportar tráfego intenso de pedestres e se recuperar bem do desgaste, tornando-a adequada para áreas de tráfego intenso.

2.3 ADUBAÇÃO FOSFATADA

Segundo Machado (2001), conceito de adubação se constitui na prática agrícola que tem como intuito o fornecimento de adubos ou fertilizantes ao solo, de modo a recuperar ou manter sua fertilidade, proporcionando eficácia no desenvolvimento das plantas em geral. A deficiência ou a falta de um elemento durante a nutrição impossibilita a planta de completar seu ciclo biológico, dessa forma são necessários, durante a adubação ser observado os efeitos do elemento envolvido diretamente na nutrição da planta, quer constituindo um metabólito essencial, quer sendo requerido para a ação de um sistema enzimático.

O fósforo é um macronutriente muito importante para os gramados já que o mesmo, facilita a absorção de água e nutrientes da planta melhorando a qualidade e o rendimento da mesma, enquanto sua carência pode acarretar na diminuição do crescimento das plantas, podendo interferir diretamente no crescimento da raiz e na altura da planta, visto que esse nutriente é importante em vários processos de desenvolvimento da mesma (GARETO, 2016). De modo geral, plantas com baixa nutrição de fósforo apresentam pouco desenvolvimento, com má fecundação, apresentando maturação tardia, e folhas escurecidas e não vívidas (MACHADO, 2001). Além disso, conforme Godoy e Villas Bôas (2003), o P é parte fundamental para a divisão celular, a reprodução e o metabolismo vegetal (fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas).

O fósforo, segundo Godoy e Villas Bôas (2003), atua na respiração e na produção de energia da planta, na divisão das células, intensificando-a, isto é, entra na composição de algumas substâncias de reserva; dá força e rigidez aos caules; facilita a floração; apressa a maturação; intensifica a resistência das plantas às moléstias; contribui para o desenvolvimento do sistema radicular e para a saúde geral da planta. O fósforo favorece a colheita, como fator de qualidade e quantidade, isto é, contribui para uma produção maior e melhor.

A adubação fosfatada é uma prática importante para promover o crescimento saudável das gramas em gramados e jardins. O fósforo (P) é um dos macronutrientes essenciais para as plantas, e desempenha um papel crucial no desenvolvimento das raízes, na floração e na formação de sementes. A importância do P para o crescimento de raízes é bem conhecida e gramas desenvolvidas em solos com baixo teor de P são incapazes de produzir sistema radicular bem desenvolvido (CHRISTIANS, 1998).

O excesso de fósforo pode ser prejudicial para o meio ambiente, portanto, deve-se evitar aplicar mais do que o necessário. Além do sistema radicular menos desenvolvido, um dos sintomas da deficiência de P é uma coloração verde escura das folhas mais velhas evoluindo para uma cor púrpura nas margens (TURNER, 1993).

Antes de realizar a aplicação de qualquer fertilizante, é importante realizar uma análise química de solo para determinar o teor de fósforo disponível presente no solo, isso ajudará a determinar a quantidade necessária de adubo fosfatado. Existem diferentes tipos de fertilizantes fosfatados disponíveis, como fosfato de rocha, superfosfato simples e superfosfato triplo. O tipo específico de fertilizante fosfatado a ser usado depende do resultado do teste de solo, das necessidades da grama e custo do adubo fosfatado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

A condução do experimento foi no período de julho de 2019 a maio de 2020, em área de produção comercial de grama, na empresa Itograss, no município de Pereira Barreto/SP, localizada nas coordenadas geográficas 20° 45' 14" de latitude sul e 51° 03' 45" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 343 m e solo do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico.

Em 2019 foi introduzida a grama Zeon (*Zoysia matrella*) que possui folhas mais finas que a Esmeralda e com uma coloração mais escura. A grama Zeon assim como a Esmeralda possui hábito de crescimento rizomatoso e, portanto, pode ser colhida em área total, visto que após a colheita ficam rizomas subsuperficiais capazes de brotarem e cobrir novamente o solo (BACKES et al., 2010). Os resultados iniciais obtidos da análise química de solo realizada no local constam na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização química do solo em área de produção de grama Zeon, em Pereira Barreto/SP.

Profundidade	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC
	resina									
m	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----mmol. dm ⁻³ -----						
0,0-0,2	36	15	5,2	3,0	23	18	16	0	44	60
Profundidade	V	S-SO ₄	Ca/CTC	Mg/CTC	m	B**	Cu*	Fe*	Mn*	Zn*
m	%	mg dm ⁻³	%	%	%	-----mg dm ⁻³ -----				
0,0-0,2	73	8	38	30	0	0,21	0,6	19	7,5	2,4

A cultura foi implantada por sprigs, que são mudas de grama formada por folhas, raízes, estolões e rizomas sem a presença de solo. Antes do plantio das mudas de grama foram realizadas as seguintes operações: a) aplicação do herbicida Glyphosate em área total, visando a dessecação da cultura antecessora (grama Esmeralda); b) uso de escarificador superficial denominada “estrelinha” para descompactação do solo; c) aplicação a lanço de 1,2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico; d) adubação fosfatada.

A adubação fosfatada foi realizada no plantio sendo a quantidade aplicada de 0, 50, 100 ou 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Superfosfato simples – 18% de P₂O₅). A aplicação de potássio foi parcelada em quatro aplicações (plantio e aos 45, 90 e 135 dias após o plantio) sendo em cada

aplicado 34,3 kg ha⁻¹ de K₂O (Cloreto de potássio – 60% de K₂O), totalizando 137,2 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação nitrogenada também foi parcelada em quatro aplicações (plantio e aos 45, 90 e 135 dias após o plantio) sendo as quantidades aplicadas: 40 kg ha⁻¹ de N em cada aplicação, totalizando 160 kg ha⁻¹ de N, (Ureia – 45% de N). Após a aplicação da ureia foi realizada a irrigação por aspersão (pivô central), com fornecimento de 10 a 12 mm de lâmina de água.

A irrigação foi feita por pivô central, com fornecimento de 10 a 12 mm de água diariamente, no período seco, ou quando necessário no período chuvoso. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi feito sempre que necessário, sendo avaliado visualmente. A passagem do rolo compactador foi realizado em única vez antes da colheita para compactação da grama a ser colhida em tapetes.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro tratamentos e seis repetições, com área de 10 m² por parcela. Os tratamentos foram quatro doses de P₂O₅: 0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Supersimples – 18% de P₂O₅), realizadas antes do plantio da grama, sem parcelamento e sem incorporação ao solo.

3.3 AVALIAÇÕES

a) Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI - Normalized Difference Vegetation Index): foi realizada antes da colheita da grama utilizando o GreenSeeker Handheld Crop Sensor (Trimble®), posicionado paralelamente à superfície gramada a 60 cm de altura, sendo realizada três leituras em cada parcela para o cálculo da média, como no trabalho de Alfonsi et al. (2015) e de Latorre, Godoy e Tibães (2015).

b) Massa do tapete: foi realizada a pesagem, em balança analítica, após a colheita da grama (profundidade de corte da grama de 1,5 cm) sendo utilizado a média de três tapetes (62,5 x 40,0 cm) por parcela.

c) Volume das raízes + rizomas: foram separados das folhas do tapete, sendo em seguida determinado o volume pelo método da proveta.

d) Matéria seca das folhas e das raízes + rizomas: as amostras dos tapetes foram lavadas para retirar o solo aderido do material. Posteriormente, com o auxílio de pinças, serão separadas em raízes + rizomas e folhas, sendo acondicionadas em sacos de papel, devidamente

identificados e levadas à estufa a 65 °C, por 72 horas, como realizado por Godoy (2005) e por Godoy, Villas Bôas e Backes (2012). As amostras foram pesadas em balança analítica e os valores extrapolados em kg ha⁻¹.

e) Concentração dos nutrientes nas folhas e nas raízes + rizomas: após a determinação da matéria seca das folhas e das raízes + rizomas, as amostras foram moídas, separadamente, e enviadas para o Laboratório de Nutrição de Plantas da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, para determinação da concentração de macronutrientes e micronutrientes nas folhas e nas raízes + rizomas, de acordo com a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

f) Acúmulo dos nutrientes nas folhas e nas raízes + rizomas: obtido multiplicando a massa pela concentração do nutriente, sendo seu valor estimado para kg ha⁻¹ (macronutrientes) e g ha⁻¹ (micronutrientes)

Figura 1 - Vista geral da área na colheita das parcelas do experimento.



Fonte: dados do próprio autor.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados quanto à análise de variância (teste F) e ajustados à regressão polinomial para doses de P₂O₅, utilizando-se do programa SISVAR (FERREIRA, 2008) para análise estatística.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível detectar efeito significativo tanto na matéria seca das raízes + rizomas (MSR) como na matéria seca total (MST) da grama Zeon Zoysia, a 5% de significância (Tabela 2). A importância do fósforo (P) para o desenvolvimento do sistema radicular é fundamental, por estar envolvido no armazenamento e transferência de energia, DNA e RNA, portanto em solos com baixo teor de P não é possível que haja um bom desenvolvimento de raízes (CHRISTIANS, 1998).

O fósforo (P) é um macronutriente importante para os gramados, por desempenhar papel crucial no crescimento do sistema radicular, possibilitando a absorção de água e nutrientes na planta. Sendo assim melhora a qualidade e rendimento desta, enquanto que sua deficiência pode influenciar na redução do crescimento, influenciando diretamente no desenvolvimento da raiz e parte aérea (GARRETO, 2016).

Para a dose de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ houve um aumento de 19,3% em relação a testemunha (0 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e de 59,6% para o tratamento com 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 1). Enquanto para a dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a resposta não foi linear, porém ainda sim, teve um aumento de 40,5% em relação ao tratamento sem adubação com fósforo. Na Figura 1, nota-se resposta quadrática para matéria seca de raízes + rizomas (MSR) em função do incremento das doses de fósforo, com aumento até dose ótima estimada de 136 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Assim como notado por Nobile, Nunes e Neves (2014), doses crescentes de lodo de esgoto proporcionaram uma maior desenvolvimento de raízes, e uma constância na questão de parte aérea.

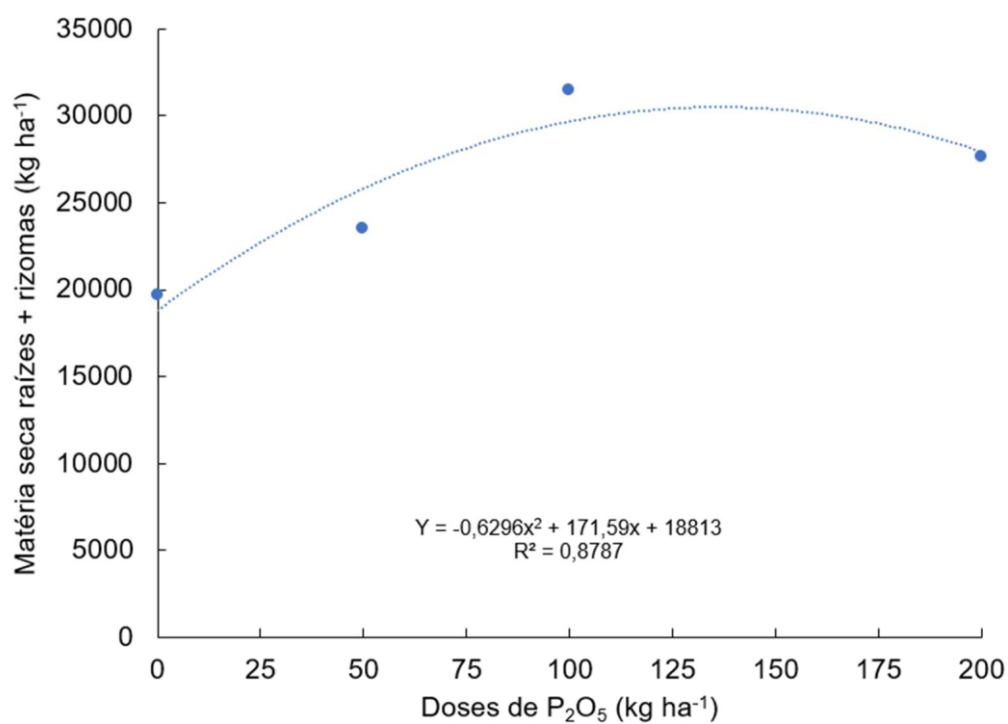
Em relação a matéria seca total (MST) o aumento em kg ha⁻¹ em relação as doses de 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ foi, respectivamente de 20,4%, 51,44% e 35,15% em comparação a dose de 0 kg ha⁻¹. Na Figura 2, verifica-se resposta quadrática para MST em função do incremento das doses de fósforo, com aumento até dose ótima estimada de 134 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Tabela 2 - Matéria seca das folhas (MSF), raízes + rizomas (MSR) e total (MST) da grama Zeon Zoysia em função de doses de P_2O_5 .

Doses de P kg ha ⁻¹	MSF	MSR	MST
		kg ha ⁻¹	
0	3881,53 ^{ns}	19691,84*	23573,37*
50	4906,11	23477,67	28383,77
100	4271,37	31432,27	35703,64
200	4212,85	27655,10	31867,95
C.V. (%)	24,34	13,87	14,44

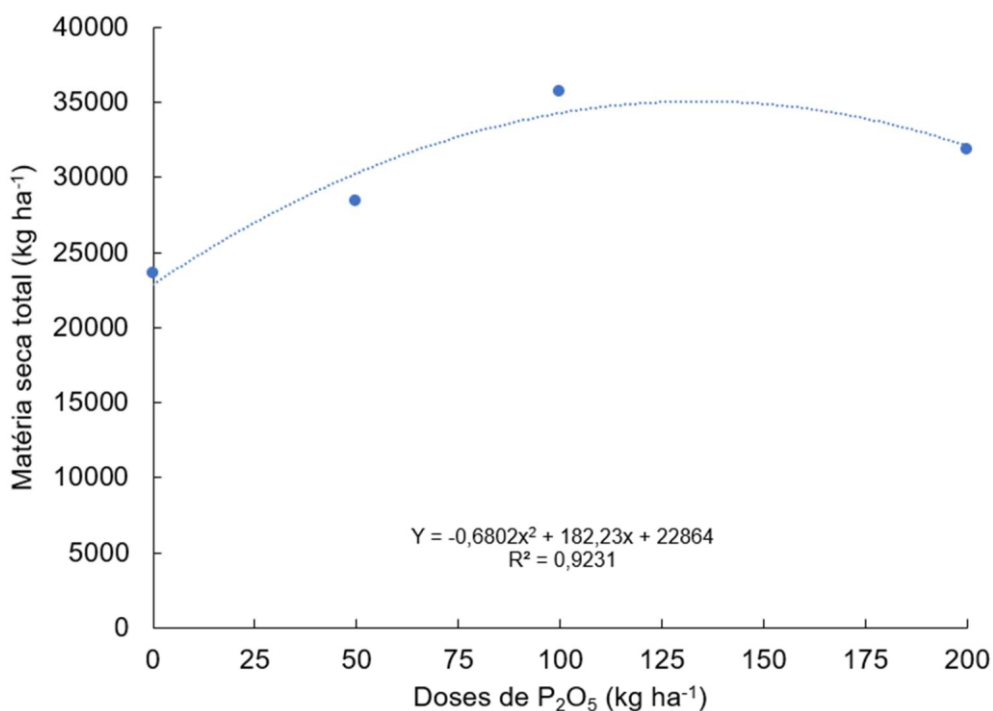
ns e * - não significativo e significativo a 5% pelo teste F, respectivamente.

Figura 2 – Massa de matéria seca das raízes + rizomas (kg ha⁻¹) em relação as doses de P_2O_5 .



Fonte: elaboração do próprio autor.

Figura 3 – Massa de matéria seca total (MST) em relação as doses de P_2O_5 .



Fonte: elaboração do próprio autor.

Não foi constatado efeito significativo para massa de tapete (MT), volume de raiz (VR) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), em função do incremento de dose de fósforo (Tabela 3).

O elemento que mais influência na intensidade e coloração verde conferida as folhas, é o nitrogênio (N). De maneira prática, o NDVI mensura a quantidade de reflectância das folhas, portanto quanto mais verde for a folha, maior será o valor de NDVI. Este ainda pode ser utilizado como um indicador de potencial produtivo, quando realizada leitura em um momento de maior acúmulo de biomassa (LIU, 2006).

O fósforo (P) possui função estrutural, fazendo parte de biomoléculas na planta, como principais, as relacionadas ao armazenamento e transferência de energia, sendo considerando o nutriente mais importante para o desenvolvimento das raízes (GODOY et al., 2012).

Tabela 3 - Massa de tapete (MT), volume de raiz (VR) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da grama Zeon Zoysia em função de doses de P_2O_5 .

Doses de P kg ha ⁻¹	MT	VR	NDVI
	kg	ml	adim.
0	7,39 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,63 ^{ns}
50	7,45	0,47	0,65
100	7,61	0,51	0,61
200	7,64	0,48	0,65
C.V. (%)	5,84	22,13	7,45

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

Não foi observado efeito significativo para doses de fósforo nas concentrações dos macronutrientes tanto nas folhas, como raízes + rizomas. Tendo em vista que estes refletem no crescimento, densidade e cor dos gramados, quando estes não se encontram em concentrações adequadas, ou por outro motivo, não estejam disponíveis para a planta, o resultado é um gramado fraco, amarelado e com recuperação aparente lenta (DUBLE, 1990).

As concentrações foliares de P estão dentro do que Godoy et al. (2012) consideram ideais para as folhas das gramas, de 2 a 6 g kg⁻¹. Além de estarem acima da faixa considerada ideal para a grama esmeralda, por Mills e Jones Junior (1996), de 1,9 a 2,2 g kg⁻¹. Além disso, vale destacar que no presente estudo, os teores de P disponíveis no solo estavam médios (36 mg dm⁻³), próximos de alto (>40 mg dm⁻³), conforme Boaretto (2022).

Apesar do P ser um dos macronutrientes exigidos em menores quantidades em gramados no geral, esta concentração adequada é um fator positivo, pois tem um fator fundamental para o crescimento, possuindo funções estruturais, tendo papel importante para o desenvolvimento radicular, estando presente em várias biomoléculas nas plantas, principalmente aquelas ligadas ao armazenamento e transferência de energia (JIMÉNEZ, 2008).

Tabela 4 - Concentração de macronutrientes nas folhas e raízes + rizomas da grama Zeon Zoysia em função de doses de P_2O_5 .

Doses de P kg ha ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹ Folha					
0	10,18 ^{ns}	2,79 ^{ns}	10,04 ^{ns}	4,22 ^{ns}	0,48 ^{ns}	2,17 ^{ns}
50	10,27	2,85	11,03	4,09	0,48	1,99
100	10,13	2,81	9,20	3,78	0,41	2,15
200	11,13	3,09	10,55	4,40	0,49	2,26
C.V. (%)	11,43	12,66	16,86	17,52	22,42	9,29
raízes + rizomas						
0	4,65 ^{ns}	1,08 ^{ns}	3,76 ^{ns}	2,07 ^{ns}	0,56 ^{ns}	4,08 ^{ns}
50	6,67	1,36	5,28	1,96	0,58	2,65
100	5,60	1,13	3,45	2,19	0,55	3,97
200	6,33	1,70	4,50	2,18	0,60	3,33
C.V. (%)	21,09	36,54	24,45	25,70	20,61	30,24

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

As concentrações dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn não apresentaram resultados estatisticamente significativos nas folhas e raízes + rizomas em relação as doses de P_2O_5 .

Como citado por Gazola (2017), foi notado que as concentrações de micronutrientes nas raízes + rizomas (Tabela 5) foram maiores que as das folhas. Fato que pode ser explicado por conta dos micronutrientes serem absorvidos em menores quantidades que os macronutrientes, e também, pelos seus altos teores no solo, conforme Raij et al. (1997), se comparados a faixa adequada para a grama esmeralda.

Tabela 5 - Concentração de micronutrientes na folha e raízes + rizomas da grama Zeon Zoysia em função de doses de P_2O_5 .

Doses de P	Cu	Fe	Mn	Zn
kg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹			
Folha				
0	10,5 ^{ns}	1983,25 ^{ns}	71,00 ^{ns}	17,25 ^{ns}
50	8,5	1197,00	64,50	14,75
100	10,25	1950,50	80,50	19,25
200	7,00	1889,50	76,75	23,75
C.V. (%)	38,15	45,9	21,76	36,06
raízes + rizomas				
0	34,75 ^{ns}	3274,00 ^{ns}	159,00 ^{ns}	28,75 ^{ns}
50	27,00	3003,25	107,75	19,50
100	46,75	3256,00	165,75	24,25
200	35,00	3101,25	128,75	25,50
C.V. (%)	46,04	7,31	31,36	35,40

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

Para os acúmulos de macronutrientes (Tabela 6), apenas o acúmulo de nitrogênio e fósforo nas raízes + rizomas e total foram significativos para as doses de P e se ajustaram a função linear crescente, indicando incremento de acúmulo destes macronutrientes conforme aumento das doses de P_2O_5 (Figuras 3, 4, 5 e 6).

Segundo Christians (1998) a importância do fósforo para o crescimento das raízes é bem conhecida, gramas cultivadas em solos deficientes em fósforo são incapazes de desenvolver um bom sistema radicular. Como é possível observar na Tabela 6, as doses de fósforo não influenciaram no acúmulo do nutriente nas folhas. Certamente isso ocorreu porque o fósforo tem maior influência sobre o perfilhamento e crescimento radicular do que na formação de lâminas foliares (MOREIRA et al., 1979).

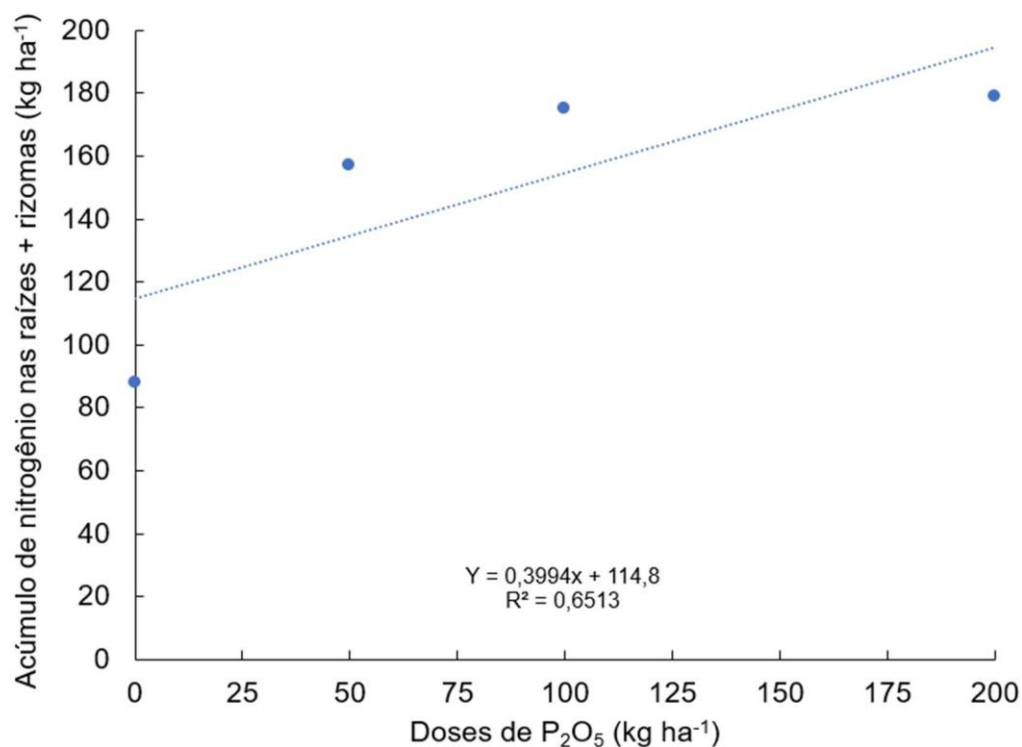
O fósforo acumulado e transportado com o tapete da grama, considerando planta e solo, pode melhorar o pegamento, a recuperação e a qualidade dos gramados quando este é colhido e transplantado (VIETOR et al., 2002).

Tabela 6 - Acúmulo de macronutrientes nas folhas, raízes + rizomas e total da grama Zeon Zoysia em função de doses de P.

Doses de P kg ha ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹					
	Folha					
0	39,58 ^{ns}	10,87 ^{ns}	38,89 ^{ns}	16,49 ^{ns}	1,87 ^{ns}	8,47 ^{ns}
50	51,11	14,17	55,29	20,59	2,39	9,60
100	43,28	12,14	39,31	16,10	1,75	9,22
200	45,31	12,92	43,14	18,09	2,05	9,42
C.V. (%)	27,82	29,24	32,86	33,75	36,54	22,13
	raízes + rizomas					
0	88,33*	21,49*	76,91 ^{ns}	39,96 ^{ns}	10,97 ^{ns}	78,08 ^{ns}
50	156,66	31,67	122,91	47,14	13,73	63,89
100	174,64	35,43	109,4	68,74	17,34	123,15
200	178,87	47,33	125,73	58,75	16,53	88,86
C.V. (%)	25,23	43,15	31,38	31,57	30,04	30,64
	Total					
0	127,91*	32,36*	115,8 ^{ns}	56,46 ^{ns}	12,84 ^{ns}	86,56 ^{ns}
50	207,77	45,84	178,20	67,74	16,12	73,50
100	217,92	47,58	148,71	84,85	19,09	132,36
200	224,18	60,25	168,87	76,86	18,58	98,29
C.V. (%)	21,89	33,80	27,45	28,25	28,77	28,19

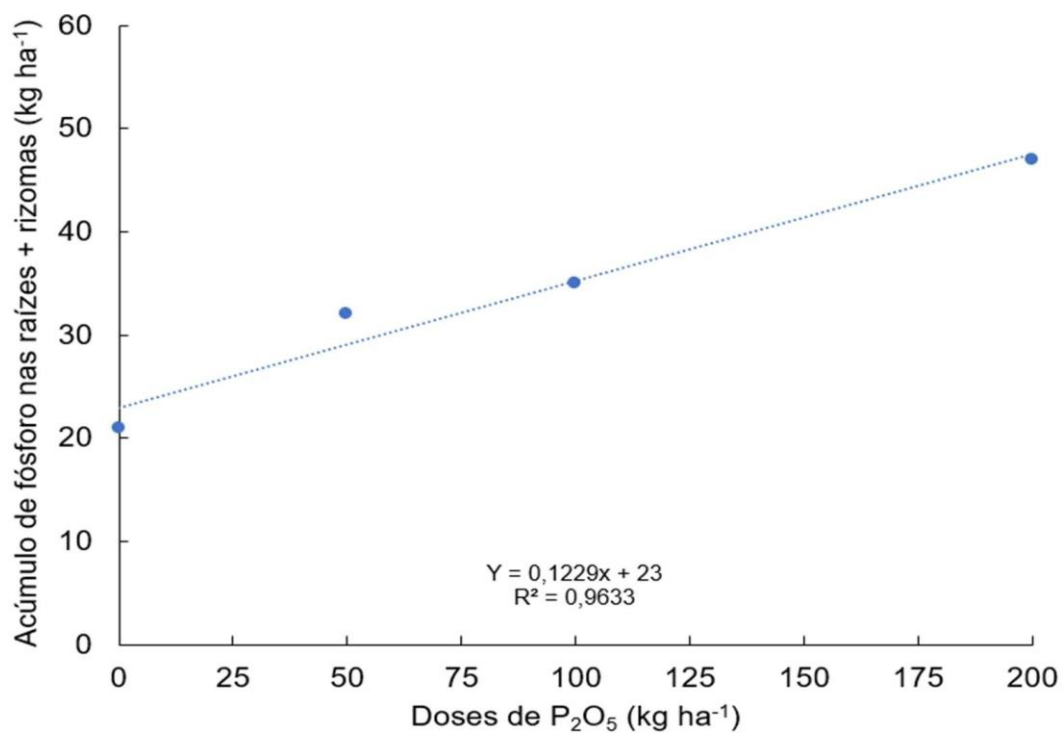
ns e * - não significativo e significativo a 5 teste F.

Figura 4 – Acúmulo de nitrogênio nas raízes + rizomas (kg ha^{-1}) da grama Zeon Zoysia em relação as doses de P_2O_5 .



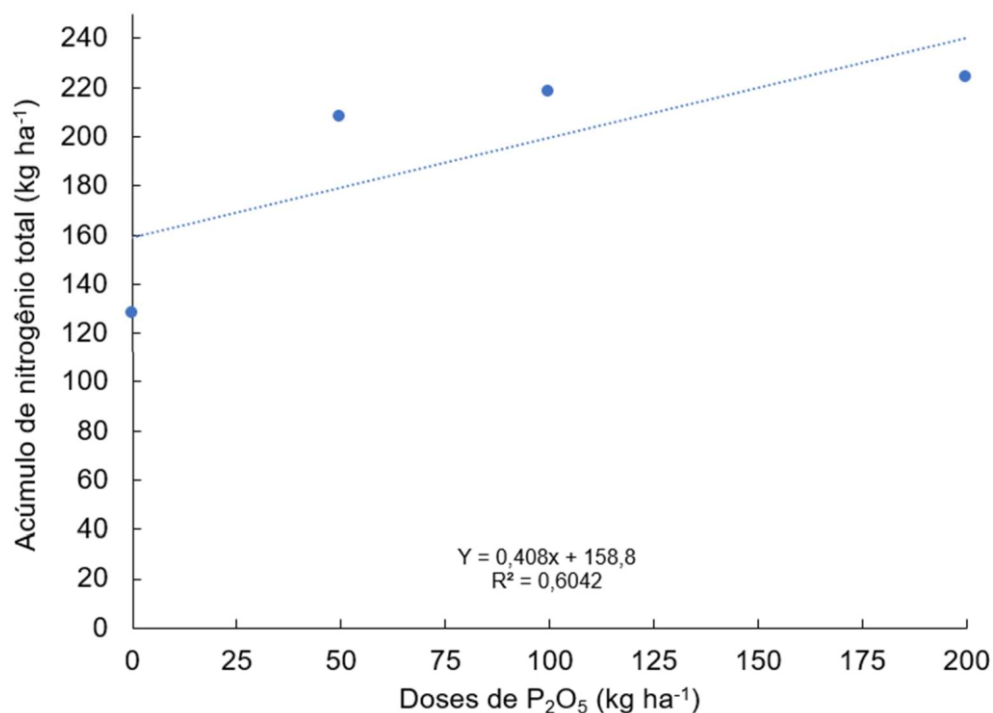
Fonte: elaboração do próprio autor.

Figura 5 – Acúmulo de nitrogênio nas raízes + rizomas (kg ha^{-1}) da grama Zeon Zoysia em relação as doses de P_2O_5 .



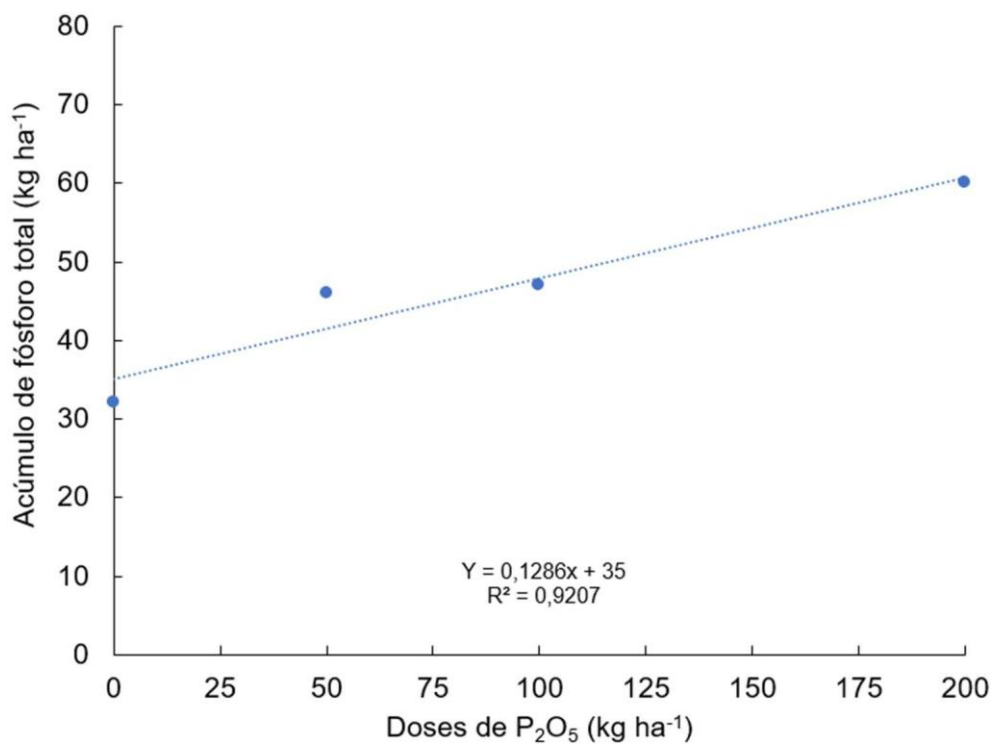
Fonte: elaboração do próprio autor.

Figura 6 – Acúmulo de nitrogênio total (kg ha^{-1}) da grama Zeon Zoysia em relação as doses de P_2O_5 .



Fonte: elaboração do próprio autor.

Figura 7 – Acúmulo de fósforo total (kg ha^{-1}) da grama Zeon Zoysia em relação as doses de P_2O_5 .



Fonte: elaboração do próprio autor.

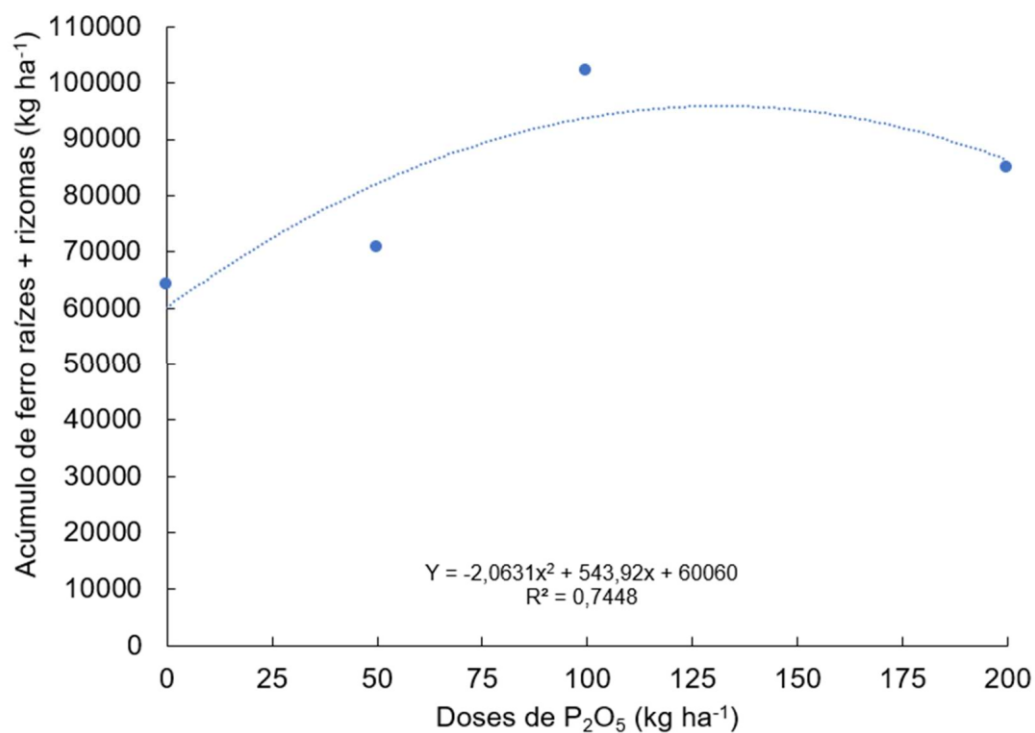
Com relação ao acúmulo de micronutrientes nas folhas, raízes + rizomas e total da grama Zeon Zoysia em função de doses de P_2O_5 (Tabela 7), foi possível identificar efeito significativo apenas para o acúmulo de Ferro (Fe) nas raízes + rizomas e total, ocorrido este que pode ser justificado pela elevada presença do micronutriente no solo, que é retirado junto com o gramado na colheita, onde mesmo realizada a lavagem, pode acusar os teores elevados. Valor que também pode ser atribuído ao fato de que os solos brasileiros são ricos em ferro. Conforme citado por Godoy et al. (2012), as quantidades de micronutrientes que as gramas acumulam são baixas, normalmente menos que 100 mg m^{-2} , com exceção do ferro.

Tabela 7 - Acúmulo de micronutrientes nas folhas, raízes + rizomas e total da grama Zeon Zoysia em função de doses de P_2O_5 .

Doses de P	Cu	Fe	Mn	Zn
kg ha ⁻¹	g ha ⁻¹			
Folha				
0	42,09 ^{ns}	7985,97 ^{ns}	273,46 ^{ns}	66,41 ^{ns}
50	42,34	5393,21	305,70	69,74
100	43,71	8333,64	343,95	81,24
200	30,18	8376,89	324,06	91,91
C.V. (%)	45,36	51,39	35,18	35,26
raízes + rizomas				
0	658,59 ^{ns}	64267,79*	2991,78 ^{ns}	574,20 ^{ns}
50	609,46	70875,42	2598,65	476,33
100	1519,42	102237,51	5126,52	751,55
200	1003,81	84914,81	3410,11	698,83
C.V. (%)	50,89	14,36	29,06	45,69
total				
0	700,68 ^{ns}	72253,76*	3265,24 ^{ns}	640,61 ^{ns}
50	651,80	76268,63	2904,35	546,07
100	1563,14	110571,15	5470,47	832,79
200	1033,99	93291,70	3734,17	790,75
C.V. (%)	49,44	14,14	27,10	43,28

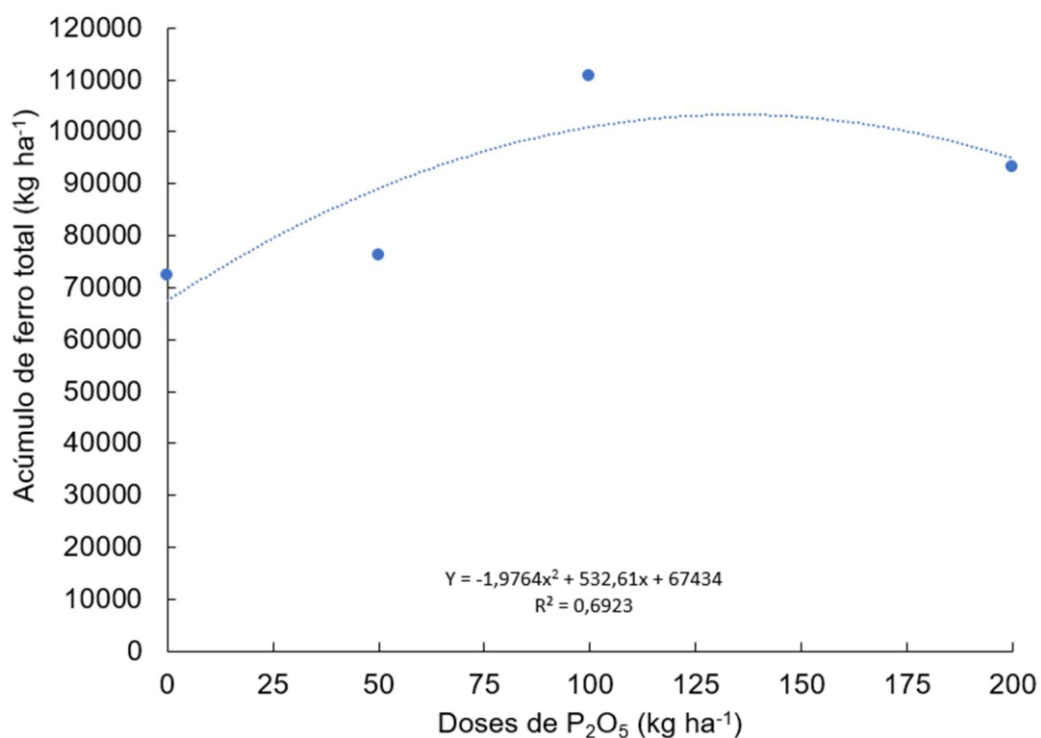
ns e * - não significativo e significativo a 5% pelo teste F.

Figura 8 - Acúmulo de ferro nas raízes + rizomas (kg ha^{-1}) de grama Zeon Zoysia em relação as doses de P_2O_5 .



Fonte: elaboração do próprio autor.

Figura 9 - Acúmulo de ferro total (kg ha^{-1}) de grama Zeon Zoysia em relação as doses de P_2O_5 .



Fonte: elaboração do próprio autor.

5. CONCLUSÕES

O incremento das doses de P_2O_5 aumentou a matéria seca de raízes + rizomas (MSR) e a matéria seca total (MST) da grama Zeon Zoysia até a dose ótima estimada de 135 kg ha^{-1} de P_2O_5 , em média.

O aumento da adubação fosfatada não influenciou na massa de tapete, volume de raiz, índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e concentrações de nutrientes nas folhas e raízes + rizomas da grama Zeon Zoysia. Contudo, houve incremento nos acúmulos de N, P e Fe nas raízes + rizomas e total da grama Zeon Zoysia em função do aumento das doses de P_2O_5 .

REFERÊNCIAS

- ALFONSI, L. G.; GODOY, L. J. G. de; TIBÃES, L. M.; LATORRE, A. S.; BENTO, M. de S. **Distribuição espacial da compactação do solo e índice de vegetação por diferença normalizada em campo de futebol.** In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, 2015, Botucatu. Anais... Botucatu: UNESP/FCA, 2015.
- ANTONIOLLI, D. **Produção, regularização e conquistas do mercado de gramas cultivadas no Brasil.** In: MATEUS, C. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; ANDRADE, T. F. de; OLIVEIRA, M. R. de; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G. de (Org.). Tópicos atuais em gramados IV. 1ª ed. Botucatu: FEPAF/UNESP/FCA, 2015. p. 9-22.
- BACKES, C.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T. **Produção, acúmulo e exportação de nutrientes em grama esmeralda adubada com lodo de esgoto.** Bragantia, Campinas, v. 69, n. 2, p. 413-422, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/brag/v69n2/21.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2022.
- BOARETTO, R. M.; MATOS, D. Jr.; RAIJ, B. van. GRAMADOS. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1997. p. 475-482. (IAC. Boletim Técnico, 100)
- CHRISTIANS, N. E. **Fundamental of turfgrass management.** Chelsea, MI: Arbor Press, 1998, 301p.
- DUBLE, R. L. Turfgrass rootzones. **Aggie Horticulture**, Texas, v. 43, n. 1, p. 20-26, 1990. Disponível em: <<http://aggiehorticulture.tamu.edu/archives/parsons/turf/publications/rootzone.html>>. Acesso em: 26 out. 2023.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: **Um programa para análises e ensino de estatística.** Revista Symposium, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.
- GARRETO, F. G. de S. **Desempenho de cultivares de cenoura (*Dacus carota* L.) em função de doses de fósforo.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2016.

GAZOLA, R. P. D. **Adubação nitrogenada e doses do herbicida glyphosate como regulador de crescimento em grama esmeralda**. 2017. 187 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017.

GODOY, L. J. G.; VILAS BÔAS, R. L. **Nutrição de gramados**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: produção, implantação e manutenção, 1, 2003, Botucatu. Anais... Botucatu: GEMFER, 2003. p. 114-160.

GODOY, L. J. G; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C. **Produção de tapetes de grama Santo Agostinho submetida a doses de nitrogênio**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 5 p. 1703-1716, 2012. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/7789/11550>>. Acesso em: 28 out. 2023.

GODOY, L. J. G.; VILAS BÔAS, R. L. **Nutrição de gramados**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: produção, implantação e manutenção, 1, 2003, Botucatu. Anais... Botucatu: GEMFER, 2003. p. 114-160

GODOY, L. J. G.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; SANTOS, A. J. M. **Nutrição, adubação e calagem para produção de gramas**. Botucatu: FEPAF, 2012. 146 p.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapete de grama Santo Agostinho e Esmeralda**. 2005. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2005. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99973/godoy_ljg_dr_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 nov. 2023.

GURGEL, R. G. A. **Principais espécies e variedades de grama**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 1, 2003, Botucatu. Anais... Botucatu: UNESP/FCA, 2003. Disponível em: <<http://www.infograma.com.br/Sigra%20I/PRINCIPAIS%20ESP%C3%89CIES%20E%20VARIEDADES%20DE%20GRAMAS.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2023.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: Ed. Uniderp, 2006.

MACHADO J. **Resposta da cultura do milho aos fertilizantes fosfatados e nitrogenados revestidos com polímeros.** Disponível em:

<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/12158/1/RespostaCulturaMilho.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 317 p.

MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. **Plant analysis handbook II: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide.** Athens: Micro-Macro, 1996. 422 p.

NOBILE, F. O.; NUNES, H. D.; NEVES, J. C. **Doses de lodo de esgoto sobre o desenvolvimento da grama bermuda (*Cynodon dactylon*).** Nucleus, Ituverava, v. 11, n. 2, p. 271-282, 2014.

NOVAIS, R. T.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: UFV, DPS, 199. 399 p.

SANTOS, H. G.; ALMEIDA, J. A.; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRERAS, J. F.; ANJOS, L. H. C.; COELHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

TURNER, T.R. Turfgrass. In: BENNETT, W.F. (ed.) **Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants.** Texas Tech University, APS Press, Lubbock, TE, 1993, p187-198.

ZANON, M. E. **Desenvolvimento de grama esmeralda, grama bermudas ‘Tifway 419’ e ‘Celebration’ submetidas a aplicação de reguladores de crescimento.** 2015. 59 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

ZUCARELLI, C.; CIL, I. R.; PRETE, C. E. C.; PRANDO, A. M. Eficiência agronômica da inoculação à base de *Pseudomonas fluorescens* na cultura do milho. **Agrarian**, v. 4, n. 13, p. 152-157, 2011.