

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**PATRICK LUAN FERREIRA DOS SANTOS**

**SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DA GRAMA BERMUDA  
E SUB-DOSES DE GLYPHOSATE COMO REGULADOR DE  
CRESCIMENTO**

Ilha Solteira  
2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**PATRICK LUAN FERREIRA DOS SANTOS**

**SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DA GRAMA BERMUDA  
E SUB-DOSES DE GLYPHOSATE COMO REGULADOR DE  
CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção

Prof. Dra. Regina Maria Monteiro de Castilho

**Orientadora**

Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho

**Co-Orientador**

Ilha Solteira  
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S237s Santos, Patrick Luan Ferreira.  
Substratos no desenvolvimento da grama bermuda e sub-doses de glyphosate como regulador de crescimento / Patrick Luan Ferreira Santos. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2018  
69 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2018

Orientador: Regina Maria Monteiro de Castilho  
Co-orientador: Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho  
Inclui bibliografia

1. *Cynodon* spp.. 2. Gramado. 3. Tifton 419. 4. Campos esportivos.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

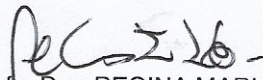
**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DA GRAMA BERMUDA E SUB-  
DOSES DE GLYPHOSATE COMO REGULADOR DE CRESCIMENTO

**AUTOR:** PATRICK LUAN FERREIRA DOS SANTOS

**ORIENTADORA:** REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO

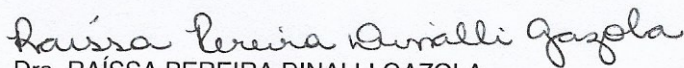
**COORIENTADOR:** MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área:  
SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:



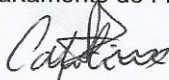
Profa. Dra. REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Dra. RAÍSSA PEREIRA DINALLI GAZOLA

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Dra. CAROLINE DE MOURA D'ANDRÉA MATEUS

Pós-Doutoranda no Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

Ilha Solteira, 31 de julho de 2018

## **DEDICO**

À minha mãe, Célia, minha avó Maria e minha madrinha Maria Cristina, que de muitas formas me incentivaram, apoiaram e ajudaram para que fosse possível a construção do meu futuro profissional.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Regina Castilho, que sempre acreditou no meu potencial e ajudou a atingir meus objetivos, mesmo nos momentos difíceis.

Ao Hildebrando, pelo companheirismo e dedicação.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, dedico o meu agradecimento maior, porque têm sido tudo em minha vida.

À UNESP, pela excelência em qualidade de ensino que me foi passada todos esses anos, e as grandes oportunidades oferecidas pela instituição para aumentar minha formação acadêmica.

Aos meus pequenos irmãos, Sophia, Davi e Laurinha, que trouxeram novas alegrias para meu viver.

À toda minha família, que sempre esteve ao meu lado nessa jornada.

Aos meus grandes amigos Maria Luana, Aline, Philippe e Thays que desde crianças acompanharam os grandes acontecimentos da minha vida.

Às minhas verdadeiras companheiras de turma, Raquel, Nayara e Yane, que me aguentaram nos momentos mais importunos.

À Itogress de Pereira Barreto-SP, pela doação dos tapetes para execução do experimento.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos membros da banca examinadora, Dr<sup>a</sup> Caroline Mateus e Dr<sup>a</sup> Raíssa Gazola, por aceitarem estar participando dessa etapa da minha vida.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente estiveram presentes nessa trajetória...

...o meu muito obrigado!

“As montanhas da vida não existem apenas para que você chegue no topo, mas para que  
você aprenda o valor da escalada”

(Autor desconhecido)

## RESUMO

A grama bermuda (*Cynodon* spp) é a mais utilizada atualmente em campos esportivos de alta performance. Contudo, não existe na literatura uma recomendação oficial brasileira do melhor de substrato para implantação desse tipo de grama. Outra dificuldade é que os gramados necessitam de cortes frequentes, o que eleva o custo de manutenção. Assim uma alternativa, seria o uso do herbicida Glyphosate como regulador de crescimento. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de substratos e de sub-doses de glyphosate como regulador de crescimento no desenvolvimento da grama bermuda. O experimento foi conduzido no Campus II da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, de 14 de abril a 8 de setembro de 2017. Os tapetes de grama bermuda híbrido Tifton 419 foram implantados em contêineres de plástico preto (volume 8,46 litros) com diferentes substratos, sendo o experimento dividido em duas partes. Inicialmente foi verificada a influência dos substratos no estabelecimento e desenvolvimento do gramado com 5 tratamentos (substratos) e 12 repetições. Após 60 dias, foi realizada a primeira aplicação das sub-doses de glyphosate, e assim, iniciada a segunda parte do experimento, formando um esquema fatorial 5 x 4 (substratos x doses de glyphosate), com três repetições. Os substratos foram: S1-solo, S2-areia, S3-solo+areia (1:1), S4-solo+areia+composto orgânico (1:1:1) e S5-composto orgânico+areia (1:1), e as sub-doses de glyphosate: 0, 200, 400 e 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. Foram realizadas análises químicas e físicas dos substratos, pigmentos fotossintéticos, massa fresca e seca das folhas e análise foliar dos macronutrientes. Observou-se que os substratos a base de composto orgânico apresentaram os melhores resultados dos parâmetros avaliados, destacando-se S4- solo + areia + composto orgânico (1:1:1), com excelentes valores para as análises físicas e químicas. Houve efeito das sub-doses de glyphosate no desenvolvimento do gramado, sendo que a dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. proporcionou redução da massa fresca e seca sem alterações severas nos macronutrientes e pigmentos fotossintéticos de Tifton 419.

**Palavras-chave:** *Cynodon* spp. Gramado. Tifton 419. Campos esportivos.



## ABSTRACT

Bermudagrass (*Cynodon* spp.) Is currently the most widely used in high performance sports fields. However, there is no official Brazilian recommendation of the best substrate for implantation of this type of grass. Another difficulty is that turfgrass need frequent cuts, which raises the cost of maintenance. Thus an alternative would be the use of the herbicide Glyphosate as growth regulator. The objective of this study was to evaluate the effect of substrates and sub-doses of glyphosate as a growth regulator on the development of bermudagrass. The experiment was conducted at Campus II of the Faculty of Engineering - UNESP, Ilha Solteira Campus, from April 14 to September 8, 2017. The Tifton 419 hybrid Bermuda grass carpets were implanted in black plastic containers (volume 8.46 liters) with different substrates, the experiment being divided into two parts. The influence of the substrates in the establishment and development of the turfgrass with 5 treatments (substrates) and 12 replicates was verified initially. After 60 days, the first sub-doses of glyphosate were applied, and the second part of the experiment was started, forming a factorial scheme 5 x 4 (substrates x sub-doses of glyphosate), with three replicates. The substrates were: S1-soil, S2-sand, S3-soil + sand. (1:1), S4-soil + sand + organic compost (1:1:1) and S5-organic compost + sand (1:1), and sub-doses of glyphosate: 0, 200, 400 and 600 g ha<sup>-1</sup> of the a.i. were performed, chemical and physical analyzes of the substrates, photosynthetic pigments, fresh and dry mass of the leaves and foliar analysis of the macronutrients. It was observed that the substrates based on organic compounds presented the best results of the evaluated parameters, standing out S4- soil + sand + organic compound (1:1:1), with excellent values for the physical and chemical analyzes. There was an effect of sub-doses of glyphosate on lawn development, with the dose of 400 g ha<sup>-1</sup> of the a.i. yielded fresh and dry mass reduction without severe changes in macronutrients and photosynthetic pigments of Tifton 419.

**Keywords:** *Cynodon* spp. Turfgrass. Tifton 419. Sports fields

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

<b>Figura 1</b>	Médias mensais da Temperatura (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) em função dos dias da condução do experimento. Ilha Solteira-SP, 2017.....	21
<b>Figura 2</b>	Gráficos da análise de regressão da clorofila <i>a</i> (a), clorofila <i>b</i> (b) e carotenoides (c) em função da aplicação das sub-doses de glyphosate em grama bermuda. Ilha Solteira-SP, 2017.....	39
<b>Figura 3</b>	Massa fresca produzida em função das sub-doses de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.....	44
<b>Figura 4</b>	Massa seca produzida em função das sub-doses de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.....	45
<b>Figura 5</b>	Nitrogênio foliar em função das sub-doses de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.....	56
<b>Figura 6</b>	Magnésio foliar em função das sub-doses de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.....	57
<b>Quadro 1</b>	Detalhe das coletas realizadas para análise de pigmentos fotossintéticos, antes e após a aplicação de glyphosate. Ilha Solteira-SP, 2017.....	24

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Dados da formulação do adubo Forth Jardim®, segundo o fabricante.....	23
<b>Tabela 2</b>	Análise química dos substratos utilizados no experimento. Ilha Solteira-SP, 2018.....	25
<b>Tabela 3</b>	Valores médios da porcentagem (%) de Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi) e Porosidade Total (PT), relação Macroporosidade por Porosidade Total (Ma/PT) e Densidade (D) dos substratos ( $\text{g cm}^{-3}$ ). Ilha Solteira-SP, 2017.....	28
<b>Tabela 4</b>	Análise granulométrica com valores médios do teor de argila, silte e areia dos substratos e classificação textural. Ilha Solteira - SP, 2017.....	30
<b>Tabela 5</b>	Teor de clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> e carotenoides ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ MF) nas folhas da grama bermuda, antes da aplicação de glyphosate. Ilha Solteira-SP, 2017.....	32
<b>Tabela 6</b>	Pigmentos fotossintéticos (clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> e carotenoides) da grama bermuda, em função da aplicação de sub-doses de glyphosate e diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.....	35
<b>Tabela 7</b>	Valor médio da massa fresca e seca ( $\text{kg m}^{-2}$ ) da parte aérea da grama bermuda em diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.....	40
<b>Tabela 8</b>	Valor médio da massa fresca e seca ( $\text{kg m}^{-2}$ ) da parte aérea da grama bermuda, em função da aplicação de sub-doses de glyphosate e diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.....	42
<b>Tabela 9</b>	Teores foliares médios de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) da grama bermuda ( $\text{g kg}^{-1}$ MS), em diferentes substratos, antes da aplicação de glyphosate Ilha Solteira-SP, 2017.....	45
<b>Tabela 10</b>	Valores médios de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) foliares nos diferentes substratos, após a aplicação de glyphosate	

em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017..... 52

<b>Tabela 11</b>	Valores médios de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) foliares nos diferentes substratos, após a aplicação de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.....	53
------------------	--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
2.1	IMPLANTAÇÃO DE GRAMADOS ESPORTIVOS.....	14
2.2	GRAMA BERMUDA.....	16
2.3	CONTROLE DE CRESCIMENTO EM GRAMADOS.....	18
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1	ÁREA EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	21
3.2	EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	22
3.3	AVALIAÇÕES.....	23
3.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	24
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
4.1	ANÁLISE QUÍMICA DOS SUBSTRATOS.....	25
4.2	ANÁLISE FÍSICA DOS SUBSTRATOS.....	28
4.3	ANÁLISE DOS PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DAS FOLHAS.....	32
4.4	ANÁLISE DA MASSA FRESCA E SECA DA PARTE AÉREA.....	40
4.5	ANÁLISE QUÍMICA FOLIAR DE MACRONUTRIENTES.....	47
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, houve um grande aumento do mercado de produção e manutenção de gramados, incluindo os esportivos (SILVA-KOJOROSKI et al., 2012). Assim, estima-se que existem 238 produtores produzindo aproximadamente 20 variedades de gramas (ANTONIOLLI, 2015). Junto a este crescimento econômico, a realização da Copa do Mundo de Futebol, em 2014 e das Olimpíadas de 2016, permitiram, segundo Kunh (2015), atualizações nas tecnologias de produção, manutenção e desenvolvimento de gramados esportivos.

Uma espécie com ampla utilização nesses eventos foram as gramas bermudas (*Cynodon* spp.), que podem ser adotadas em campos para prática de futebol, pólo, golfe, tênis e beisebol (ALDAHIR, 2012). Elas são gramíneas de estação quente, originárias do continente africano com alta taxa de crescimento e excelente recuperação após o corte (LORENZI, 2015). De acordo com Gurgel (2012) vários híbridos, como Celebration e Tifton 419, foram instalados no Brasil nos últimos anos, sendo eles amplamente recomendados para campos esportivos. São plantas que apresentam hábito de crescimento estolonífero-rizomatoso, o que possibilita maior resistência ao pisoteio, além de maciez, que facilita o rolamento da bola e amortece o impacto dos jogadores (GODOY et al., 2016).

Contudo, áreas gramadas necessitam serem instaladas em substratos adequados para seu desenvolvimento, e ao mesmo tempo propiciar uma boa prática do esporte (KUHN, 2015). O substrato tem que apresentar boa aeração e drenagem, pois quando chove, pode ocorrer um alagamento no gramado ou até mesmo indisponibilidade de nutrientes devido à compactação (SANTOS; CASTILHO, 2016). Em campos de futebol, de acordo com Mateus et al. (2017), a compactação é um fator que maximiza as ocorrências de lesões de joelhos e tornozelos, sendo essenciais substratos com baixa densidade para uma boa prática do jogo, com melhor rolamento da bola, resultando em maior percentual de acerto dos passes e preservando a integridade física dos jogadores. Segundo Aldahir (2012), estão sendo conduzidas diversas pesquisas visando o melhor tipo de substrato para instalação de campos esportivos, tendo como base solo, areia e composto orgânico.

De acordo com Mateus et al. (2017), a areia é o principal componente devido à sua alta capacidade de drenagem, já o composto orgânico tem o papel de suprir as necessidades físicas (porosidade e densidade) e químicas, pois ele proporciona aumento

do pH próximo a 7, e conseqüentemente tem-se maior disponibilidade de nutrientes e neutralização do alumínio tóxico (SANTOS; CASTILHO, 2016), enquanto o solo funciona para melhor sustentação da espécie. Contudo, de acordo com Godoy, Villas Bôas e Backes (2012), no Brasil não existe uma recomendação oficial para implantação e manutenção de gramados, sendo que toda informação se baseia em normas internacionais da USGA (UNITED STATES GOLF ASSOCIATION) para *greens* de campo de golfe (área nobre do campo onde se situa a bandeira com o buraco) (MATEUS et al., 2017), assim, há necessidade de pesquisas para solucionar essa demanda.

Ainda vale destacar que, um dos maiores problemas dos gramados esportivos, é o crescimento excessivo da parte aérea, em função das constantes adubações (MATEUS, 2011), o que não é desejável, pois há aumento do custo de manutenção em função da maior necessidade de cortes da grama, o que demanda gastos com máquinas, operadores e combustível (DINALLI, 2014).

Sendo assim, a utilização de reguladores de crescimento, como o herbicida glyphosate, pode ser uma excelente opção. De acordo com Oliveira Junior (2011), ele é inibidor da enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase – EPSPs, responsável pela formação dos aminoácidos aromáticos triptofano, tirosina e fenilalanina, essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta. Assim, o uso de sub-doses do produto poderá proporcionar menor incremento da parte aérea e, conseqüentemente, menores gastos com o corte de manutenção. Trabalhos como os de Dinalli (2014) e Gazola (2017) tiveram bons resultados para grama esmeralda (gramado ornamental). Entretanto, não existem pesquisas do uso do herbicida para campos esportivos.

Dessa forma, são necessárias pesquisas que indiquem a dose correta a ser utilizada, que possa ao mesmo tempo propiciar redução do crescimento, não prejudicar a densidade, a estética (coloração verde) e a prática do esporte na área gramada. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de substratos no desenvolvimento da grama bermuda e o uso de sub-doses de glyphosate como regulador de crescimento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 IMPLANTAÇÃO DE GRAMADOS ESPORTIVOS

Os gramados assumiram lugar de destaque tanto pelo seu admirável valor estético como por suas diversas funcionalidades (OLIVEIRA et al., 2018). De acordo com Almeida et al. (2013), houve uma mudança radical no conceito de qualidade de gramados. Com a Copa do Mundo de 2014, novas tecnologias de implantação e manutenção foram importadas e discutidas visando atender às exigências do Comitê Organizador (FIFA). Junto a isto novas arenas foram construídas, o que além de criar novos desafios como a manutenção de variedades esportivas em condições de pouca luminosidade, provocou um salto de qualidade nos demais gramados brasileiros. Quanto aos Jogos Olímpicos de 2016, ocorreu a reintrodução do golfe e a construção de um novo campo dentro dos padrões USGA (United States Golf Association), organizadora mundial dos grandes torneios (ZANON, 2015).

De acordo com Daniel e Freeborg (1987), os gramados esportivos, como campos de futebol, são implantados em locais onde a camada superficial do solo é removida e substituída por um meio à base de areia. Os *greens* de campos de golfe também são construídos em locais onde há a remoção de uma camada de solo de 1 m, aproximadamente, substituída por uma camada de cascalho, coberta com uma camada de areia (80 a 95%) e turfa (CHRISTIANS, 1998). Esta técnica é utilizada para melhorar as características de drenagem e compactação destas áreas que estão sujeitas a intenso uso e tráfego, e devem apresentar boas condições para serem utilizadas diariamente, o que, provavelmente, não ocorreria se mantivesse um solo argiloso, que ficaria compactado facilmente, ocasionando locais alagados, e a morte da grama.

A qualidade da superfície gramada de áreas esportivas, como campos de futebol, é fundamental para que o evento seja corretamente realizado. Durante uma partida de futebol não pode haver interrupções devido ao acúmulo de água na superfície gramada causada por períodos chuvosos não previstos ou chuvas inesperadas levando à formação de poças de água (SANTOS, 2010).

A drenagem é, portanto, um dos itens mais importantes na construção de um campo esportivo, pois um campo mal drenado vai interferir não só durante o evento, como também diretamente no desenvolvimento da grama e na sua manutenção futura. Um solo mal drenado compromete o crescimento das raízes por falta de oxigênio no



solo, levando a menor absorção de nutrientes, ao aparecimento de doenças, dificuldade no corte do campo e na prática do jogo pelos atletas (FIFA, 2011).

Em campos de futebol tem-se a drenagem superficial e a subsuperficial. A primeira é fundamental para que não haja a ocorrência da formação de poças e para que resulte na adequada captação e dispersão da água da chuva. A segunda é de importância maior em relação à drenagem de superfície porque capta o fluxo de água que cruza o “topsoil” e acelera o processo de expulsão da água do campo a fim de minimizar o seu acúmulo na área onde a precipitação realmente acontece (SANTOS, 2010).

“topsoil” é uma mistura de areia e matéria orgânica, em uma camada com espessura que pode variar de 20 a 30 cm, de fundamental importância no desenvolvimento da vegetação. A correta mistura desses componentes contribui para boa drenagem, pois este irá reter umidade e nutrientes necessários ao crescimento e fortalecimento da grama. Existem condicionadores de solo que podem ser usados como aditivos à matéria orgânica na composição do “topsoil”. A composição ideal está entre 80 a 90% de areia média e 10 a 20% de matéria orgânica. A fonte destes materiais é muito importante, porque eles podem conter plantas daninhas, pedras e até produtos tóxicos que podem ser obstáculos para o desenvolvimento da grama. Portanto, o “topsoil” tem uma participação muito importante no processo de drenagem, pois além de permitir o desenvolvimento adequado da espécie, permite a infiltração da água que se acumula devido à precipitação pluvial ou irrigação. Por esse motivo, o solo deve apresentar permeabilidade superior à intensidade da precipitação ( $\text{mm h}^{-1}$ ) da região onde o campo de futebol será construído (SANTOS, 2010).

Segundo Azeredo Neto (2004), para *greens* de golfe são usadas proporções de 5 a 20% de matéria orgânica e de 80 a 95% de areia, já em campos de futebol, utiliza-se 3 a 5  $\text{kg m}^{-2}$  de matéria orgânica e o restante de areia. Em alguns campos esportivos como tênis e bowls, por exemplo, na composição do “topsoil”, entra uma porcentagem de argila (10 a 20%) para dar mais rigidez ao piso. Mateus et al. (2017) recomendaram para a base de campos esportivos de grama bermuda o uso de areia pura.

Quando um gramado esportivo é preparado com o uso de “topsoil”, sempre que for possível deve ser escolhida uma forma de plantio que não leve com a grama a ser plantada outro tipo de solo que não seja o mesmo do toposil. Isso ocorre principalmente com o plantio de grama em tapete. O solo que vai junto com o tapete, normalmente, contém argila que futuramente pode deixar uma camada impermeável na superfície do local de plantio, prejudicando a drenagem. Para *greens* de golfe, por exemplo, o plantio

é por estolões ou plugs, pois não pode haver qualquer risco de contaminação com outro tipo de solo (AZEREDO NETO, 2004). Entretanto, na arena do Maracanã do Rio de Janeiro-RJ, ocorreu a instalação com rolos de grama para os jogos da copa de 2014 produzidos em solo arenoso, com um preparo técnico antes da implantação do gramado no estádio (COUTO, 2015).

Segundo Aldahir (2012), estão sendo conduzidos diversos projetos de pesquisas nos Estados Unidos, visando aspectos de manejo de gramados, sendo um deles, o melhor tipo de substrato para instalação de campos esportivos, tendo como base componentes de solo, areia e composto orgânico.

As recomendações da FIFA para os jogos da copa de 2014, apenas descreveram que a base deve ser composta principalmente por areia para possibilitar a melhor drenagem possível (FIFA, 2011), e o comitê organizador brasileiro da copa de 2014 citou a colocação do “topsoil” nos estádios que receberam os jogos (COMITÊ ORGANIZADOR BRASILEIRO COPA 2014, 2009).

Oliveira (2016) mencionou que o maior desafio durante a construção de um campo atlético está na base, e para campos de golfe, as recomendações são baseadas de acordo com a USGA, principalmente para *greens*. Segundo esta instituição, a base de um gramado atlético deve ser composta por areia de diferentes granulometrias, possibilitando nível de drenagem eficiente, evitando o encharcamento do campo. Esta recomendação se dá principalmente por dois aspectos: a possibilidade de apodrecimento de raízes e a drenagem que permita a realização de jogos mesmos em condições de chuva.

Desta forma, no Brasil, o principal desafio na construção da base de um gramado esportivo é identificar materiais com características iguais ou semelhantes às recomendadas pela USGA.

## 2.2 GRAMA BERMUDA

As gramas bermudas são espécies de clima quente, originárias do continente africano e apresentam expressiva utilização, desde pastagens até *greens* de campos de golfe. Possuem rápida taxa de crescimento e recuperação após o corte e, por este motivo, são muito exigentes em nutrientes. Têm hábito de crescimento estolonífero-rizomatoso, ou seja, a base do crescimento vegetativo se localiza tanto na superfície (estolão) quanto na subsuperfície do solo (rizoma), por este motivo é recomendada para

campos esportivos, pois o rizoma se encontra mais profundamente no solo, estando protegido das injúrias causadas pelo tráfego intenso (GURGEL, 2003).

Seguindo a recomendação do Comitê Organizador Brasileiro Copa 2014 (2009), foram implantadas, nas arenas de futebol, gramas bermudas, principalmente híbridas, como é o caso das gramas Celebration e Tifton 419 (Tifway), por terem maior resistência ao pisoteio e regeneração mais rápida, além de maior maciez, facilitando o rolamento da bola e amortecendo o impacto no pisar dos jogadores. No ano de 2010, as gramas bermudas correspondiam a 1,2% de todas as gramas produzidas no país, ocupando a terceira colocação no ranking, com estimativas de aumento de 39% no seu consumo, devido a realização de eventos esportivos (ZANON; PIRES, 2010; CANAL RURAL, 2013). Entretanto, atualmente a comercialização de gramas caiu em 40%, devido à crise econômica que o país enfrenta (GLOBO RURAL, 2017).

O plantio das gramas bermudas se dá tanto vegetativamente [tapetes, plugs e sprigs (ou springs)] quanto por sementes. Não tem boa tolerância a sombreamento, a solos compactados com drenagem deficiente e à baixas temperaturas. Apresentam boa tolerância à temperaturas elevadas e à períodos secos. Das oito espécies do gênero, apenas duas apresentam características ideais para utilização em gramados esportivos e ornamentais - *C. dactylon* (L.) Pers. - bermuda comum, *C. transvaalensis* Burt-Davy - bermuda africana e ainda, os híbridos interespecíficos de *C. dactylon* x *C. transvaalensis*, como por exemplo, Tifton 328, 419 e *Tifdwarf* (GURGEL, 2003; LAURETTI, 2003; BROSNAN; DEPUTY, 2008; KOJOROSKI-SILVA et al., 2011).

As gramas bermudas apresentam diversas variações entre as espécies e cultivares, podendo apresentar desde folhas estreitas a médias, com 1,5 a 5 mm de largura e 2 a 16 cm de comprimento, com coloração variando do verde moderado a intenso e profundo, folhas brilhantes, apresentam alta densidade de crescimento. A partir dos nós em seus estolões originam-se as raízes e os brotos laterais, dos quais surgem hastes eretas de até 40 cm de altura; suas inflorescências podem ter de 3 a 10 cm de comprimento e normalmente de 3 a 7 espigas, que são estéreis nos híbridos interespecíficos; o sistema radicular é fibroso e perene (GURGEL, 2003; LAURETTI, 2003; PARCO, 2007).

Os híbridos de *C. dactylon* e *C. transvaalensis* mais populares são Celebration, GN<sup>-1</sup> (CT-2), Tifway (Tifton 419), Tifgreen (Tifton 328), Tifdwarf e Tifsport (Tift 94), que possuem algumas características superiores aos parentais, como melhores níveis de qualidade, densidade e cor, além de melhor tolerância ao pisoteio, calor, períodos secos

e cortes intensos. Entretanto, possuem as desvantagens de aumento dos custos de implantação e maior necessidade de manutenção (BROSNAN; DEPUTY, 2008).

Dentre os híbridos do gênero *Cynodon*, o que apresenta maior destaque é o Tifton 419, também conhecida como Tifway, selecionado pelo trabalho cooperativo entre o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a Estação Experimental das Planícies Costeiras da Georgia e Associações de Golfe dos Estados Unidos, no ano de 1960. Seu nome é a combinação do nome da cidade onde foi realizado o experimento de seleção (Tifton, no estado da Georgia) com 419, que é o número da parcela na qual foi selecionado o híbrido (ELSNER, 2010; KOJOROSKI-SILVA et al., 2011; UGA, 2013).

O híbrido Tifton é caracterizado pela textura fina, elevado número de folhas estreitas, com coloração verde intenso e afilhos de maior comprimento em relação a outras espécies de grama. Possui elevada resistência a doenças, e é um híbrido estéreo, ou seja, não produz sementes (KOJOROSKI-SILVA et al., 2011; UGA, 2013).

### 2.3 CONTROLE DE CRESCIMENTO EM GRAMADOS

A alta demanda de N pelas gramas, associada às elevadas temperaturas na primavera/verão e ao adequado suprimento de água resultam em crescimento excessivo da parte aérea, demandando maior número de cortes, principal fator do custo de manutenção do gramado, e conseqüentemente, aumento da extração de nutrientes (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; GODOY et al., 2012; GAZOLA, 2017). Apesar disso, o corte é fundamental para o desenvolvimento uniforme do gramado e cada espécie tem necessidade diferente (SAMPAIO, 2012).

O uso do gramado também deve ser levado em consideração, pois irá ditar o quão alto ou baixo o mesmo deve ser aparado. Em *greens*, a altura ideal do corte pode variar de 2 a 25 mm (GURGEL, 2003). Entretanto, Sampaio (2012) recomendou, para corte de grama bermuda, altura variando de 15 a 30 mm.

A frequência de corte depende, então, do tipo de grama, esporte que se pratica, época do ano, manejo, entre outros fatores. Os *greens* de golfe são cortados quase que diariamente, gerando em torno de 313 cortes por ano, ou seja, seis cortes por semana (TAPIA, 2003). O campo de futebol de alta performance, onde o gramado cresce até um cm a cada 24 horas e o corte é prática quase que diária, necessita muitas vezes de cinco a seis cortes por semana (MELO, 2009).

Assim, a operação de corte apresenta alto rendimento e excelente qualidade de trabalho, mas, implica em alto custo (FREITAS, 2002). Nesse sentido, passou a existir uma grande procura de alternativas ao manejo mecânico, como o uso de reguladores de crescimento vegetal (MARCH; MARTINS; McELROY, 2013), sendo ideal aquele que reduz a altura, mantendo a qualidade da área tratada, ou seja, sem prejudicar a densidade ou causar dano visível às plantas, como pontos necróticos de fitotoxicidez, descoloração ou afinamento, mantendo sua beleza e coloração verde característica (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004).

Nos Estados Unidos, já existem produtos comerciais para controle de crescimento de gramados, que atuam principalmente inibindo a biossíntese do ácido giberélico, o que diminui o comprimento dos entrenós dos estolões e cria uma folha mais compacta (MCELROY, 2012). Entretanto, no Brasil ainda se tem poucas informações a respeito de produtos para uso no controle da altura dos gramados, sendo cada vez mais necessário a busca por informações.

Dessa forma, uma opção, seria o uso do herbicida glyphosate, que atua na rota do ácido chiquímico, sendo classificado como inibidor da enzima EPSPs (5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase), responsável pela formação dos aminoácidos aromáticos triptofano, tirosina e fenilalanina, essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Ainda, seu baixo custo e a grande disponibilidade do ingrediente ativo no mercado são fatores que favorecem seu uso para tal finalidade (GITTI et al., 2011), sendo então necessárias pesquisas que indiquem a dose adequada, ou seja, aquela que propicie a redução do crescimento, mas não prejudique a qualidade estética do gramado nem sua nutrição, e ainda que possa propiciar um bom rendimento do esporte. Entretanto, o uso de reguladores de crescimento, em gramados, no Brasil, é pouco frequente, independente de serem ou não utilizados para fins esportivos. Isso é evidenciado pelo pequeno número de artigos publicados sobre o assunto, não existindo recomendação para a gestão dos gramados por meio de reguladores de crescimento (MARCH; MARTINS; McELROY, 2013).

Alguns trabalhos têm demonstrado que o uso do herbicida como regulador de crescimento em plantas tem alcançado o objetivo em gramados, ou seja, suprimir o crescimento vegetativo da planta.

Brighenti et al. (2012) observaram controle de crescimento em *Cynodon nlemfuensis* conforme aumento das doses de glyphosate, sendo o mesmo observado em grama seda (*Cynodon dactylon*) por Martini et al. (2002). Entretanto, Santos et al.

(2008) em *Cynodon* sp. 'Tifton 85', notaram resistência da planta ao herbicida, sendo essa tolerância constatada também por Santos et al. (2010), no mesmo cultivar.

Em estudo com a grama esmeralda, Dinalli et al. (2015) concluíram que o glyphosate na dose de 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a., destacou-se no controle do crescimento do gramado, 30 dias após a aplicação (DAA), e não prejudicou sua qualidade estética. Gazola (2017) obteve eficiência na redução do crescimento também da grama esmeralda na dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. Em grama batatais, Leite, Correia e Braz (2010) verificaram redução do crescimento de 26,19% quando da aplicação do glyphosate (216 g ha<sup>-1</sup> do equivalente ácido (e.a.)) em relação à testemunha, sem aplicação de herbicida, aos 31 DAA, e Barbosa et al. (2017) observaram redução com a dose de 246 g e.a.

O glyphosate (600 g ha<sup>-1</sup> do i. a.) controlou o crescimento vegetativo da grama centípede (*Eremochloa ophiuroides*) (redução de 22% na altura, em relação à testemunha), 28 DAA, no entanto, causou fitotoxicidade ao gramado, sendo constatada clorose severa (amarelecimento intenso), com baixa densidade, apresentando-se desuniforme (FRY, 1991). Trabalho conduzido nos EUA demonstrou que o glyphosate aplicado a 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a., no final da primavera, proporcionou a redução do crescimento do gramado formado pela grama batatais por até 21 DAA sem causar injúrias (JOHNSON, 1990).

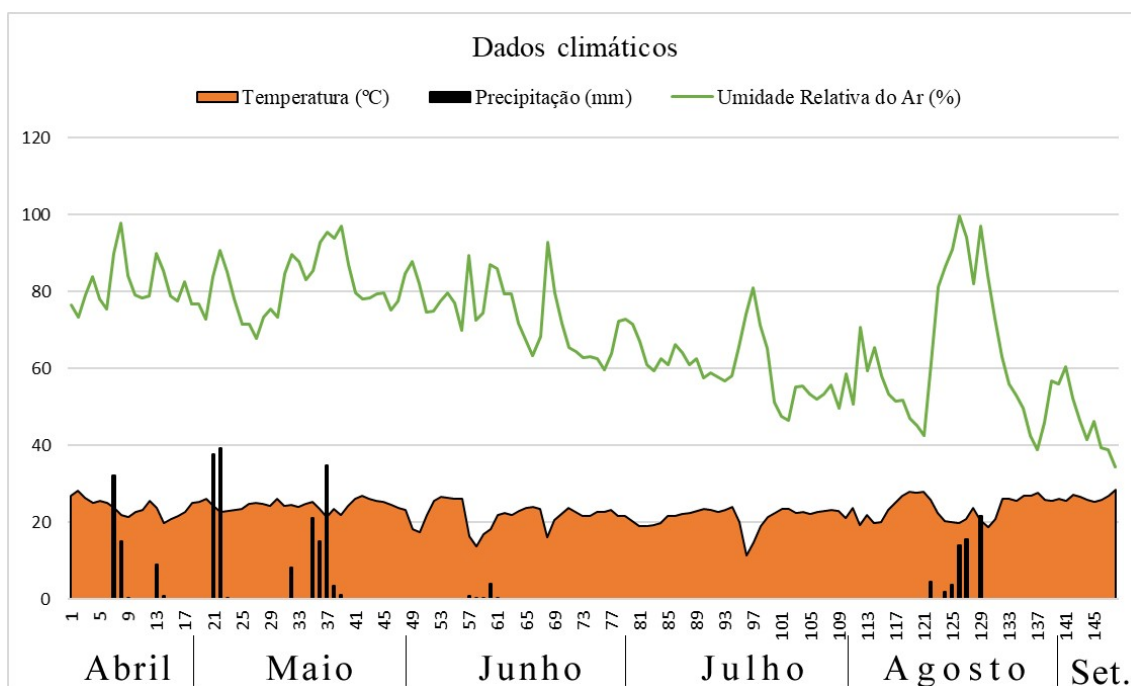
Portanto, o uso do glyphosate como regulador de crescimento no Brasil ainda é considerado incipiente e acontece apenas em culturas como algodão, cana-de-açúcar, e algumas espécies de frutas, sendo menos frequente em gramados. Também existe falta de interesse dos produtores de reguladores de crescimento em manter ou financiar pesquisas sobre a aplicação desses produtos para gramado (MARCH; MARTINS; McELROY, 2013). Dessa forma, pesquisas com espécies de gramas, são essenciais para suprir essa necessidade, principalmente para gramados com objetivo de pratica de esportes, onde os cortes são mais frequentes.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido no Campus II da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, com latitude 20° 25' S, longitude 51° 21' WGR e altitude de 330m, no Município de Ilha Solteira – SP, a pleno sol, durante o período de 14 de abril a 8 de setembro de 2017.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, caracterizado por estação chuvosa no verão e seca no inverno, definido como tropical úmido, apresentando temperatura média anual de 25,1°C e precipitação média anual de 1.335 mm com umidade relativa média anual de 64,8% (SANTOS; HERNANDEZ, 2013), sendo que no período de avaliação a temperatura média foi de 23,1 °C, com umidade relativa média de 69,9% e precipitação acumulada de 285,5 mm (DADOS CLIMÁTICOS – ILHA SOLTEIRA, 2018) (Figura 1).



**Figura 1.** Médias mensais da Temperatura (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) em função dos dias da condução do experimento.

Fonte: DADOS CLIMÁTICOS, 2018. Ilha Solteira-SP, 2017.

A espécie utilizada proveniente da empresa “Itograss Agrícola Alta Mogiana Ltda” foi a grama-bermuda híbrido Tifton 419 (híbrido interespecífico de *C. dactylon* x

*C. transvalensis*), implantada em contêineres de plástico preto (47,5 x 17,5 cm boca, 41,5 x 11,3 cm fundo, altura 15,5 cm, volume 8,46 litros).

O experimento foi dividido em duas partes: inicialmente, foi verificada a influência dos substratos no estabelecimento e desenvolvimento do gramado, tendo como delineamento experimental inteiramente casualizado com 5 tratamentos (substratos) e 12 repetições. Após o período de 72 dias, foi realizada a primeira aplicação das sub-doses de glyphosate no gramado já estabelecido e, assim, iniciada a segunda parte do experimento, formando um esquema fatorial 5 x 4 (substratos x doses de glyphosate) com três repetições. As sub-doses foram as mesmas utilizadas por Gazola (2017) para grama esmeralda.

Os substratos utilizados foram:

Substrato 1 - solo (Latosolo Vermelho distroférico),

Substrato 2 - areia,

Substrato 3 - solo + areia (1:1),

Substrato 4 - solo + areia + composto orgânico (1:1:1),

Substrato 5 - composto orgânico + areia (1:1).

E as sub-doses de glyphosate utilizadas foram:

Sub-dose 1 - 0 g ha<sup>-1</sup> do i.a.

Sub-dose 2 - 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a.

Sub-dose 3 - 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a.

Sub-dose 4 - 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.

### 3.2 EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi implantado no dia 14 de abril de 2017, sendo preparados os substratos e adicionados em cada contêiner. Para tanto, foram utilizados 3 componentes: solo, areia e composto orgânico, em diferentes proporções. O Latossolo Vermelho Distroférico foi retirado da camada de 0,00 – 0,20 m, sob cerrado, em área de reserva legal da FEPE (Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão) da Faculdade de Engenharia – UNESP/Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS. O composto estava em decomposição por 1 ano, sendo formado das folhas de grama batatais e esterco de curral (1:1); a areia média lavada foi adquirida no comércio local.



Após o preenchimento com os substratos, foram recortados os tapetes de grama bermuda, e implantados nos contêineres previamente identificados. Logo em seguida, foi realizada a primeira adubação, com o produto comercial Forth Jardim<sup>®</sup>, utilizando a dose para gramados de 150 g m<sup>-2</sup>, que foi espalhado sobre cada tratamento e regado em seguida. Outra fertilização foi realizada no dia 13 de julho de 2017, sendo que a dose e as datas de adubação foram segundo a recomendação do fabricante. Os dados de formulação do Forth Jardim<sup>®</sup> constam da Tabela 1.

**Tabela 1.** Dados da formulação do adubo Forth Jardim<sup>®</sup>, segundo o fabricante.

	N	Ca	B	Fe	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	Mg	Mo	Cu	K <sub>2</sub> O**	S	Mn	Zn
%	13,0	1,0	0,04	0,2	5,0	1,0	0,005	0,05	13,0	5,0	0,08	0,15

\*Solúvel em CNA + água; \*\* Solúvel em água.

Sempre que necessário, realizou-se o controle das plantas daninhas, manualmente. O manejo da irrigação foi realizado diariamente de forma manual, sendo que os contêineres receberam água até a saturação, a fim de garantir que o fator água não interferisse nos resultados do experimento.

Após 62 dias da implantação do experimento (15 de junho de 2017), foi realizado o primeiro corte da parte aérea, com tesoura manual, sendo retirada todas as folhas do gramado. Assim, com a grama já estabelecida, foi possível a realização da primeira aplicação das sub-doses de glyphosate, no período da manhã (8:00 h), 10 dias após o corte, no dia 25 de junho de 2017. As demais aplicações foram feitas em um intervalo médio de 30 dias, ou seja, nos dias 24 de julho e 25 de agosto de 2017. Todas as aplicações foram realizadas com auxílio de um pulverizador manual, sendo cada sub-dose diluída em água nas concentrações adequadas, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>.

### 3.3 AVALIAÇÕES

- **Concentração de pigmentos fotossintéticos das folhas** - De acordo com a metodologia descrita por Lichtenthaler (1987) foram determinadas as clorofilas *a* e *b* e os carotenoides. As análises foram divididas em duas fases, a primeira baseou-se em 4 coletas antes das aplicações de glyphosate, nos dias 14 e 28 de abril e 12 e 26 de maio de 2017. A segunda fase das análises realizou-se com coletas após o herbicida ter sido aplicado, nos dias 9 e 23 de julho, 12 e 24 de agosto e 7 de setembro de 2017 (Quadro 1).

**Quadro 1.** Detalhe das coletas realizadas para análise de pigmentos fotossintéticos, antes e após a aplicação de glyphosate em grama bermuda. Ilha Solteira-SP, 2017.

coletas	Antes da aplicação de glyphosate	Após a aplicação de glyphosate
1	14/04/2017 (0 dias)	09/07/2017 (0 dias)
2	28/04/2017 (14 dias)	23/07/2017 (14 dias)
3	12/05/2017 (28 dias)	12/08/2017 (34 dias)
4	26/05/2017 (42 dias)	24/08/2017 (46 dias)
5		07/09/2017 (60 dias)

Fonte: próprio autor

- **Massa fresca e massa seca das folhas** - foram coletadas com tesoura manual todas as folhas do gramado de cada contêiner, sendo essas colocadas em sacos de papel previamente identificados. Em seguida, já descontados o peso dos sacos, estes foram pesados e determinada a massa fresca. A massa seca foi obtida após alocação das amostras em estufa, a 60°C, e estas pesadas após 3 dias, quando estabilizada a massa (ARRUDA, 1997). Todas as pesagens foram realizadas em balança de 0,001 de precisão, sendo realizadas duas coletas: 15 de junho (62 dias antes da aplicação do glyphosate) e 8 de setembro de 2017 (61 após a aplicação de glyphosate).

- **Análise foliar** - Foram determinados todos os macronutrientes de acordo com a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), em duas coletas: 15 de junho (62 dias antes da aplicação do glyphosate) e 8 de setembro de 2017 (61 após a aplicação de glyphosate).

- **Análise física dos substratos** - A amostra foi retirada na instalação do ensaio (14 de abril de 2017, 0 dias antes da aplicação do glyphosate) sendo esta deformada, e segundo o método da EMBRAPA (1997a). Avaliou-se a macro e microporosidade, porosidade total, relação macroporosidade por porosidade total, densidade e o teor de areia, silte e argila de cada substrato.

- **Análise química dos substratos** - A amostra foi coletada para análise na instalação do ensaio (14 de abril de 2017, 0 dias antes da aplicação do glyphosate). Realizou-se uma análise de cada substrato, de acordo com o método da resina citado por Rajj et al. (2001). Determinou-se P-resina, matéria orgânica, pH, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases.

### 3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados foram analisados por análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação de médias, e regressão para a interação do teste F do substrato e sub-doses, de glyphosate utilizando-se do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014) e Microsoft excel 2017 para elaboração dos gráficos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE QUÍMICA DOS SUBSTRATOS

Quanto a análise química dos substratos (Tabela 2) notou-se que para os teores de fósforo (P) a diferença entre o maior e menor valor foi extremamente alta, onde S1 e S2 apresentou apenas 3 mg dm<sup>-3</sup> do nutriente e S4, 752 mg dm<sup>-3</sup>.

**Tabela 2.** Análise química dos substratos utilizados no experimento. Ilha Solteira-SP, 2017.

Sub.	P-resina mg dm <sup>-3</sup>	MO g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K -----	Ca	Mg	H+Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al -----	SB	CTC -----	V %
S1	3	9	5,8	0,3	12	8	16	0	20,3	36,3	55
S2	3	6	5,3	0,2	4	2	19	0	6,2	25,2	24
S3	6	13	5,5	0,9	30	24	13	0	54,9	67,9	80
S4	752	48	6,6	10,2	241	79	12	0	330,2	342,2	96
S5	550	28	6,3	7,5	188	52	13	0	247,5	260,5	95

S1- Solo; S2- Areia; S3- Solo+Areia (1:1); S4- Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1); S5- Areia+Composto Orgânico (1:1).

Fonte: próprio autor.

Godoy e Villas Bôas (2003) afirmaram que teores acima de 15 mg dm<sup>-3</sup> de P no solo podem ser considerados adequados para gramados. Assim, apenas S4 e S5 estão dentro do citado, enquanto S1, S2 e S3 com valores inferiores (Tabela 2). Christian (1998) foi mais restrito, e mencionou que teores abaixo de 5 mg dm<sup>-3</sup> de P são considerados muito baixos para o desenvolvimento do gramado, estando S1 e S2 nessa classificação, e valores > 20 mg dm<sup>-3</sup>, altos, sendo que novamente apenas S4 e S5 se encaixam nesse intervalo.

Com relação aos valores de matéria orgânica, observa-se que S4 apresentou o maior valor (48 g dm<sup>-3</sup>), e S2 o menor (6 g dm<sup>-3</sup>). Rajj (2011) considerou que o solo, para fins práticos, deva conter em média 342 g dm<sup>-3</sup> de MO, porém em nenhum dos tratamentos foi constatado o referido valor, estando todos abaixo do mencionado (Tabela 2).

Para o pH dos substratos, notou-se que S4 apresentou o maior valor (6,6); o menor resultado foi constatado em S2 (5,3) (Tabela 2). Kämpf e Fermino (2000) afirmaram que o nível de acidez do substrato interfere na absorção de nutrientes pelas plantas bem como no desenvolvimento do sistema radicular, levando-se em consideração que substratos com alta acidez devem ser corrigidos.

O pH ideal para desenvolvimento de grama bermuda, segundo Singh et. al. (2013), está situado entre 6,0-8,0, estando apenas S4 dentro do referido intervalo (Tabela 2). Já Baldwin et al. (2005) afirmaram que a grama bermuda é tolerante às condições de alta acidez do solo, e observaram a redução no crescimento da parte aérea desta espécie com o aumento do teor de Al no solo, contudo ao reduzirem o pH de 6,5 para 4,0, sem a presença de Al, não houve alteração no crescimento da grama. No entanto, Godoy et al. (2012) citaram que podem ocorrer variações da tolerância à acidez do solo, em diferentes híbrido de grama bermuda.

Ainda em relação ao pH, Albuquerque (2009) citou que há a maior capacidade de absorção dos nutrientes quando o pH se aproxima a sete. No entanto, à medida que o pH diminui, observa-se queda nessa capacidade. Da mesma forma, Faquin (2005), ressaltou que o pH possui um efeito indireto na disponibilidade de nutrientes, sendo a faixa de pH entre 6,0-6,5 a mais favorável para o crescimento das plantas, visto que nesse intervalo a disponibilidade de alguns nutrientes é máxima (macronutrientes) e não limitantes para outros (micronutrientes). Assim, o gramado nos substratos 4 e 5 apresentou melhor absorção de nutrientes do que os demais tratamentos.

Para o K, notou-se que foram encontrados intervalos entre 0,2 a 10,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> para S2 e S4, respectivamente. Godoy e Villas Bôas (2003) afirmaram que teores abaixo de 4,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> são considerados baixos, estando S1, S2 e S3 nesse intervalo (Tabela 2); teores acima de 6,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> são altos, sendo que S4 e S5 proporcionaram valores acima do referido.

Os teores de cálcio variaram de 4 a 241 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, com S2 com o menor resultado e S4 com o maior. Rajj (2011) citou que teores médios de Ca estão situados entre 4-7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, dessa forma somente S2 apresentou um médio teor para o nutriente enquanto os demais tratamentos ficaram acima do citado (Tabela 2), entretanto destaca-se que esse tratamento é composto somente por areia, o que justifica o resultado. Faquin (2005) afirmou que o nutriente é indispensável para a manutenção da estrutura e o funcionamento normal das membranas celulares. A permeabilidade das membranas a compostos hidrofílicos depende consideravelmente da concentração de

$\text{Ca}^{2+}$  e de  $\text{H}^+$  no meio, e sob condições de pH menores que 4,5 as membranas tornam-se mais permeáveis, favorecendo o efluxo (vazamento) de cátions, pois a disponibilidade de  $\text{Ca}^{+2}$  é muito baixa. Entretanto nenhum dos substratos apresentou referido valor de pH, sendo o menor valor observado em S2 (5,3) e, conseqüentemente, menor teor de Ca ( $4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) (Tabela 2)

Quanto aos teores de Mg, S2 apresentou o menor resultado ( $2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e S4 o maior valor ( $79 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). Raij (2011) considerou baixos valores entre 0-4  $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , estando apenas S2 (areia) nesse intervalo, e altos valores acima de 8  $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  estando todos os demais substratos (Tabela 2).

Observou-se ainda que a quantidade de Mg e a acidez potencial (H+Al) foram inversamente proporcionais, ou seja, quanto menor o teor de Mg, maior o valor de H+Al (Tabela 2). Isso se deve, aos solos ácidos que tem a tendência a um menor teor de  $\text{Mg}^{+2}$ ; em contrapartida, H+Al são encontrados em maiores concentrações nestas condições (FAQUIN, 2005). Isso implica que em S2 a absorção do  $\text{Mg}^{+2}$  pela planta será diminuída em função da acidez potencial, o que irá diminuir o desenvolvimento do gramado, devido aos baixos teores de clorofila que irão se formar, uma vez que o Mg é um dos principais componentes dessa molécula (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Para as CTC dos substratos, observou-se menor valor em S2 ( $25,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e o maior em S4 ( $342,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). De acordo com Godoy e Villas Bôas (2005), substratos que não contém matéria orgânica em sua composição, conseguem reter poucos nutrientes devido à baixa CTC e ainda são mais suscetíveis à perda de nutrientes por lixiviação, sendo que de acordo com a Tabela 2 os tratamentos S1 (solo) e S2 (areia) foram os que apresentaram menores teores de matéria orgânica e as menores CTCs.

Ainda em relação à CTC, a mesma não é essencial na passagem dos íons através da membrana plasmática para o citoplasma, porém apresenta um efeito indireto que é o aumento da concentração de cátions no apoplasto (FAQUIN, 2005). Assim, uma correlação positiva tem sido observada entre a CTC de raízes e a absorção de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  em diferentes espécies de plantas, e como os substratos 4 e 5 proporcionaram valores altos de CTC, era esperado uma grande absorção desses nutrientes pela grama.

Christian (1998) propôs para gramados, teores adequados de CTC em função do componente do solo, e sugeri que substratos a base de composto orgânico, apresentem CTC entre 150-500  $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . S4 e S5 providos de composto orgânico em sua composição, encaixaram-se no intervalo sugerido, com CTC de 342,2 e 260,5  $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente (Tabela 2).

## 4.2 ANÁLISE FÍSICA DOS SUBSTRATOS

Os maiores resultados de macroporosidade ocorreram em S5, que apresentou média igual a 16,07%, não diferindo apenas de S2 (11,57%). Os tratamentos S1, S3 e TS4 apresentaram valores de 6,83%, 7,03% e 6,97%, respectivamente, (Tabela 3).

De acordo com Bigelow et al. (2013), valores inferiores a 10% de macroporos no solo são prejudiciais ao crescimento radicular de gramados. USGA (2018) recomendaram valores de 15-30% de macroporosidade para instalação de gramados em campos de golfe, estando apenas T5 dentro desse intervalo (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios da porcentagem (%) de Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi) e Porosidade Total (PT), relação Macroporosidade por Porosidade Total (Ma/PT) e Densidade (D) dos substratos (g cm<sup>-3</sup>). Ilha Solteira-SP, 2017.

Substrato	Ma (%)	Mi (%)	PT (%)	Ma/PT	D (g cm <sup>-3</sup> )
S1	6,83 b	44,0 a	50,83 a	0,13 a	1,21 c
S2	11,57 ab	38,30 a	49,87 a	0,28 a	1,51 ab
S3	7,03 b	34,70 a	41,73 a	0,17 a	1,54 a
S4	6,97 b	38,23 a	45,17 a	0,18 a	1,30 bc
S5	16,07 a	33,07 a	49,10 a	0,33 a	1,20 c
D.M.S. (5%)	6,11	37,40	32,21	0,24	0,23
CV (%)	23,43	36,94	25,31	41,15	6,30
F	9,71**	0,27 <sup>ns</sup>	0,302 <sup>ns</sup>	2,50 <sup>ns</sup>	10,97**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. ns- não significativo; \*- significativo a 5% pelo teste F; \*\*- significativo a 1% pelo teste F. S1- Solo; S2- Areia; S3- Solo + Areia (1:1); S4- Solo + Areia + Composto Orgânico (1:1:1); S5- Areia + Composto Orgânico (1:1).

Fonte: Próprio autor.

Segundo Reichert et al. (2009) os macroporos são responsáveis pela aeração e contribuição na infiltração de água no solo. Para Genro Junior et al. (2009), a relação ideal de macroporos em relação à porosidade total é de 0,33, e indica boa afinidade entre capacidade de aeração e retenção de água no solo; assim, conforme Tabela 2, apenas o substrato S5 apresentou referido valor, contudo não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 3).

Santos, Barcelos e Castilho (2016) trabalhando com compactação de substratos antes da instalação de gramado com *Zoysia japonica* (grama esmeralda), encontraram valores de macroporos variando de 8,68 a 23,09%. Arrieta, Busey e Daroub (2009) em um campo de golfe composto por grama bermuda, observaram macroporosidade de 9,11 e 10,10% nas diferentes áreas. Ainda, em estudo com caracterização física de substratos

para desenvolvimento de grama esmeralda, Santos e Castilho (2016) observaram resultados variando de 10,83 até 17,50%, estando apenas S2 e S5 dentro do intervalo citado (Tabela 3).

Para os valores de microporosidade (Tabela 3), observou-se que S1 apresenta maior porcentagem (44) e S5 a menor (33,07), contudo não houve diferença entre nenhum dos substratos. Arrieta, Busey e Daroub (2009) avaliando as propriedades físicas do solo em uma área de golfe para o desenvolvimento de *Cynodon* spp., encontraram valores de 40,52 e 40,75%, resultados esses próximos aos do presente estudo.

Segundo Lopes et al. (2008), níveis ótimos de porcentagem de microporos de substratos para cultivos de plantas encontram-se no intervalo de 45 a 55%, sendo que no presente trabalho, todos os valores ficaram abaixo do citado (Tabela 3). Santos e Castilho (2016) observaram resultados de 32,5 a 42,0%, portanto para ambos os trabalhos, apenas S1 está fora dos referidos valores.

Ao avaliar os dados de porosidade total (Tabela 3), observa-se que não há diferença entre os substratos, sendo S3 e S1 as médias extremas (41,73 e 50,83%, respectivamente).

Kämpf (2005) afirmou que para o desenvolvimento de plantas, o substrato ideal é aquele que oferece maior porosidade, porque além de fazer melhor filtragem de água, facilita o crescimento radicular, pois se torna o meio no qual as raízes se desenvolvem. A USGA (2018) considero valores entre 35-55% adequados de porosidade total para que haja um crescimento e desenvolvimento adequado em gramados esportivos, e no presente trabalho, todos os substratos ficaram dentro do mencionado. Santos, Barcelos e Castilho (2016) observaram valores variando de 45,81 a 66,31% de porosidade total em substratos antes da instalação de um gramado ornamental, sendo que apenas S1, S2 e S5 se situaram na faixa citada pelos autores. Lewis et al. (2010) evidenciaram o valor de 44% no primeiro ano da instalação de campo de golfe, e Dhanalakshmi, Bhaksar e Subbaramma (2018) recomendaram 50% de porosidade total para o estabelecimento da grama bermuda.

Para a densidade dos substratos (Tabela 3) observou-se que S3 apresentou o maior valor (1,54 g cm<sup>-3</sup>), sendo estatisticamente igual apenas a S2. O substrato S5 apresentou a menor densidade (1,20 g cm<sup>-3</sup>), sendo igual a S1 e S4. De acordo Santos, Barcelos e Castilho (2016) quanto maior a porosidade total, menor será densidade de um substrato, e fato esse foi observado no presente trabalho (Tabela 3), e também

confirmado por Santos e Castilho (2016) em análise física de substratos no desenvolvimento de grama esmeralda.

USGA (2018) afirmou que para o intervalo adequado de porosidade total citado anteriormente, é esperado densidade de  $1,19^{-1},72 \text{ g cm}^{-3}$  para o crescimento e desenvolvimento de gramados esportivos, portanto, apenas S2 e S5 estão fora do citado (Tabela 3). Brandy e Weil (1989) consideraram intervalos ideais de densidade valores compreendidos entre  $1,3$  a  $1,6 \text{ g cm}^{-3}$ , e superiores a  $1,7 \text{ g cm}^{-3}$  restritivos ao crescimento vegetal. Nessas condições, apenas os substratos S2, S3 e S4 oferecem densidades suficientes para o desenvolvimento da espécie. Dhanalakshmi, Bhaksar e Subbaramma (2018) observaram que em solo de densidade de  $1,35 \text{ g cm}^{-3}$ , a grama bermuda respondeu bem ao desenvolvimento vegetativo e Bigelow et al. (2013) apresentaram uma faixa ainda mais restrita para desenvolvimento do gramado, entre  $1,4^{-1},6 \text{ g cm}^{-3}$  e de acordo com este intervalo somente S2 e S3, estariam hábeis a proporcionar desenvolvimento adequado do gramado. Santos e Castilho (2016) propuseram densidade de  $0,99 \text{ g cm}^{-3}$  para gramado ornamental, porém nenhum dos tratamentos atingiu referido valor.

Pode-se notar pela Tabela 4 que nos substratos o teor de argila, variou em intervalos de 10 a  $448 \text{ g kg}^{-1}$ , sendo S1 o maior valor, e S2, que é composto apenas de areia, o menor. Para silte, novamente o substrato 1 apresentou a maior média com  $104 \text{ g kg}^{-1}$  e S2 a menor. Contudo, em relação ao teor de areia total, S1 apresentou o menor resultado, enquanto S2 o maior, justamente por ser composto de 100% de areia.

**Tabela 4.** Análise granulométrica com valores médios do teor de argila, silte e areia dos substratos e classificação textural. Ilha Solteira - SP, 2017.

Substrato	Análise Granulométrica			Classificação segundo Embrapa (1997b)
	Argila	Silte	Areia	
	----- g kg <sup>-1</sup> -----			
S1- S	448	104	448	Argiloso
S2- A	10	4	986	Arenoso
S3- S+A 1:1	160	32	808	Médio
S4- S+A+CO 1:1:1	167	49	784	Médio
S5- A+CO 1:1	87	41	872	Arenoso

S - solo; A - areia; CO - Composto orgânico.

Fonte: Próprio autor.

Godoy e Villas Bôas (2003) afirmaram que além da fertilidade e da compactação outro aspecto importante do solo ou meio em que os gramados são cultivados e que pode afetar a nutrição e adubação de um gramado é a textura.



Segundo a Embrapa (2003), a textura do solo refere-se à proporção relativa em que se encontram, em determinada massa de solo, especificamente, às proporções relativas das partículas ou frações de areia, silte e argila. De acordo com Bertoni e Lombardi (1985), estas três frações são de grande importância, dado ao fato das propriedades físicas e química dos solos estarem diretamente condicionadas às proporções dessas nos mesmos, fornecendo informações valiosas a respeito da condutividade hidráulica, aeração, retenção de umidade e capacidade de troca catiônica (GAVANDE, 1976).

Através da análise textural determina-se a classificação textural do solo. Basicamente, quanto menor o tamanho das partículas, mais próxima da muito argilosa e quanto maior o tamanho, mais próxima da arenosa estará a textura (BASTOS; CARVALHO, 2002). Segundo a Embrapa (1997b), solos de textura arenosa, possuem teores de areia superiores a 70% e o de argila inferior a 15%. Dessa forma, apenas S2 e S5 podem ser considerados de textura arenosa, posto que os teores de areia e argila ficaram dentro do intervalo citado (Tabela 4).

Porém, segundo o mesmo autor, esses tipos de solos são permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água e de baixo teor de matéria orgânica. Contudo, o substrato 5, apresentou elevado teor de matéria orgânica (Tabela 2), o que permite alta retenção de água, não corroborando com o citado.

Solos de textura média apresentam certo equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila. Normalmente, apresentam boa drenagem e boa capacidade de retenção de água, com teores de argila menores que 35% e de areia maiores que 15% (EMBRAPA, 1997b), podendo, então S3 e S4, serem encaixados nessa classe textural (Tabela 4).

Ainda segundo o mesmo autor, solos de textura argilosa, considerados solos pesados, possuem teores de argila superiores a 35%, com baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água. Esses solos apresentam maior força de coesão entre as partículas, dificultando a penetração, e sendo altamente susceptíveis à compactação. Para Kiehl (1979), densidade entre 1,0 e 1,2 g cm<sup>-3</sup> é ideal para essa classe textural; diante do exposto, o substrato 1, pode ser considerado de textura argilosa.

Byrnes, McFee e Steinhart (1982) afirmam que a textura do solo influencia a redução em porosidade provocada pela compactação. Assim, um solo, que contenha mistura uniforme de areia, silte e argila, atingirá porosidades menores e usualmente densidades maiores do que um solo que contenha maior percentagem de partículas de um mesmo tamanho. S2 que apresentou a maior densidade (1,54 g cm<sup>-3</sup>) e a menor

porosidade (41,73%) (Tabela 3) apresentou resultados desiguais de areia, silte e argila, não corroborando com o citado.

Teores elevados de argila e reduzidos de matéria orgânica resultam em níveis elevados de compactação do solo (GONÇALVES; STEPE, 2002). S1 apresentou o maior teor de argila entre os tratamentos (44,8%) (Tabela 4) e um baixo valor de matéria orgânica (9 g dm<sup>-3</sup>) (Tabela 1) e baixa densidade (1,21 g cm<sup>-3</sup>), e alta porosidade (50,83%) (Tabela 3), não corroborando com o citado.

Godoy e Villas Bôas (2003) afirmaram que a textura também influencia na drenagem de solo e, conseqüentemente, na perda de nutrientes ao longo o perfil a uma profundidade na qual não poderão mais serem absorvidos pelas plantas. Logo, solos arenosos, além de reter poucos nutrientes devido à baixa CTC são mais suscetíveis à perda de nutrientes pela lixiviação. Assim, infere-se que S 2 sofre referido processo.

#### 4.3 ANÁLISE DOS PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DAS FOLHAS

A Tabela 5 mostra os resultados dos pigmentos fotossintéticos (clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides) em folhas de grama bermuda cultivada em diferentes substratos, antes da aplicação do glyphosate.

**Tabela 5.** Teor de clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides (µg kg<sup>-1</sup> MF) nas folhas da grama bermuda, antes da aplicação de glyphosate. Ilha Solteira-SP, 2017

Tratamento	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Carotenoides
	µg kg <sup>-1</sup> MF		
S1- S	305,62 c	172,89 d	99,21 c
S2- A	306,30 c	176,64 d	101,81 c
S3- S+A 1:1	349,32 b	210,99 c	183,61 b
S4- S+A+CO 1:1:1	425,50 a	313,06 a	249,99 a
S5- A+CO 1:1	414,25 a	301,95 b	192,44 b
D.M.S. (5%)	11,39	8,71	10,00
CV (%)	2,74	3,22	5,25
F	404,74**	965,21**	662,35**

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. ns- não significativo; \*- significativo a 5% pelo teste F; \*\*- significativo a 1% pelo teste F. S - solo; A - areia; CO - Composto orgânico.

Fonte: Próprio autor.

Notou-se que, para os três pigmentos analisados, S4 apresentou os melhores resultados, sendo que, na clorofila *a* ele somente não diferiu de S5, enquanto para clorofila *b* e carotenoides, S4 foi diferente de todos os demais substratos. Os valores diferiram dos encontrados por Barbieri Junior et al. (2010), em trabalho com métodos

de extração de clorofila *a* e *b* em *Cynodon* spp. 'Tifton 85', com valores de 250  $\mu\text{mol m}^{-2}$  para clorofila *a*, e 111  $\mu\text{mol m}^{-2}$  para clorofila *b*.

Destaca-se que não existe na literatura uma recomendação de qual a melhor concentração de pigmentos fotossintéticos para *Cynodon*. Contudo, de acordo com Whatley e Whatley (1982), plantas desse gênero pertencem ao grupo  $C_4$ , ou seja, são capazes de realizar a fotossíntese dentro do feixe da bainha foliar, aproveitando ao máximo o  $\text{CO}_2$  capturado, o que não ocasiona o processo de fotorrespiração, como as  $C_3$ . Essa é uma característica importante para plantas em ambientes quentes ( $T > 40^\circ \text{C}$ ), onde a fotorrespiração pode ser responsável por uma perda elevada de  $\text{CO}_2$  recém fixado. Assim, plantas  $C_4$  necessitam de um suprimento maior de energia, exigindo grande intensidade luminosa e, conseqüentemente as concentrações de pigmentos fotossintéticos devem ser maiores que plantas  $C_3$ .

Os componentes de substrato possivelmente tiveram influência nos resultados, posto a diferença entre os teores de pigmentos encontrados. O substrato 4, que apresentou bons resultados nas análises físicas, com boa porosidade total e densidade (Tabela 3) também apresentou melhores resultados de pigmentos (Tabela 5). Já o substrato S1, o qual se constatou o menor valor do pigmento, apresentou resultado de macroporosidade inferior a 10% (Tabela 3), que de acordo com Bigelow et al. (2013) prejudica o crescimento do gramado.

Santos e Castilho (2016), trabalhando com caracterização física de substratos e sua influência no desenvolvimento da grama esmeralda, observaram que o tratamento composto apenas por solo apresentou baixos valores nas análises físicas e isso veio a refletir no teor de clorofila foliar encontrado pelos autores. No presente trabalho, ocorreu o mesmo, pois S1 (100% solo) apresentou valores abaixo do recomendado nas análises físicas e como consequência o menor resultado das concentrações de clorofila, corroborando com o citado.

O teor de clorofila de um gramado esportivo é importante devido ao seu aspecto estético, ou seja, devem apresentar boa densidade e coloração verde intensa (LIMA et al., 2012). Segundo Godoy et al. (2012), as clorofilas são as responsáveis por essa tonalidade verde nas plantas e, quanto maior a concentração nos teores foliares, mais intensa é a cor de um gramado. Dessa forma, é esperado que o substrato S4 propicie á grama tonalidade verde maior, quando comparado aos demais tratamentos.

Os resultados descritos na Tabela 5, foram obtidos antes da aplicação do glyphosate. É essencial que após o uso do herbicida, os níveis de pigmentos sejam

mantidos nesse sentido, a Tabela 6, apresenta os resultados do teor médio de clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides em diferentes substratos, após a aplicação das sub-doses do herbicida.

**Tabela 6.** Pigmentos fotossintéticos (clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides) da grama bermuda, em função da aplicação de sub-doses de glyphosate e diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017

Substrato	Pigmentos fotossintéticos ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ MF)											
	Clorofila <i>a</i>				Clorofila <i>b</i>				Carotenoides			
	Sub-dose ( $\text{g ha}^{-1}$ do i.a.)											
	0	200	400	600	0	200	400	600	0	200	400	600
S1	301,90 Da	250,86 Eb	252,72 Db	193,57 Cc	170,54 Ea	148,06 Db	142,92 Db	107,43 Dc	97,53 Ca	67,26 Cb	61,51 Cb	40,69 Cc
S2	302,63 Da	222,22 Db	223,51 Eb	172,25 Dc	180,51 Da	153,39 Db	131,42 Ec	100,37 Dd	98,35 Ca	60,44 Cb	62,74 Cb	35,74 Cc
S3	317,31 Ca	300,32 Cb	299,89 Cb	249,58 Bc	205,79 Ca	180,29 Cb	169,78 Cc	120,17 Cd	184,58 Ba	151,07 Bb	145,61 Bb	102,69 Bc
S4	402,51 Aa	371,85 Ab	364,07 Ab	320,18 Ac	306,96 Aa	284,16 Ab	276,03 Ac	231,28 Bd	241,15 Aa	200,85 Ab	199,58 Ab	166,33 Ac
S5	389,66 Ba	350,05 Bb	337,38 Bc	307,85 Ad	296,61 Ba	252,75 Bb	228,04 Bc	201,92 Ad	190,21 Ba	150,25 Bb	151,69 Bb	101,48 Bc
DMS linha (5%)			11,88			7,90				6,86		
DMS coluna (5%)			12,65			8,42				7,32		
CV (%)			1,83			1,86				2,50		
F subs.x sub-dose			16,126**			13,03**				12,38**		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. ns- não significativo; \*- significativo a 5% pelo teste F; \*\*- significativo a 1% pelo teste F. S1- Solo; S2- Areia; S3- Solo+Areia (1:1); S4- Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1); S5- Areia+Composto Orgânico (1:1).

Fonte: próprio autor.

Notou-se que a sub-dose de 0 g ha<sup>-1</sup> do i.a. apresentou os melhores resultados, pelo fato de não haver nenhum estresse com relação ao produto químico aplicado, sendo que o substrato 4 apresentou o melhor valor, diferindo dos demais tratamentos. Observou-se ainda que com o aumento das sub-doses, o teor de clorofila *a* foi caindo, contudo, as sub-doses de 200 e 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. no substrato 4, conseguiram manter bons valores de clorofila *a*, quando comparados com a testemunha (sem glyphosate). Para a clorofila *b*, a sub-dose de 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a. juntamente com S4 conseguiu manter os teores do pigmento quando comparados aos demais tratamentos que sofreram a ação do produto químico, apresentando diferença estatística significativa. Já para os carotenoides, as sub-doses de 200 e 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. no substrato 4, apresentam os melhores resultados dos tratamentos que foram aplicados o herbicida, não diferindo entre si (Tabela 6).

Barbosa et al. (2017), avaliando a concentração de pigmentos em função da aplicação de sub-doses de glyphosate em grama batatais (*Paspalum notatum*), observaram que a dosagem de 272 g ha<sup>-1</sup> do e.a. apresentou queda nos teores de clorofila *a* e *b*, enquanto que a sub-dose de 544 g ha<sup>-1</sup> do e.a. proporcionou incrementos, o que não corroborou com os dados obtidos no presente trabalho, posto que com a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., houve queda no teor dos pigmentos analisados. Contudo, Gazola (2017), em trabalho com as mesmas sub-doses utilizadas no presente estudo, em grama esmeralda não observou influência do herbicida para os resultados de clorofila *a* e *b* do gramado.

Os resultados apresentados nas sub-doses de 200, 400 e 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. de para a clorofila *b* foram menores que os de clorofila *a*, isso se deve, pois, de acordo com Cole, Caseley e Dodge (1983), o glyphosate tem efeito sobre a inibição da formação de clorofilas, tendo ação na sua síntese (YAMADA; CASTRO, 2007). Dessa forma, a planta perde moléculas de clorofila *a*, e como consequência a clorofila *b* sofre uma desoxigenação convertendo seu radical aldeído em metil, transformando-se em clorofila *a*, a fim de manter os níveis de fotossíntese estáveis na planta (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Segundo Daniel et al. (2016), as clorofilas *a* são as responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH, e quanto maior a concentração desses pigmentos, maior será a tonalidade verde da grama, e melhor a eficácia fotossintética. Assim, pelos resultados obtidos pelo substrato S4, na sub-dose de 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a., espera-se melhor eficiência nesse processo, bem como coloração verde mais intensa, quando comparado aos demais resultados, que sofreram ação do

herbicida. Ainda, de acordo com Jesus e Marengo (2008), quanto maiores esses teores, haverá melhor crescimento e adaptabilidade da planta aos diferentes ambientes. Assim mesmo se as condições de iluminação forem baixas, infere-se bom desenvolvimento da grama do referido tratamento.

Amaral (2016), em trabalho com diferentes substratos e condições de luminosidade em grama bermuda Tifton 419, observou que após 180 dias da instalação do experimento, o tratamento composto por solo + matéria orgânica + areia (2:1:1) apresentou acréscimo nos teores de clorofila (*a* e *b*) conforme o aumento dos níveis de sombreamento, além de bons resultados para o desenvolvimento da grama.

De forma contrária, quando a radiação solar é intensa, os pigmentos tendem a sofrer um processo chamado de foto-oxidação, que ocasiona a morte das moléculas de clorofila e, conseqüente, perda da cor verde. Contudo, quanto maiores os teores de carotenoides, menor será esse estresse, posto que esses pigmentos são indicadores da suscetibilidade da planta à intensidade da luz (fotoproteção), podendo amenizar esse processo, através da dissipação do excesso de energia luminosa (TAIZ; ZEIGER, 2017). Deste modo, pode-se deduzir que no presente trabalho, a grama bermuda quando cultivada no substrato 4, irá sofrer menos com a intensidade luminosa, que os demais substratos, o que é desejável para o bom desenvolvimento do gramado.

A Figura 2 apresenta os gráficos para a análise de regressão dos pigmentos fotossintéticos de cada substrato, em função da aplicação das sub-doses de glyphosate.

Para os três pigmentos analisados, a equação foi linear e negativa, ou seja, quando maior a dose de glyphosate, menores os teores dos pigmentos. Contudo, foi nítido que o substrato 4, apresentou os maiores valores das análises realizadas, tanto para clorofila *a*, *b* e carotenoides, e a análise química dos substratos (Tabela 2) pode explicar esse fato.

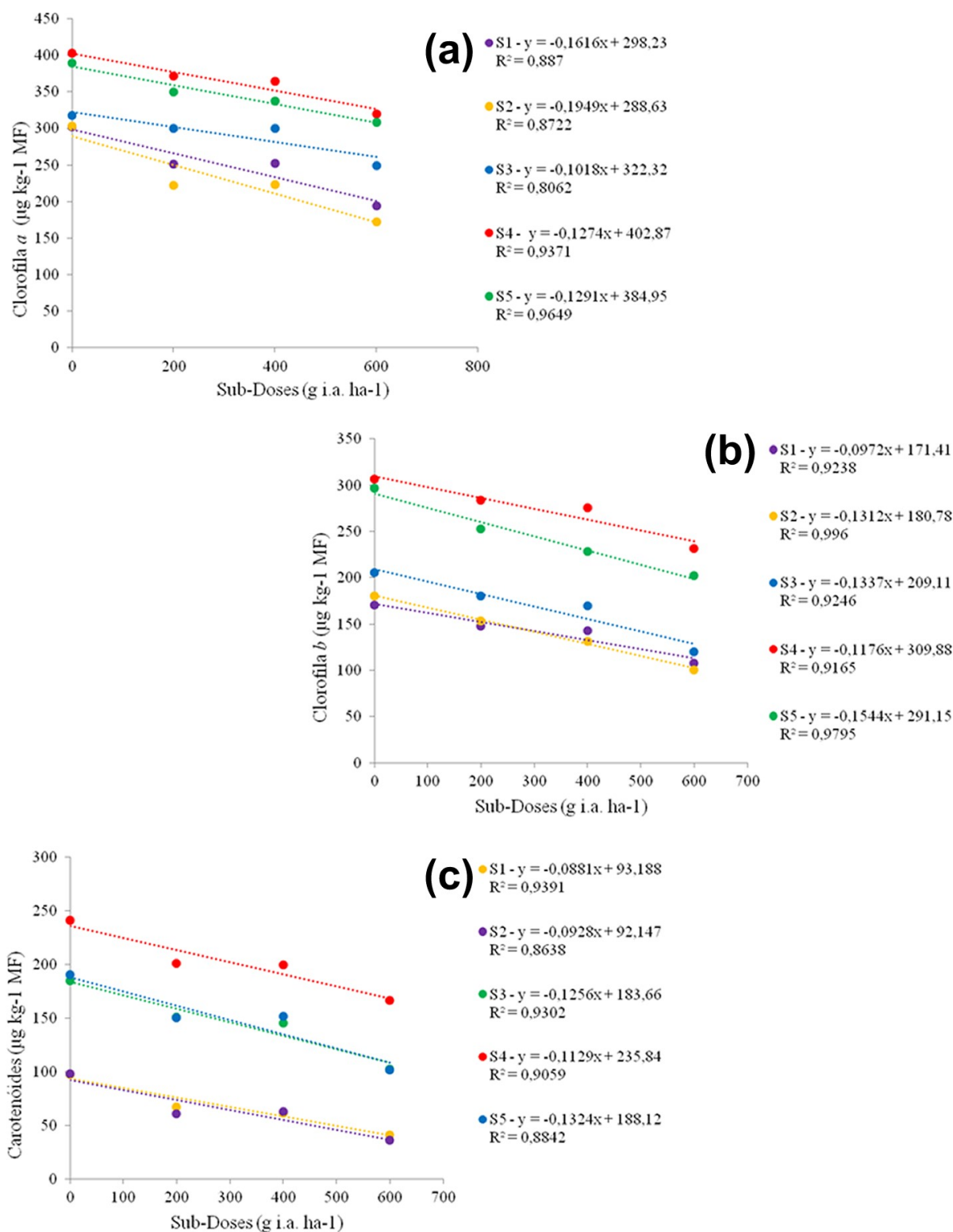
O glyphosate, quando utilizado como regulador, tem o papel de inibir o crescimento da planta, e de acordo com Marchi, Martins e Costa (2013) é essencial que o herbicida não afete a coloração verde característica, ou seja, não danifique ou reduza a concentração de pigmentos fotossintéticos. Contudo, isso não foi observado no presente trabalho, posto que houve redução dos conteúdos analisados em função do aumento das doses. Entretanto, foi nítido como o substrato pode amenizar esse efeito, sendo que de acordo com a Figura 2, foi evidente a interação substrato e sub-doses, onde S4 conseguiu manter bons teores de pigmentos, quando comparado aos demais tratamentos.

Compostos com maiores quantidades de matéria orgânica, possuem grande capacidade de retenção de água em função da capacidade de reter íons, nutrientes e de troca de elétrons, aumentando consideravelmente o teor de umidade do solo, assim, os teores de pigmentos fotossintéticos tende a serem maiores (BRANDY; WEIL, 1989). Esse fato corrobora com o presente trabalho, posto que de acordo com a Tabela 2, S4 apresentou o maior teor de matéria orgânica, e conseqüentemente, os melhores resultados de pigmentos.

Ainda, observou-se que S1 e S2 foram os tratamentos com menores conteúdos de pigmentos fotossintéticos (Figura 2), e isso se deve, ao fato de que substratos que não contém matéria orgânica em sua composição, reterem poucos nutrientes devido à baixa CTC e ainda são mais suscetíveis à perda dos mesmos por lixiviação, refletindo baixos teores de clorofilas (GODOY; VILLAS BÔAS, 2005), sendo que os substratos 1 e 2 foram os que apresentaram menores teores de matéria orgânica e as menores CTC (Tabela 2). Pontel, Castilho e Botero (2011), em trabalho com índice de clorofila em grama esmeralda sob condições de estresse hídrico, em Ilha Solteira, observaram que os substratos providos de matéria orgânica apresentaram bons valores de conteúdo de clorofila e os que não continham o composto não mostraram valores do pigmento.

De acordo com Santos e Castilho (2015), o teor de clorofila nas folhas reflete indiretamente a quantidade de N absorvida pelas plantas, sendo o N o nutriente requerido em maiores quantidades pelas gramas e quando mantido em níveis adequados promove o vigor, a qualidade visual e a recuperação de injúrias (GAZOLA, 2017). Albuquerque (2009) mencionou que obtém-se a maior capacidade de absorção dos nutrientes quando a taxa de pH se aproxima a sete. No entanto, à medida que o pH diminui, observa-se queda na capacidade de absorção. Assim, em S2, que apresentou baixo valor de pH (Tabela 2), possivelmente houve menor absorção de N, uma vez que referido substrato apresentou baixos índices de clorofilas *a* e *b*.





**Figura 2.** Gráficos da análise de regressão da clorofila *a* (a), clofofila *b* (b) e carotenóides (c) em função da aplicação das sub-doses de glyphosate em grama bermuda. Ilha Solteira-SP, 2017. S1- Solo; S2– Areia; S3– Solo+Areia (1:1); S4– Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1); S5– Areia+Composto Orgânico (1:1).

Fonte: Próprio autor.

Ainda, na Tabela 3 o substrato 4 apresentou bons resultados de porosidade total e densidade (45,17% e 1,30 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente), e infere-se que isso veio a refletir nas concentrações de pigmentos encontradas (Figura 2). Contudo, Santos et al. (2012) afirmaram que quanto maior a densidade e menor a porosidade total, ocorre dificuldade do caminhamento dos nutrientes no solo, incidindo menor eficiência de aproveitamento dos mesmos pelas plantas, o que vem a ocasionar uma redução no desenvolvimento da parte aérea e perda da cor verde da grama em função da indisponibilidade de N. Fato esse que não corroborou com os resultados encontrados no presente trabalho, posto que S1 apresentou o segundo melhor valor de densidade e a maior porosidade total (Tabela 3), porém apresentou baixos resultados de pigmentos fotossintéticos.

#### 4.4 ANÁLISE DA MASSA FRESCA E SECA DA PARTE AÉREA

Para os resultados de massa fresca e seca das folhas (Tabela 7), observou-se que o substrato S5 apresentou os maiores valores das análises (1,09 e 0,44 kg m<sup>-2</sup>, respectivamente) diferindo apenas de S2 com os menores resultados (0,61 e 0,26 kg m<sup>-2</sup>, respectivamente).

**Tabela 7.** Valor médio da massa fresca e seca (kg m<sup>-2</sup>) da parte aérea da grama bermuda em diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.

Substrato	Massa Fresca	Massa Seca
	----- (Kg m <sup>-2</sup> ) -----	
S1- S	1,04 a	0,43 a
S2- A	0,61 b	0,26 b
S3- S+A 1:1	0,81 ab	0,35 ab
S4- S+A+CO 1:1:1	1,01 a	0,41 a
S5- A+CO 1:1	1,09 a	0,44 a
D.M.S. (5%)	0,34	0,14
CV (%)	32,74	31,41
F	5,48**	4,78**

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. ns- não significativo; \*- significativo a 5% pelo teste F; \*\*- significativo a 1% pelo teste F. S1- Solo; S2- Areia; S3- Solo + Areia (1:1); S4- Solo + Areia + Composto Orgânico (1:1:1); S5- Areia + Composto Orgânico (1:1).

Fonte: Próprio autor.

Amaral, Castilho e Haga (2016), em trabalho com substratos e sombreamento em grama bermuda Tifton 419, observaram que, após 30 dias da instalação do experimento, no tratamento a pleno sol, foram obtidos valores de 0,03 a 0,16 kg m<sup>-2</sup> de massa fresca e 0,01 a 0,05 kg m<sup>-2</sup> de massa seca, resultados que diferem dos

encontrados no presente trabalho. Silva-Kojoroski et al. (2012), em trabalho com Tifton 419, observaram média de  $0,31 \text{ kg m}^{-2}$  de massa seca, estando esse valor mais próximo dos encontrados na Tabela 3.

Notou-se, ainda, que os substratos S2 e S3 apresentaram as maiores densidades nas análises físicas (Tabela 3) e os menores resultados de massa fresca e seca (Tabela 7). Segundo Santos et al. (2012), quanto maior a densidade de um substrato, maior a compactação, o que reduz a drenagem da água junto ao sistema radicular, a respiração das raízes e dificulta o transporte dos nutrientes no solo, prejudicando o crescimento do vegetal, como foi observado em S1 e S2.

Santos e Castilho (2016) avaliando substratos em grama esmeralda, observaram que os níveis de densidade encontrados ( $0,99$ ;  $1,02$ ;  $1,23$ ;  $1,28$  e  $1,46 \text{ g cm}^{-3}$ ), influenciaram a produção de massa fresca e seca, e quanto maior o valor, menor a massa produzida. Em experimento avaliando as respostas de três espécies de gramas submetidas a tratamento de compactação com rolo compactador, Carrow (1981) pode observar que o aumento da densidade do solo interferiu diretamente sobre o crescimento das plantas, tornando-o limitado principalmente pela alteração nos espaços porosos. Porém, Silva-Kojoroski et al. (2012), trabalhando com diferentes espécies de grama (São Carlos, Esmeralda e Tifton 419) e dois níveis de compactação verificou a ausência do efeito densidade sobre a produção de massa seca, atribuindo a existência de diferenças genotípicas quanto à tolerância à compactação do solo.

Mateus et al. (2017), em estudo de componentes de substratos para campos esportivos com Tifton 419, observaram que houve influência nos resultados de massa seca produzida nas plantas conduzidas nas diferentes composições, com areia (20%) + turfa (80%) apresentando maior média ( $1097,8 \text{ g}$ ). O mesmo foi comprovado por Santos e Castilho (2016), que em trabalho com desenvolvimento da grama esmeralda em Ilha Solteira-SP, observaram que a densidade do substrato exerceu influência na produção de massa fresca ( $1,09$  a  $2,4 \text{ kg m}^{-2}$ ) e seca ( $0,45$  a  $0,84 \text{ kg m}^{-2}$ ).

Santos, Barcelos e Castilho (2016) também constataram influência do substrato no desenvolvimento de um gramado ornamental, quando concluíram que quanto maior o valor de massa produzida, maior o número de cortes para a manutenção. No presente trabalho, houve uma considerada diferença entre o maior e menor valor de massa fresca e seca produzida entre os tratamentos (Tabela 7), o que não é um resultado desejável para gramados com função esportiva, pois com o aumento da produção de folhas da parte aérea, também ocorre aumento na necessidade de cortes para a manutenção tanto

da estética do gramado como para propiciar boas condições ao jogo. Dessa forma, pode-se inferir que a máquina de corte terá que operar com maior frequência com a grama desenvolvendo-se no substrato S5 do que no S2, devido à diferença de massa produzida pelos mesmos (Tabela 7).

Assim, o glyphosate pode desempenhar um papel fundamental no controle de crescimento. Pode-se observar que com o aumento das doses do herbicida, houve queda na produção de massa fresca e seca do gramado (Tabela 8). Os maiores valores foram observados por S4, e nesse substrato a sub-dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. diminuiu a massa produzida quando comparada com a testemunha (0 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), sendo que a redução de massa fresca foi de 48,65; 44,00; 44,44; 48,89 e 46,15% para S1, S2, S3, S4 e S5 respectivamente, e de massa seca 51,72; 47,36; 43,33; 48,65 e 51,62%.

Gazola (2017) também constatou efeito na redução da massa seca produzida pela grama esmeralda com a aplicação da sub-dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. e quando comparou os resultados a testemunha (0 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) observou redução de 16,9; 45,5; 22,2; 16,9; 9,7; 35,8; 21,3 e 6,8%, na primeira, quarta, quinta, sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliação de massa seca produzida, respectivamente.

**Tabela 8.** Valor médio da massa fresca e seca (kg m<sup>-2</sup>) da parte aérea da grama bermuda, em função da aplicação de sub-doses de glyphosate e diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.

Substrato	Massa fresca				Massa seca			
	----- (Kg m <sup>-2</sup> ) -----							
	Sub-dose (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)							
	0	200	400	600	0	200	400	600
S1	0,37 Ba	0,29 Bb	0,22 Bc	0,19 Bc	0,29 Ba	0,22 Bb	0,16 BCc	0,14 Abc
S2	0,25 Ca	0,19 Cb	0,16 Cbc	0,14 Cc	0,19 Ca	0,13 Cb	0,11 Cb	0,10 Bb
S3	0,36 Ba	0,30 Bb	0,26 Bc	0,20 Abd	0,3 Ba	0,23 Bb	0,21 ABbc	0,17 Ac
S4	0,45 Aa	0,40 Ab	0,30 Ac	0,23 Ad	0,37 Aa	0,34 Aa	0,25 Ab	0,19 Ac
S5	0,39 Ba	0,32 Bb	0,25 Bc	0,21 Abd	0,31 Ba	0,26 Bb	0,18 Bc	0,15 Abc
DMS linha (5%)	0,037			0,05				
DMS coluna (5%)	0,04			0,05				
CV (%)	6,23			10,15				
F sub x sub-dose	7,004**			4,14**				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. ns- não significativo; \*- significativo a 5% pelo teste F; \*\*- significativo a 1% pelo teste F. S1- Solo; S2- Areia; S3- Solo+Areia (1:1); S4- Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1); S5- Areia+Composto Orgânico (1:1).

Fonte: Próprio autor.

Leite, Correia e Braz (2010) relataram que o glyphosate na dose de 216 g ha<sup>-1</sup> do i.a. propiciou redução de 18,7% nos valores de matéria seca, em grama batatais, em

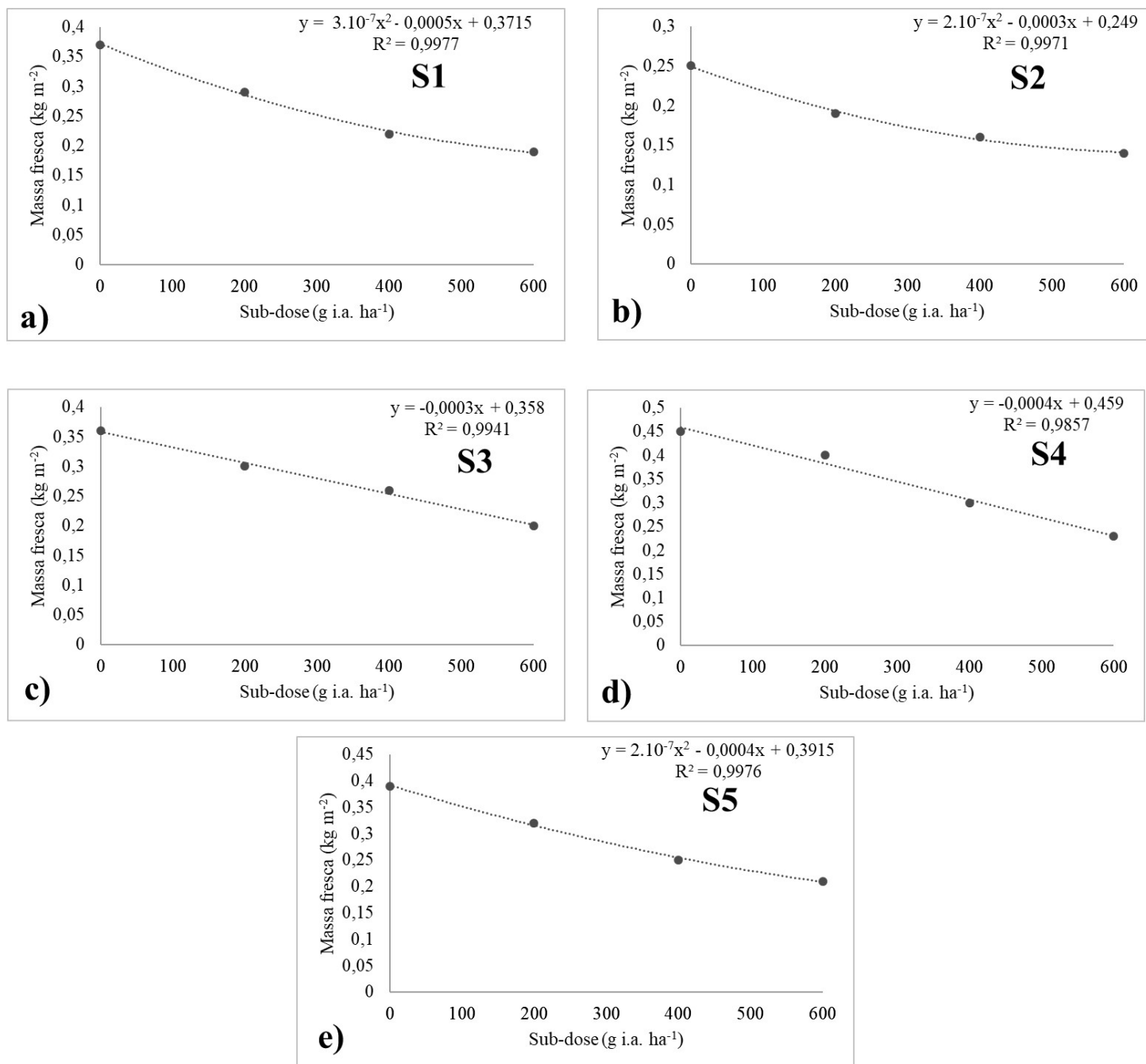
relação à testemunha, porcentagem essa baixa quando comparada aos resultados do presente trabalho.

Brighenti et al. (2012) observaram redução na produção de massa fresca de grama estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) com o aumento das doses de glyphosate, com redução de mais de 60% para as duas épocas avaliadas com a dose de 3.600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. Os autores ainda concluíram que entre as doses de 720 a 1.080 g ha<sup>-1</sup> de i.a. o gramado conseguiu ser tolerante ao herbicida. Entretanto, no presente estudo, a maior dose utilizada foi de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., e a redução máxima alcançada foi de 48,89%.

Apesar da sub-dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. ter diminuído a produção de massa, essa não pode ser considerada como melhor sub-dose para controle do crescimento da grama bermuda, pois ao analisar os dados de pigmentos fotossintéticos (Tabela 6), notou-se que a referida dosagem propiciou queda nas concentrações de clorofila *a*, *b* e carotenoides, o que não é desejável para gramados. De acordo com Gazola (2017), é essencial ter menor acúmulo de massa, mantendo bons teores de coloração verde de grama, e os pigmentos fotossintéticos são os responsáveis por essa tonalidade nas plantas, onde as clorofilas *a* e *b*, refletem o verde intenso e verde-amarelado, respectivamente, e os carotenoides que incluem os carotenos e xantofilas, cor laranja e amarela (além de proporcionar fotoproteção), e esses três componentes juntos, representam expressiva função nas taxas fotossintéticas dos gramados (TAIZ; ZEIGER, 2017).

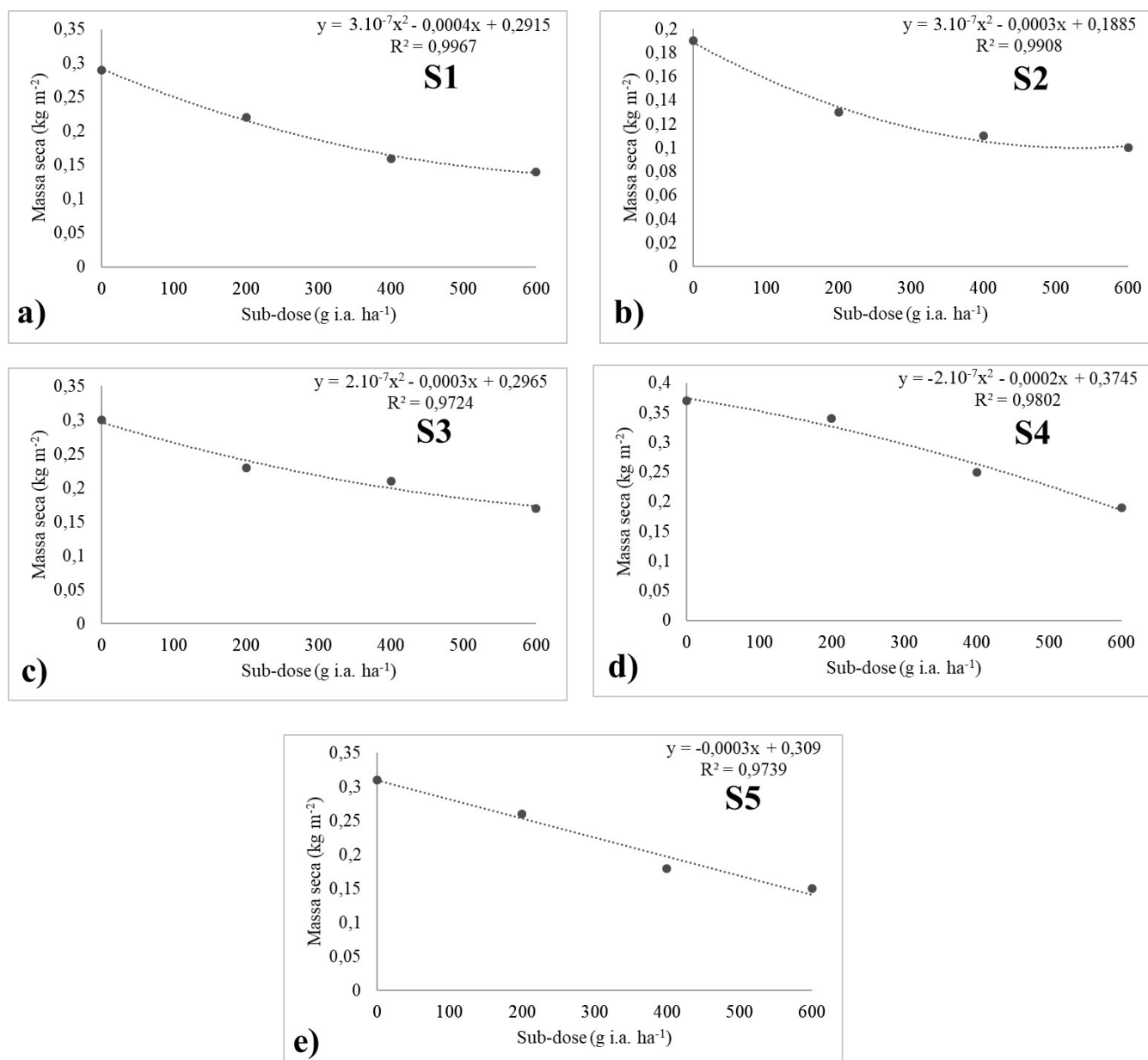
Dessa forma, analisar os resultados obtidos com o substrato 4 que, após aplicação de glyphosate, apresentou os melhores resultados de pigmentos fotossintéticos (Tabela 6) e as maiores massas produzidas (Tabela 8), a sub-dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. conseguiu reduzir em 33,33 e 32,43% a produção de massa fresca e seca, respectivamente, e manter bons níveis de pigmentos com redução de 9,55; 10,08 e 17,23% de clorofila *a*, *b* e carotenoides, respectivamente, quando comparados os dados a testemunha (0 g ha<sup>-1</sup> do i.a.).

As Figuras 3 e 4 apresentam a análise de regressão para a massa fresca e seca da parte aérea da grama bermuda, respectivamente, em função das sub-doses de glyphosate nos diferentes substratos.



**Figura 3.** Massa fresca produzida em função das sub-doses de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. **a)** S1- Solo. **b)** S2- Areia. **c)** S3- Solo+Areia (1:1). **d)** S4- Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1). **e)** S5- Areia+Composto Orgânico (1:1).  $R^2$  – significativa a 1%. Ilha Solteira-SP, 2017.

Fonte: Próprio autor.



**Figura 4.** Massa seca produzida em função das sub-doses de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes os substratos. **a)** S1- Solo. **b)** S2– Areia. **c)** S3– Solo+Areia (1:1). **d)** S4– Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1). **e)** S5– Areia+Composto Orgânico (1:1).  $R^2$  – significativa a 1%. Ilha Solteira-SP, 2017.

Fonte: Próprio autor.

Os resultados da regressão das Figuras 3 e 4 evidenciaram que quanto maior a sub-dose de glyphosate aplicada sobre a grama bermuda, menor a produção de massa fresca e seca, com valores de correlação próximos a 1. Isso é desejável já que com o aumento de massa produzida, ocorre aumento da necessidade do corte para manutenção

de gramado (AMARAL; CASTILHO, 2012; SANTOS; CASTILHO, 2016). Assim, o glyphosate pode ser recomendado como regulador de crescimento para grama bermuda. Gazola (2017) também encontrou alta correlação na redução de massa seca de grama esmeralda com o aumento das doses de glyphosate ( $R^2=0,83$ ) e Brighenti et al. (2012) observou  $R^2=0,99$  em grama estrela africana, já Barbosa et al. (2017), em grama batatais, observou correlação de apenas  $R^2=0,45$ .

Dinalli et al. (2015) concluíram que o glyphosate na sub-dose de 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a., destacou-se no controle do crescimento do gramado, 30 dias após a aplicação (DAA), e não prejudicou sua qualidade estética. Gazola (2017) obteve eficiência na redução do crescimento também da grama esmeralda na sub-dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. Em grama batatais, Leite, Correia e Braz (2010) verificaram redução do crescimento de 26,19% quando da aplicação do glyphosate (216 g ha<sup>-1</sup> do equivalente ácido (e.a.)), em relação à testemunha, sem aplicação de herbicida, aos 31 DAA, e Barbosa et al. (2017) observaram redução, também em grama batatais com a sub-dose de 246 g ha<sup>-1</sup> e.a.

O glyphosate (600 g ha<sup>-1</sup> do i. a.) controlou o crescimento vegetativo da grama centípede (*Eremochloa ophiuroides*) (redução de 22% na altura, em relação à testemunha), 28 DAA, no entanto, causou fitotoxicidade ao gramado, sendo constatada clorose severa (amarelecimento intenso), com baixa densidade, apresentando-se desuniforme (FRY, 1991). Trabalho conduzido nos EUA demonstrou que o glyphosate aplicado a 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a., no final da primavera, proporcionou a redução do crescimento do gramado formado pela grama batatais por até 21 DAA sem causar injúrias (JOHNSON, 1990).

A redução da produção de massa da grama bermuda proporcionada pelo glyphosate pode estar relacionada ao seu mecanismo de ação (OLIVEIRA JUNIOR, 2011), onde a via do chiquimato, na qual o herbicida atua, é responsável pela formação dos compostos fenólicos, que podem representar redução de até 35% da biomassa vegetal (FURLANI JUNIOR et al., 2009), o que foi constatado no presente estudo.

Destaca-se ainda que os substratos utilizados apresentaram influência sobre a produção de massa fresca e seca do gramado após a aplicação do glyphosate. Os substratos a base de composto orgânico (S4 e S5) foram os que resultaram nos melhores dados nas análises químicas (Tabela 2) e físicas (Tabela 3) e isso fez com que a redução de massa produzida não fosse intensa.

Em S4, que apresentou maior valor de pH (6,6) (Tabela 2), o gramado possivelmente conseguiu absorver melhor os nutrientes disponíveis para se recuperar do



estresse ocasionado pelo herbicida, já que de acordo com Albuquerque (2009), os gramados apresentam maior capacidade de absorção dos nutrientes quando o pH se aproxima a sete. Ainda, o referido substrato apresentou faixa de porosidade total e densidade (Tabela 3), considerada ideal para campos esportivos sugerida pela USGA (2018) de 35-55% e  $1,19^{-1},72 \text{ g cm}^{-3}$ , respectivamente.

Contudo, apesar do herbicida ter apresentado efeito como regulador de crescimento em grama bermuda, no Brasil, apenas o herbicida 2,4-D é registrado para utilização em gramados (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Entretanto, de acordo com Antonioli (2015), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estendeu o uso de produtos químicos registrados para pastagens para uso em grama, o que contribuiu para retirar o gramicultor da irregularidade involuntária, uma vez que existiam (e existem) pouquíssimos produtos com registro de uso em grama (GAZOLA, 2017). Assim, no presente estudo, como a espécie é utilizada principalmente em campos esportivos, o uso do glyphosate debateria algumas questões legais antes de poder ser implantado para controle de crescimento.

#### 4.5 ANÁLISE QUÍMICA FOLIAR DE MACRONUTRIENTES

A Tabela 9 apresenta os resultados da análise química foliar de macronutrientes da grama bermuda aos 62 dias após a instalação do experimento e 0 antes da aplicação das sub-doses de glyphosate.

**Tabela 9.** Teores foliares médios de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) da grama bermuda ( $\text{g kg}^{-1}$  MS), em diferentes substratos, antes da aplicação de glyphosate Ilha Solteira-SP, 2017.

Substrato	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- $\text{g kg}^{-1}$ MS -----					
S1	9,23 b	2,32 c	12,38 b	3,86 b	0,88 c	2,03 a
S2	9,57 b	2,65 b	11,57 b	4,08 ab	0,86 c	1,92 a
S3	9,91 b	2,57 b	12,46 b	4,37 a	0,91 bc	1,86 a
S4	11,06 a	3,28 a	12,69 b	4,43 a	1,07 a	1,74 a
S5	9,92 b	3,45 a	14,37 a	3,74 b	0,98 ab	1,74 a
DMS (5%)	0,95	0,23	1,47	0,44	0,09	0,35
CV (%)	8,26	6,99	10,06	9,34	8,52	16,31
F	8,42**	71,36**	7,76**	13,72**	7,46**	2,00 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. ns- não significativo; \*- significativo a 5% pelo teste F; \*\*- significativo a 1% pelo teste F. S1- Solo; S2- Areia; S3- Solo+Areia (1:1); S4- Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1) ; S5- Areia+Composto Orgânico (1:1).

Fonte: Próprio autor.

Para o teor foliar de N, S4 apresentou a maior média (11,06 g kg<sup>-1</sup>), diferindo de todos os demais tratamentos, já o menor valor foi obtido por S1 (9,23 g kg<sup>-1</sup>), sendo estatisticamente igual a S2, S3 e S5 (Tabela 9). Godoy e Villas Bôas (2003) afirmaram que as concentrações de clorofila estão relacionadas com a quantidade de N das folhas, sendo que a redução no valor da coloração verde pode ser um indicativo da necessidade da aplicação de N. Dessa forma, ao observar a Tabela 5, com as análises de pigmentos fotossintéticos antes da aplicação de glyphosate, notou-se que o presente estudo corroborou com o citado, pois S4 apresentou os maiores teores de clorofila *a* e *b* e, conseqüentemente a maior média de N foliar. Assim, existe uma correlação entre teor de clorofila e nitrogênio foliar (SANTO; CASTILHO, 2015; OLIVEIRA et al., 2018).

Agati et al. (2015), em trabalho com estimativa de necessidade de adubação nitrogenada para a grama bermuda, encontraram correlação positiva entre teores de clorofila e N foliar, apresentando valores de +0,9 e +0,9643, para as duas épocas avaliadas (2010 e 2011, respectivamente) e concluíram que esse tipo de determinação pode ser utilizado como ferramenta para auxiliar a recomendação da fertilização para a cultura. Santos e Castilho (2015) também encontraram alta correlação (+ 0,9058) entre índice de conteúdo de clorofila e N em folhas de grama esmeralda, onde o substrato composto por matéria orgânica + areia (3:1) apresentou os melhores resultados nas análises.

Entretanto, os resultados de N foliar encontrados no presente trabalho, estão abaixo da faixa recomendada por Godoy e Villas Boas (2010) que afirmaram que o teor de 12 g kg<sup>-1</sup> indica deficiência crítica de N em gramados, e acima ou igual a 20 g kg<sup>-1</sup> suficiência. Assim, pode-se inferir que a grama está deficiente nesse nutriente. Esses resultados ainda diferem dos valores encontrado por Lima et. al. (2010), em trabalho com produção de grama bermuda (22-41 g kg<sup>-1</sup> MS), contudo estão dentro do intervalo constatado por Nobili, Nunes e Neves (2014) para a mesma espécie de grama (8,5 a 11,6 g kg<sup>-1</sup> MS).

Novais et al. (2007) afirmaram que o N é absorvido juntamente com a água, através do processo de fluxo de massa. Porém, em solos com maiores densidades, ocorre redução do conteúdo de oxigênio, favorecendo o processo biológico de desnitrificação, no qual o N reativo retorna a atmosfera na forma de N<sub>2</sub> e onde, do ponto de vista agrícola, representa perda do nutriente. Contudo, S2 e S3, que apresentam as maiores densidades (Tabela 3) (1,51 e 1,54 g cm<sup>-3</sup> respectivamente) não diferiram de S1 e S5 quanto ao teor de N foliar (Tabela 9), sendo que estes substratos resultaram nas

menores densidades (1,21 e 1,20 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente). Carribeiro (2010) observou influência do teor foliar de N em relação à densidade do solo, onde quanto maior a densidade, menor a absorção de N pela grama. No presente estudo, a menor densidade foi observada em S5 (1,20 g cm<sup>-3</sup>) (Tabela 3) sendo que esse apresentou valor do nutriente de 9,92 g kg<sup>-1</sup> e diferiu do melhor resultado, observado em S4 (11,06 g kg<sup>-1</sup>).

Assim, os resultados encontrados, podem ser explicados pela análise química dos substratos (Tabela 2), onde o maior valor de N encontrado foi em S4, e este apresentou maior pH (6,6). Faquin (2005) citou que em solos mais próximos da neutralidade (pH=7,0) a capacidade de absorção de N pelas plantas é de 100%, já quando o pH diminui ocorre queda na absorção, e S1, S2 e S3 que apresentaram os menores valores de pH (5,8; 5,3 e 5,5, respectivamente) (Tabela 2) proporcionaram os menores valores de N foliar (Tabela 9).

Para os teores de P, nota-se que S5 apresentou o maior valor (3,45 g kg<sup>-1</sup>) e não diferiu somente de S4 (3,28 g kg<sup>-1</sup>). O menor resultado, foi constatado para S1 (2,32 g kg<sup>-1</sup>) sendo este diferente de todos os demais tratamentos (Tabela 4). Os teores de P nas lâminas foliares da grama bermuda foram maiores que as encontradas por Nobili, Nunes e Neves (2014) (0,5 a 1,1 g kg<sup>-1</sup>) e dentro da faixa ideal sugerida por McCarty (2005), de 2,5 a 3,5 g kg<sup>-1</sup>.

Mateus (2011), avaliando a exportação de nutrientes em grama bermuda *Tifdwarf* em áreas de *greens* de golfe, encontrou valores variando de 3,6 a 4,4 g kg<sup>-1</sup> de P, no campo da cidade de Itupeva-SP, estando esses resultados acima do presente trabalho, e de 2,5 a 3,5 g kg<sup>-1</sup> de P, no campo de Araras-SP, com os resultados da Tabela 9 dentro da faixa.

As propriedades físicas dos substratos também não influenciaram a absorção do nutriente, já que S1 que apresentou a maior porosidade total (50,83%) e a segunda menor densidade (1,21 g cm<sup>-3</sup>) (Tabela 3) teve o menor valor de P nas folhas. Assim, esses resultados não corroboraram com o que afirmam Novais e Smyth (1999), ou seja, que o aumento da densidade do solo dificulta a absorção do P por difusão, apesar de que o substrato com maior densidade (S3, com 1,54 g cm<sup>-3</sup>) (Tabela 3) proporcionou baixo valor de P (2,57 g kg<sup>-1</sup>) (Tabela 9). Carribeiro (2010) observou, em grama esmeralda, que o aumento da densidade do solo, propiciou maiores incrementos de P foliar, o que não foi observado no presente estudo.

A faixa encontrada de K nas folhas, variou de 11,57 a 14,37 g kg<sup>-1</sup>, onde S5 apresentou o maior valor, se diferenciando de todos os demais resultados, e o menor teor foi

observado em S2 (Tabela 9). Segundo Carribeiro (2010), o K, assim como o P, é transportado por difusão e fluxo de massa até a zona das raízes. Portanto, as alterações de densidade do solo, por afetarem a retenção de água no solo e reduzir o comprimento do caminho da difusão do nutriente, favoreceram a absorção do mesmo. Assim, em solos com densidades maiores, a absorção de K pelas plantas será maior. No presente estudo, S5 que apresentou a menor densidade ( $1,20 \text{ g cm}^{-3}$ ) (Tabela 3) foi o substrato que resultou em maior teor de P nas folhas da grama bermuda (Tabela 9).

A concentração média de K encontrada para todos os substratos ficou dentro das observadas por Mateus (2011), em grama bermuda *Tifdwarf*, de 7 a  $12 \text{ g kg}^{-1}$  e dos valores propostos por McCarty e Miller (2002), de 10 a  $25 \text{ g kg}^{-1}$ . Entretanto, ficaram abaixo dos sugeridos por Carrow, Waddington e Riek (2001), de 15 a  $40 \text{ g kg}^{-1}$ .

Para os teores foliares de Ca, observa-se que S4 e S3 apresentaram os maiores valores, respectivamente, ( $4,43$  e  $4,37 \text{ g kg}^{-1}$ ). O menor resultado foi constatado por S5 ( $3,74 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Tabela 9). Malavolta (2006) afirmou que maiores teores de Ca nas lâminas foliares das plantas estão associadas às baixas densidades de solo, devido ao maior conteúdo e disponibilidade de água, já que a absorção do nutriente se dá por fluxo de massa. Contudo, isso não foi observado no presente trabalho, uma vez que S5 e S1 apresentaram as menores densidades (Tabela 3) e os menores resultados de Ca (Tabela 9).

Fato semelhante foi observado por Santos e Castilho (2018), que estudaram substratos e fertilizantes no desenvolvimento da grama esmeralda, e observaram que as menores densidades proporcionaram os menores resultados de Ca foliar. Entretanto, os valores encontrados (Tabela 9), ficaram abaixo dos sugerido para grama bermuda por McCarty (2005), de 5 a  $6 \text{ g kg}^{-1}$  e dos observados por McCarty et al. (2003), 5 a  $10 \text{ g kg}^{-1}$ , porém, estão próximos aos resultados de Mateus (2011), de 3 a  $4 \text{ g kg}^{-1}$ .

Os teores foliares de Mg variaram de  $0,86 - 1,07 \text{ g kg}^{-1}$ , sendo S2 e S4 as médias extremas respectivamente, diferindo entre si. Segundo Taiz e Zeiger (2017), o Mg tem como principal função, de compor a molécula da clorofila, que são porfirinas magnesianas, corresponde a 2,7% do peso das mesmas e representa cerca de 15 a 20% do Mg total das folhas das plantas (FAQUIN, 2005). Assim, teores maiores do nutriente, podem resultar em maiores concentrações de clorofila, e como consequência, coloração mais intensa do gramado. S4 apresentou os maiores teores de pigmentos fotossintéticos (Tabela 5), assim como maior de Mg (Tabela 9), concordando com o exposto.

Os baixos valores do nutriente (Mg) obtidos por S1 e S2, podem ser explicados pela análise química dos substratos, onde de acordo com Godoy e Villas Bôas (2005), substratos que não contêm matéria orgânica em sua composição retêm poucos nutrientes devido à baixa CTC e ainda são mais suscetíveis à perda dos mesmos por lixiviação, sendo que os substratos 1 e 2 foram os que apresentaram os menores resultados de matéria orgânica e CTC (Tabela 2) e conseqüentemente, baixos valores de Mg. Ainda, Albuquerque (2009) mencionou que, para gramados, obtém-se a maior capacidade de absorção dos nutrientes quando a taxa de pH se aproxima a sete, no entanto, à medida que o pH diminui, observa-se queda nessa capacidade. De acordo com Singh et al. (2013), o pH ideal para desenvolvimento da grama bermuda está situado entre 6,5 a 8,0, sendo o substrato 4 o único a se encontrar nessa faixa (Tabela 2), e como efeito este apresentou o melhor resultado da avaliação. Já em S1 e S2, como consequência dos baixos valores de pH, houve limitação na absorção de Mg (Tabela 9), refletindo nos teores foliares.

A faixa de Mg foliar encontrada no presente trabalho (Tabela 9), está abaixo de 1,6 a 1,9 g kg<sup>-1</sup>, valores observados por Cantrell et al. (2009) e dos resultados de 1,5 a 3,1 g kg<sup>-1</sup>, obtidos por Baldi et al. (2013), ambos em *Cynodon dactylon*. Já McCarty (2005) é ainda mais restrito, com intervalo sugerido de 3 a 4 g kg<sup>-1</sup>, e Mateus (2011) encontrou teores médios de 1,3 g kg<sup>-1</sup>, estando todos esses valores abaixo dos evidenciados no presente estudo.

Em relação ao S foliar, não houve diferença estatística significativa, sendo o maior valor propiciado por S1 (2,03 g kg<sup>-1</sup>) e o menor valor por S4 e S5 (1,74 g kg<sup>-1</sup>). Apesar disso, os valores estão muito abaixo dos encontrados por Mateus (2011), de 3,3 g kg<sup>-1</sup> e ainda mais abaixo dos propostos por McCarty (2005), de 5 a 6 g kg<sup>-1</sup>.

Todos esses resultados de macronutrientes foliares foram antes da aplicação das sub-doses de glyphosate, mostrando somente a influência do substrato na absorção dos mesmos pela planta. As Tabelas 10 e 11 contêm os resultados do efeito do herbicida sobre a exportação de nutrientes foliares da grama bermuda.

Notou-se que apenas para N e Mg foliar houve interação do substrato com o glyphosate. Contudo, de forma geral, quanto maior a dose aplicada menor a concentração de macronutrientes nas folhas. Isso corroborou com o citado por Meschede et al. (2009), de que a aplicação de glyphosate pode alterar a disponibilidade de alguns macronutrientes. Contudo, Gazola (2017), não encontrou efeito do glyphosate na maioria das avaliações de macronutrientes em folhas de grama esmeralda.

**Tabela 10.** Valores médios de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) foliares nos diferentes substratos, após a aplicação de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.

Substrato	N				P				K			
	----- g kg <sup>-1</sup> MS-----											
	Sub-dose (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)											
	0	200	400	600	0	200	400	600	0	200	400	600
S1	8,4 Ba	7,47 Bb	7,03 Bbc	6,6 Ac	2,17 Ba	2 Ba	2,17 Ba	1,87 Ba	9,43 Ba	8,4 Ba	8,23 Ba	7,73 Ba
S2	8,46 Ba	7,47 Bb	7,03 Bb	6,87 Ab	2,13 Ba	2,1 Ba	2,5 Ba	2,33 Ba	8,57 Ba	8,5 Ba	7,77 Ba	6,53 Ba
S3	8,93 Ba	8,07 Abb	7,6 Bbc	7,1 Ac	2,37 Ba	2,13 Ba	2,23 Ba	2,3 Ba	8,93 Ba	8,43 Ba	8,03 Ba	7,87 Ba
S4	10,03 Aa	9,23 Ab	8,7 Ab	7,07 Ac	4,0 Aa	3,23 Aa	4,13 Aa	3,6 Aa	13,37 Aa	11,97 Aab	11,27 Aab	10,53 Ab
S5	10,47 Aa	8,43 Bb	7,4 Bc	6,8 Ac	4,63 Aa	3,57 Aab	3,97 Ab	3,43 Ab	11,83 Aa	10,93 Aa	12,57 Aa	11,37 Aa
DMS linha (5%)		0,7				0,93				1,19		
DMS coluna (5%)		0,75				0,99				2,33		
CV (%)		4,03				14,91				10,4		
F sub x sub-dose		4,70**				1,16 <sup>ns</sup>				1,036 <sup>ns</sup>		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. ns- não significativo; \*-significativo a 5% pelo teste F; \*\*- significativo a 1% pelo teste F. S1- Solo; S2- Areia; S3- Solo+Areia (1:1); S4- Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1); S5- Areia+Composto Orgânico (1:1).

Fonte: Próprio autor.

**Tabela 11.** Valores médios de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) foliares nos diferentes substratos, após a aplicação de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. Ilha Solteira-SP, 2017.

Substrato	Ca				Mg				S			
	g kg <sup>-1</sup> MS											
	Sub-dose (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)											
	0	200	400	600	0	200	400	600	0	200	400	600
S1	5,83 Ba	5,40 Aa	5,57 Aa	4,83 Aa	1,20 Ca	0,92 Cbc	0,77 BCc	1,13 Bab	1,20 Aa	1,30 Aa	1,40 Aba	1,20 Ba
S2	5,40 Ba	5,17 Aa	4,77 Aa	4,67 Aa	1,13 Ca	0,90 Cab	0,70 Cb	0,77 Bb	1,30 Aa	1,43 Aa	1,30 Ba	1,30 Ba
S3	5,87 Ba	5,60 Aa	5,47 Aa	5,33 Aa	1,37 BCa	1,03 BCb	0,8 BCb	0,77 ABb	1,07 Aa	1,13 Aa	1,53 ABa	1,53 Ba
S4	7,70 Aa	6,37 Ab	5,27 Abc	5,03 Ac	1,63 Aba	1,27 ABb	1,03 ABbc	0,93 Abc	1,67 Aab	1,50 Ab	2,00 Aab	2,13 ABa
S5	5,97 Ba	5,37 Aa	5,27 Aa	5,20 Aa	1,73 Aa	1,53 Aa	1,13 Ab	1,00 Ab	1,63 Aa	1,67 Aa	1,93 Aa	1,36 Aa
DMS linha (5%)	1,19				0,28				0,57			
DMS coluna (5%)	1,26				0,30				0,61			
CV (%)	9,85				11,76				17,53			
F sub x sub-dose	1,918 <sup>ns</sup>				3,386 <sup>**</sup>				1,646 <sup>ns</sup>			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. ns- não significativo; \*-significativo a 5% pelo teste F; \*\*- significativo a 1% pelo teste F. S1- Solo; S2- Areia; S3- Solo+Areia (1:1); S4- Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1); S5- Areia+Composto Orgânico (1:1).

Fonte: próprio autor.

Observou-se que S4 manteve altos teores de macronutrientes foliares ,(Tabela 10 e 11) quando comparado aos demais substratos. Isso explica-se, pois, o pH de 6,6 (Tabela 2) propiciou a melhor absorção de nutrientes, já que a medida que o pH se aproxima de 7,0 a disponibilidade nutricional é favorecida (FAQUIN, 2005), e como foi realizada a adubação de manutenção com o produto comercial Forth Jardim<sup>®</sup> que contém todos os macronutrientes (Tabela 1), o estresse ocasionado pelo herbicida foi menor no referido substrato.

N e Mg tiveram queda em seus teores foliares com o aumento das sub-doses do herbicida (Tabelas 10 e 11), e isso fica evidente ao observar as Figuras 5 e 6, com a análise da regressão dos dois nutrientes. Da mesma forma, como notou-se na Tabela 6 e Figura 2, houve diminuição dos pigmentos fotossintéticos em função das doses aplicadas, já que o N e Mg fazem parte das moléculas de clorofila, como descrito anteriormente. Ainda, de acordo com Damini e Trivelin (2011), o herbicida altera o metabolismo do N da planta, já que ele atua na rota do ácido chiquímico, inibindo a enzima EPSPs (5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase), responsável pela formação dos aminoácidos aromáticos triptofano, tirosina e fenilalanina, que são à base de N em sua composição e essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Assim, em maiores doses, ocorre maior inibição dessa enzima e, conseqüentemente, menor concentração foliar do nutriente. De tal forma todos os valores ficaram abaixo de 12 g kg<sup>-1</sup> de N, que segundo Godoy e Villas Boas (2010), indica deficiência crítica do nutriente.

Para P foliar, não houve efeito com o aumento das doses, e isso se deve, possivelmente pelo fato de que este faz parte do DNA e das moléculas de ATP, conferindo energia para a planta (TAIZ; ZEIGER, 2017), assim, com o estresse ocasionado pelo herbicida, provavelmente a grama tentou absorver mais o nutriente, para produzir energia e tentar amenizar os danos ocasionados pelo glyphosate. Os valores de S4 e S5, foram maiores que os demais substratos, pois a disponibilidade de P era muito maior (Tabela 2). S4 nas sub-doses de 0 e 400 g i.a. há<sup>-1</sup> e S5 na sub-dose de 400 g há<sup>-1</sup> do i.a., ficaram próximos dos valores observados por Mateus (2011), de 3,65 a 4,4 g kg<sup>-1</sup> de P.

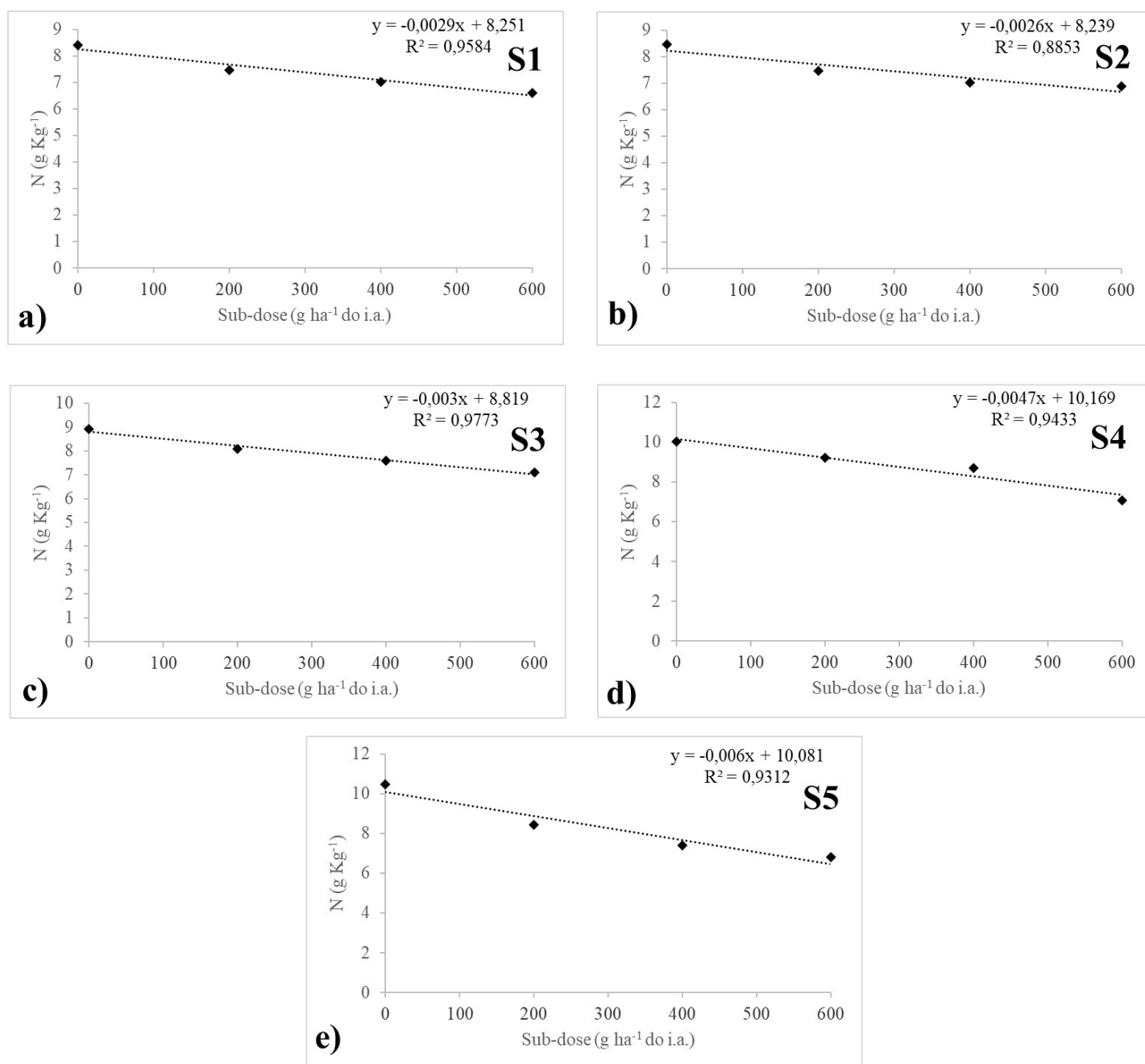
Para o K foliar, os substratos S4 e S5 conseguiram manter os teores dentro do recomendado por McCarty e Miller (2002) (10 a 25 g kg<sup>-1</sup>) mesmo com o aumento das doses de glyphosate, mostrando a importância do substrato no desenvolvimento da planta. É essencial manter o teor do nutriente adequado quando se utiliza glyphosate como regulador de crescimento já que ele atua sobre a fotossíntese, sendo necessário para boa circulação dos produtos fotossintetizados (GAZOLA, 2017). Ainda, somado a isso, ele exerce papel importante com relação à resistência das plantas às condições adversas, como o pisoteio,



tendo grande importância em campos esportivos, em que se tem intensa movimentação de pessoas.

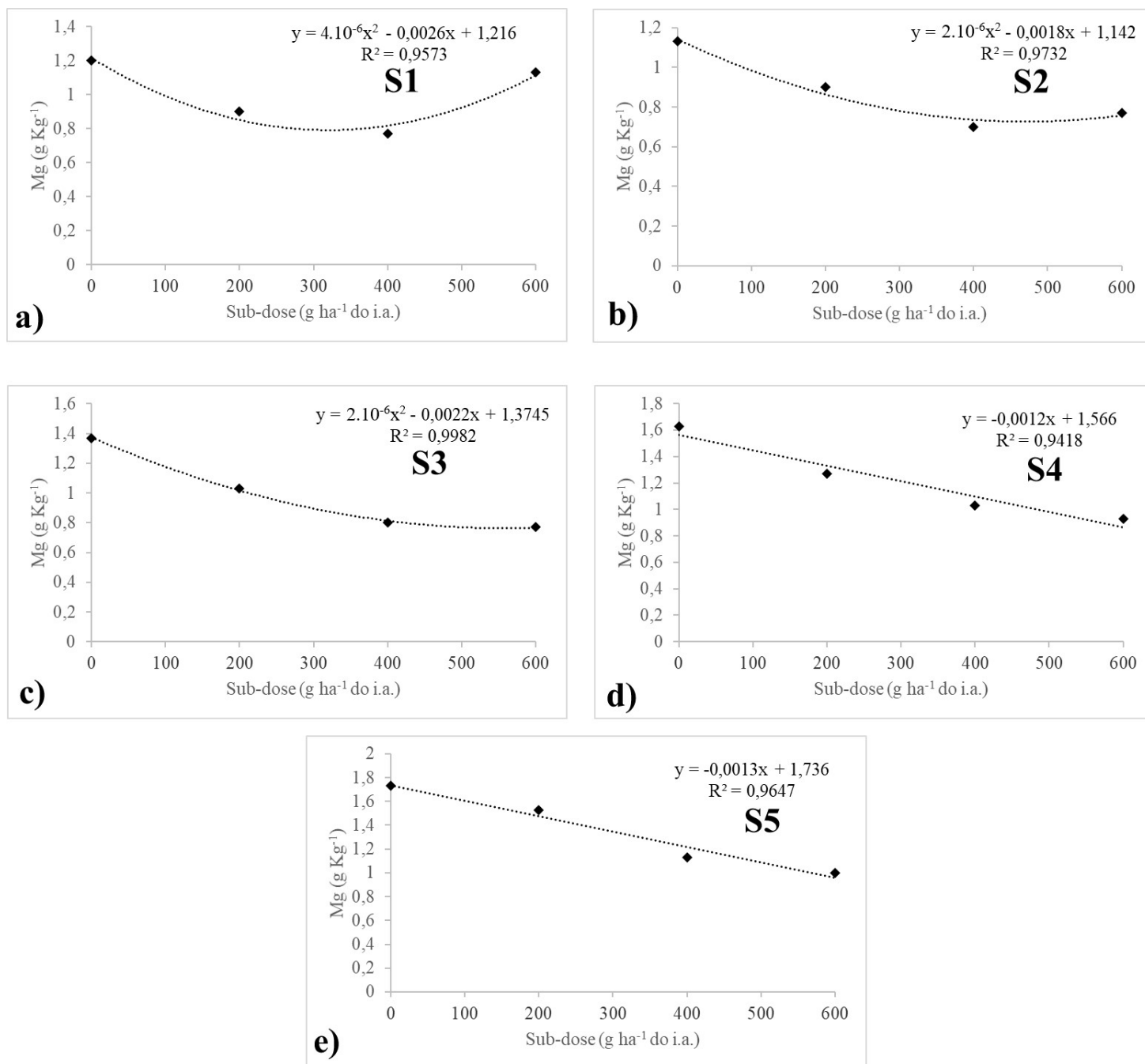
Os teores de Ca foliar, foram influenciados negativamente com o aumento das doses do herbicida (Tabela 11), contudo, os resultados ficaram próximos dos recomendados por McCarty et al. (2003), de 5 a 10 g kg<sup>-1</sup>. É essencial manter o Ca em concentrações foliares adequadas, já que ele faz parte da estrutura da planta, principalmente na parede celular, onde confere rigidez do tecido (TAIZ; ZEIGER, 2017), e assim, protege o gramado contra os danos ocasionados pelo jogo.

Com relação ao S foliar (Tabela 11), este ficou abaixo dos valores observado por Mateus (2011), de 3,3 g kg<sup>-1</sup> e ainda mais abaixo dos propostos por McCarty (2005), de 5 a 6 g kg<sup>-1</sup>. Possivelmente, isso ocorreu, por esse nutriente fazer parte da estrutura de aminoácidos (TAIZ; ZEIGER, 2017), e como dito anteriormente, o glyphosate inibe a enzima EPSPs, que é formadora de aminoácidos responsáveis pelo crescimento vegetal. Contudo S4 conseguiu manter os maiores teores do nutriente, quando comparado aos demais substratos (Tabela 11).



**Figura 5.** Nitrogênio foliar em função das sub-doses de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. **a)** S1- Solo. **b)** S2- Areia. **c)** S3- Solo+Areia (1:1). **d)** S4- Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1). **e)** S5- Areia+Composto Orgânico (1:1).  $R^2$  – significativo a 1%. Ilha Solteira-SP, 2017.

Fonte: Próprio autor.



**Figura 6.** Magnésio foliar em função das sub-doses de glyphosate em grama bermuda cultivada em diferentes substratos. **a)** S1- Solo. **b)** S2- Areia. **c)** S3- Solo+Areia (1:1). **d)** S4- Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1). **e)** S5- Areia+Composto Orgânico (1:1).  $R^2$  – significativo a 1%. Ilha Solteira-SP, 2017.

Fonte: Próprio autor.

## 5 CONCLUSÕES

Os substratos a base de composto orgânico resultaram em bom desenvolvimento da grama bermuda, destacando o que continha solo + areia + composto orgânico (1:1:1).

A sub-dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i. a. proporcionou redução da massa fresca e seca da parte aérea, sem alterações severas nos macronutrientes foliares e pigmentos fotossintéticos do gramado, sendo recomendada para uso como regulador de crescimento.

## REFERÊNCIAS

AGATI, G.; FOSCHI, L.; GROSSI, N. VOLTERRANI, M. In field non-invasive sensing of the nitrogen status in hybrid bermudagrass (*Cynodon dactylon* × *C. transvaalensis* Burt Davy) by a fluorescence-based method. **European Journal of Agronomy**, Madison, v. 63, p. 89-96, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.11.007>>.

ALBUQUERQUE, B. C. **Estudo da viabilidade técnica do cultivo de grama esmeralda (*Zoysia japonica*) na região de Formosa GO**. Planaltina: UPIS – Faculdades Integradas, 2009. 43 p. (Boletim técnico)

ALDAHIR, P. C. F. Composição e uso de campos esportivos. In: BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. **Tópicos atuais em gramados III**: Botucatu: Ed. FEPAF, 2012. p. 175-184.

ALMEIDA, R. G. R.; TURCO, J. E. P.; BARRETO, A. C.; MOREIRA, L. A. Crescimento da grama bermudas sob diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 257-269, 2013. DOI: <<http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2013v18n2p257>>.

AMARAL, J. A. **Condições de luminosidade e substratos no desenvolvimento de grama bermuda**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/138896>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

AMARAL, J. A.; CASTILHO, R. M. M. Fertilizantes comerciais de liberação imediata e controlada na revitalização de grama batatais. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 22, n. 2, p. 1-11, 2012. Disponível em: <[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/uwDnVx4jMbjGY0p\\_2013-5-17-18-12-18.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/uwDnVx4jMbjGY0p_2013-5-17-18-12-18.pdf)>. Acesso em: 17 dez. 2017.

AMARAL, J. A.; CASTILHO, R. M. M.; HAGA, K. I. Efeito de diferentes condições de luminosidade e substratos no desenvolvimento inicial de grama bermuda. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 25, n. 3, p. 291-302, 2016. Disponível em: <<http://as.feis.unesp.br/revcultagr/pages/edicao/31/sumario/240/view>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

ANTONIOLLI, D. Produção, regularização e conquista do Mercado de grammas cultivadas no Brasil. In: MATEUS, C. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; ANDRADE, T. F.; OLIVEIRA, M. R.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G. **Tópicos atuais em gramados IV**: Botucatu: Editora FEPAF - UNESP, 2015. p. 09-22.

ARRIETA, C.; BUSEY, P.; DAROUB, S. H. Goosegrass and Bermudagrass Competition under Compaction. **Agronomy Journal**, Madison, v.101, n.1, p.11-16, 2009.

ARRUDA, R. L. B. **Gramados**. São Paulo: Europa, 1997. 67 p.

AZEREDO NETO, P. A. Alternativas de plantio e uso de materiais orgânicos em gramados. Disponível em: <<http://infograma.com.br/wp-content/uploads/2015/10/ALTERNATIVAS-DE-PLANTIO.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2018.

BALDI, A.; LENZI, A.; NANNICINI, M.; PARDINI, A.; TESI, R. Growth and nutrient content of hybrid bermudagrass grown for nursery purposes at different nitrogen, phosphorus, and potassium rates. **HortTechnology**, Alexandria, v. 23, n. 3, p. 347-355, 2013. Disponível em: <<http://horttech.ashspublications.org/content/23/3/347.full.pdf+html>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

BALDWIN, C. M.; LIU, H.; McCARTY, L. B.; BAUERLE, W. L. Aluminum tolerances of ten warm-season turfgrasses. **International Turfgrasses society Journal**, v. 10, p. 811-817, 2005. Disponível em: <<http://archive.lib.msu.edu/tic/golfd/article/2005dec60.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

BARBIERI JUNIOR, E.; ROSSIELLO, R. O. P.; MORENZI, J. F.; RIBEIRO, R. C. Comparação de métodos diretos de extração e quantificação dos teores de clorofilas em folhas do capim-Tifton 85. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 633-636, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n3/a509cr2144.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2018.

BARBOSA, A. P.; MASCHEDI, D. K.; ALVES, G. A. C.; FREIRIA, G. H.; FURLAN, F. F.; ALVES, L. A. R.; JUNCO, M. C. *Paspalum notatum* growth and pigment content in response to the application of herbicides. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, DF, v.16, n.2, p.142-151, 2017.

BASTOS, A. R. R.; CARVALHO, J. G. **Manejo do solo e adubação para plantas ornamentais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 147 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392 p.

BIGELOW, C. A.; SOLDAT, D. J.; STIER, J. C.; HORGAN, B. P.; BONOS, S. A. Turfgrass root zones: Management, construction methods, amendment characterization, and use. In: BIGELOW, C. A.; SOLDAT, D. J. **Turfgrass: biology, use, and management**, 2013. p. 383-423.

BRANDY, N. C.; WEIL, R. R. **Natureza e propriedade dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bookman, 1989. 898 p.

BRIGHENTI, A. M.; MARTINS, C. E.; SOUZA SOBRINHO, F.; ROCHA, W. S. D.; CALSAVARA, L. H. F.; NICODEMOS, L. C. Capacidade de restabelecimento da grama-estrela-africana após aplicação de glifosato em pré-semeadura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p. 1443-1448, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v47n10/05.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2018.

BROSNAN, J. T.; DEPUTY, J. **Bermudagrass: turf management**. 2008. Disponível em: <[http://turfgrass.ctahr.hawaii.edu/downloads/Bermudagrass\\_NEW2.pdf](http://turfgrass.ctahr.hawaii.edu/downloads/Bermudagrass_NEW2.pdf)>. Acesso em: 16 dez. 2016.

BYRNES, W. R.; McFEE, W.W.; STEINNHARDT, G. C. **Soil compaction related to agricultural construction operations**. West Lafayette: Purdue University, 1982. 107 p.

CANAL RURAL. **Mercado de grama cresce 60% nos últimos dez anos, segundo a Associação Nacional Grama Legal**. 2013. Disponível em: <<http://videos.ruralbr.com.br/canalrural/video/rural-noticias/2013/01/mercado-grama-cresce>>

nos-ultimos-dez-anos-segundo-associaco-nacional-grama-legal/10546/>. Acesso em: 20 dez. 2016.

CANTRELL, K. B.; STONE, K. C.; HUNT, P. G.; RO, K. S.; VANOTTI, M. B.; BURNS, J. C. Bioenergy from Coastal bermudagrass receiving subsurface drip irrigation with advance-treated swine wastewater. **Bioresource Technology**, Essex, v. 100, n. 13, p. 3285–3292, 2009.

CARRIBEIRO, L. S. **Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama esmeralda**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/93790>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

CARROW, R. N. **Soil compaction**. Manhattan. 1981. p. 59-66. Golf course management.

CARROW, R. N. ;WADDINGTON, D. V.; RIEKE, P. E. **Turfgrass soil fertility and chemical problem: assessment and management**. Chelsea: Ann Arbor Press, 2001, 400 p.

CHRISTIANS, N. E. **Fundamental of turfgrass management**. Chelsea: Arbor Press, 1998. 301 p.

COLE, D. J.; CASELEY, J. C.; DODGE, A. D. Influence of glyphosate on selected plant process. **Weed Research**, Oxford, v. 23, n. 1, p. 173-183, 1983.

COMITÊ ORGANIZADOR BRASILEIRO COPA 2014. **Recomendação técnica para gramados em estádios e CTs**. 2009. 15 p. Disponível em: <<http://infograma.com.br/wp-content/uploads/2015/10/recomendacaotecnica.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2018

COUTO, B. R. Produção de grama em solo arenoso – estudo de caso Maracanã. In: MATEUS, C. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; ANDRADE, T. F.; OLIVEIRA, M. R.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G. **Tópicos atuais em gramados IV**: Botucatu: FEPAF, 2015. p. 81-95.

DADOS CLIMÁTICOS – ILHA SOLTEIRA/SP. **Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira - Área de Hidráulica e Irrigação**. 2018. Disponível em: <[http://clima.feis.unesp.br/recebe\\_formulario.php](http://clima.feis.unesp.br/recebe_formulario.php)>. Acesso em: 15 fev. 2018.

DAMIN, V.; TRIVELIN, P. C. O. Herbicides effect on nitrogen cycling in agroecosystems. In: KORTEKAMP, A. (Ed.). **Herbicides and environment**. 2011. p. 107-124. Disponível em: <<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/12684.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2018.

DANIEL, E. S.; AMARANTE, C. V. T.; MARTIN, M. S.; MQUELLUTI, D. J.; CAMPOS, M. L. Relação entre o teor absoluto e relativo de clorofila em folhas de vimeiro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 307-312, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cflo/v26n1/0103-9954-cflo-26-01-00307.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

DANIEL, W. H.; FREEBORG, R. P. **Turf Managers' Handbook**. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1987. p. 181-184.

DHANALAKSHMI, R.; BHAKSAR, V. V.; SUBBARAMAMMA, P. Influence of soil parameters on the establishment of turf grass species under different methods of planting. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 3, p. 2607-2615, 2018. Disponível em: < <https://www.ijcmas.com/7-3-2018/R.%20Dhanalakshmi,%20et%20al.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

DINALLI, R. P. **Adubação nitrogenada e aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento em grama esmeralda**. 2014. 118 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/110297/000794076.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 de jan. 2018.

DINALLI, R. P.; BUZETTI, S.; GAZOLA, R. N.; CASTILHO, R. M. M.; CELESTRINO, T. S.; DUPAS, E.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, R. C. Doses de nitrogênio e aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento em grama esmeralda. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, supl. 1, p. 1875-1894, 2015. Disponível em: < <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/17900>>. Acesso em: 05 set. 2018.

ELSNER, J. E. International turfgrass genetic certification. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA , 5, 2010, Botucatu. **Tópicos atuais em gramados II**. Botucatu: FCA/UNESP, 2010. p. 54 - 66, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Cultivo do algodão irrigado**. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrigado/solos.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. edição. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997a. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997b. 212 p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 186 p.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION - FIFA. **Estádios de futebol: recomendações e exigências técnicas**. Suíça: FIFA, 2011. 434 p. Disponível em: < [https://img.fifa.com/mm/document/tournament/competition/01/37/17/76/p\\_sb2010\\_stadium\\_book\\_ganz.pdf](https://img.fifa.com/mm/document/tournament/competition/01/37/17/76/p_sb2010_stadium_book_ganz.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FREITAS, F. C. L. **Efeitos do trinexapac-ethyl e do triclopyr no manejo de gramado formado pela grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüggé)**. 2002. 42 f. Dissertação



(Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/10222>>. Acesso em: 19 dez. 2016.

FRY, D. J. Centipedegrass response to plant growth regulators. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 1, p. 40-42, 1991. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/26/1/40.full.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

FURLANI JUNIOR, E.; NEVES, D. C.; VALÉRIO FILHO, V. V.; MARINHO, J. F.; SILVA, P. R. T.; RINCÃO, T. Efeito de subdoses de glifosato na produtividade do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7, 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 CD-ROM.

GAVANDE, S. A. **Física del suelos: principio e aplicaciones**. México: Linusa. 1976. 269p.

GAZOLA, R. P. D. **Adubação nitrogenada e doses do herbicida glyphosate como regulador de crescimento em grama esmeralda**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia - Sistemas de produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150612/gazola\\_rpd\\_dr\\_ilha.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150612/gazola_rpd_dr_ilha.pdf?sequence=5&isAllowed=y)>. Acesso em: 20 de jan. 2018.

GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho e produtividade de culturas cultivadas em sucessão e rotação. **Ciência Rural**, v. 39, p. 65-73, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n1/a11v39n1.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

GITTI, D. C.; ARF, O.; PERON, I. B. G.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C.; RODRIGUES, R. A. F. Glyphosate como regulador de crescimento em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 500-507, 2011. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/10160/0>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

GLOBO RURAL. **Polo de produção de grama está em crise no sudoeste de São Paulo**. 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2017/07/polo-de-producao-de-grama-esta-em-crise-no-sudoeste-de-sao-paulo.html>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

GODOY, L. J. G.; BARBOSA, M. R. V. X; FERRAZ, M. V.; SAES, L. A.; FERRAZ, M. V. Dose and mode of application of the water-absorbent copolymer on growth of bermudagrass. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 168-178, 2016. Disponível em: <<http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1833>>. Acesso em: 05 set. 2018.

GODOY, L. J. G.; VILAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 2003, 1, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, 2003. (1 CD-ROM).

GODOY, L. J. G.; VILAS BÔAS, R. L. Produção e consumo de gramas crescem no Brasil. In: AGRIANUAL – Anuário da Agricultura Brasileira. 10. ed., São Paulo: FNP, 2005. p. 35-38. (AGRIANUAL, 2005).

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Tecnologias para auxiliar o manejo da adubação na produção de gramas In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA , 5, 2010, Botucatu. **Tópicos atuais em gramados II**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2010. p. 92-102.

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/view/7789>>. Acesso em: 05 set. 2018.

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

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. 2002. 498 p.

GURGEL, R. G. A. Principais espécies e variedades de grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2003. 23 p. CD-ROM.

GURGEL, R. G. A. Tendência mundial do mercado de gramas: manejo e uso das espécies. In: BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. **Tópicos atuais em gramados III**: Botucatu: FEPAF, 2012. p. 133-147.

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 815-818, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v38n4/v38n4a29.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

JOHNSON, B. J. Response of bahiagrass (*Paspalum notatum*) to plant growth regulators. **Weed Technology**, Champaign, v. 4, n. 1, p. 895-899, 1990. Disponível em: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/3986768?uid=3737664&uid=2&uid=4&sid=21103413003443>>. Acesso em: 09 out. 2012.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de mudas ornamentais**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2005. 256 p.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, H. H. **Substratos para plantas**: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, 2000. 312 p.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: Relação solo-água-plantas. São Paulo: Agronômica. Ceres, 1979.

KOJOROSKI-SILVA, C. M.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; CARNEIRO, C. M.; GUARIENTI, M. Desenvolvimento morfológico das gramas esmeralda, São Carlos e Tifton 419. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 471 - 477, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n3/05.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2018.

KUHN, M. Projeto gramados esportivos Copa do Mundo FIFA 2014. In: MATEUS, C. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; ANDRADE, T. F.; OLIVEIRA, M. R.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G. **Tópicos atuais em gramados IV**. Botucatu: FEPAF, 2015. p. 23-34.

LAURETTI, R. L. Implantação de gramados por sementes. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2003. 23 p. (CD-ROM).

LEITE, G. J.; CORREIA, N. M.; BRAZ, L. T. Crescimento de grama batatais (*Paspalum notatum*) em resposta à aplicação de produtos químicos utilizados como reguladores vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: [S.n.], 2010. Disponível em: <[http://www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII\\_CBCPD/PDFs/038.pdf](http://www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII_CBCPD/PDFs/038.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2016.

LEWIS, J. D.; GAUSSOIN, R. E.; SHEARMAN, R. C.; MAMO, M.; WORTMANN, C. S. Soil physical properties of aging golf course putting greens. **Crop Science**, Madison, v. 50, p.2084-2091, 2010.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, New York, v. 148, p. 350–382, 1987.

LIMA, C. P. BACKES, C.; FERNANDES, D. M.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Uso de índices de reflectância das folhas para avaliar o nível de nitrogênio em grama-bermuda. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 9, p. 1568-1574, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n9/a25112cr5381.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2018.

LIMA, C. P.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R.; KIIHL, T. A. M.; FREITAG, E. E. Bermuda grass sod production as related to nitrogen rates. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 371-377, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n2/v34n2a10.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2018.

LOPES, J. L. W.; GUERRINO, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. Atributos químicos e físicos de dois substratos para produção de mudas de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 358-367, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74411119010>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

LORENZI, H. **Plantas para jardim no Brasil**: herbáceas, arbustivas e trepadeiras. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2015. 1120 p.

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

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

MARCH, S. R.; MARTINS D.; MCELROY J. S. Growth inhibitors in turfgrass. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, p. 733-747, 2013a. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v31n3/25.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2018.

MARCHI, S. R.; MARTINS, D.; COSTA, N. V. Effect of plant regulators on growth and flowering of 'Meyer' zoysiagrass. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 695-703, 2013b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v31n3/21.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2018.

MARTINI, G.; PEDRINHO JUNIOR, A. F. F.; FELICI, G. V.; PIVA, F. M.; DURIGAN, J. C. Eficácia de uma nova formulação de glifosato para o controle de grama-seda (*Cynodon dactylon*), em pomar de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v. 24, n. 3, p. 683-686, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v24n3/15112.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2018.

MATEUS, C. M. D. **Exportação de nutrientes pela grama bermuda Tifdwarf utilizada em greens de campo de golfe**. 2011. 72 f. Tese (doutorado em Horticultura) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/103259>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

MATEUS, C. M. D.; TAVARES, A. R. T.; OLIVEIRA, M. R.; JACON, C. P. R. P.; SARTORI, M. M. P.; FERNANDES, D. M.; VILLAS-BÔAS, R. L. Influence of substrate base on sports field covered with bermuda grass. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 23, n. 3, p.319-328, 2017. Disponível em: <<https://ornamentalthorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/1104>>. Acesso em: 06 set. 2018.

McCARTY, L. B. **Best golf course management practices**. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2005. 720 p.

McCARTY, L. B.; MILLER, G. **Managing bermudagrass turf: selection, cultural practices and pest management strategies**. Chelsea: Ann Arbor Press, 2002. 221 p.

McCARTY, L. B.; RODRIGUEZ, I. R.; BUNNELL, B. T.; WALTZ, F. C. **Fundamentals of turfgrass and agricultural chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2003. 376 p.

MCELROY, S. Reguladores de crescimento e controle de plantas em gramados. In: BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. **Tópicos atuais em gramados III**: Botucatu: FEPAF, 2012. p. 71-79.

MELO, A. **Manutenção de campos de futebol**. 2009. Disponível em: <<http://agronomos.ning.com/profiles/blogs/manutencao-de-campos-de>>. Acesso em: 22 dez. de 2016.

MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D.; SANOMYA, R. Efeitos de baixas doses de glyphosate na nutrição de plantas. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 401-411.

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, out., 2014. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1046>>. Acesso em: 06 set. 2018.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 399 p. 1999.

OLIVEIRA, N. B.; OLIVEIRA, J. F. V.; SANTOS, P. L. F.; GAZOLA, R. P. D.; CASTILHO, R. M. M. Avaliação do estado nutricional de três gramados ornamentais em Ilha Solteira–SP: um estudo de caso. **Revista LABVERDE**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 96-119, 2018. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/143802>>. Acesso em: 05 mai. 2018.

OLIVEIRA, M. R. **Composição de substrato na qualidade de campo esportivo de grama bermuda**. 2016. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/147109/oliveira\\_mr\\_dr\\_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/147109/oliveira_mr_dr_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y)>. Acesso em: 06 set. 2018.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Coord.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 141-192.

PARCO, A. S. **Bermuda grass tissue culture and genetic transformation through Agrobacterium and particle bombardment methods**. 2007. 24 f. These (Doctor PHD) - Oklahoma State University, Stillwater, 2007. Disponível em <<http://139.78.48.197/utls/getfile/collection/Dissert/id/73313/filename/74004.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2017.

PONTEL, G. D.; CASTILHO, R. M. M.; BOTERO, F. G. Influência de diferentes substratos no teor de clorofila de grama-esmeralda sob condição de estresse hídrico. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA UNESP, 2011, **Anais...** 2011. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/cic/admin/ver\\_resumo.php?area=100065&subarea=19138&congresso=32&CPF=36681275818](http://prope.unesp.br/cic/admin/ver_resumo.php?area=100065&subarea=19138&congresso=32&CPF=36681275818)>. Acesso em: 20 mai. 2018.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. 6. ed. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2001. 285 p.

REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; RIQUELME, U. F. B. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 3, p. 310-319, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n3/v44n3a13.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2018.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina, 2005. 592 p.

RODRIGUES, J. D.; GODOY, L. J. G.; ONO, E. O. Reguladores vegetais: bases e princípios para utilização em gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: manejo de gramas na produção e em gramados formados, 2, 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: GEMFER/FEPAF, 2004. p. 233-262.

SAMPAIO, H. A. Manutenção em gramados ornamentais. In: BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. **Tópicos atuais em gramados III**. Botucatu: FEPAF, 2012. p. 192-200.

SANTOS, A. J. M.; VILLAS-BÔAS, R. L.; BACKES, C.; GAMERO, C. A. Implementos para descompactação do solo na produção de gramas. In: BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. **Tópicos atuais em gramados III**. Botucatu: FEPAF, 2012. p. 100-110.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 60-68, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n1/v17n01a09.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2018.

SANTOS, J. P. **Uso de geocomposto drenante em campos de futebol**. 2010. Disponível em: <<http://www.maccaferri.com.br/informativo/segmentado/drenagem/2010/pdf/artigo.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

SANTOS, M. V.; FERREIRA, F. A.; FREITAS, F. C. L.; IKEDA, A. K.; OLIVEIRA, F. L. R.; ROCHA, D. C. C.; LIMA, J. G.; SILVA, F. N. A.; ASSIS, F.G.V. Tolerância do Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e da *Brachiaria brizantha* ao glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 353-360, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v26n2/a11v26n2.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2018.

SANTOS, M. V.; FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, F. A.; CARVALHO, A. J.; BRAZ, T. G. S.; CAVALI, J.; RODRIGUES, O. L. Tolerância do Tifton 85 ao glyphosate em diferentes épocas de aplicação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 1, p.131-137, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v28n1/16.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2018.

SANTOS, P. L. F.; BARCELOS, J. P. Q.; CASTILHO, R. M. M. Diferentes substratos no desenvolvimento de um gramado ornamental para uso em telhados verdes. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, Tupã, v. 4, n. 10, p. 81-94, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17271/2317860441020161393>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Caracterização físico-química de diferentes substratos e sua influência no desenvolvimento da grama esmeralda. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 10, n. 6, p. 21-26, 2016. Disponível em: <<http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-10-2016/v-10-n-6-dezembro-2016/tca10604.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Relação entre teor de clorofila e nitrogênio foliar em grama esmeralda cultivada em substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 51-54, 2015. Disponível em: <<http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-09-2015/volume-9-numero-4-setembro-2015/fitotecnica-crop-science/tca9408.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. **Substratos e adubação no desenvolvimento da grama esmeralda**: influência da compactação e fertilizantes químicos. Düsseldorf: Novas Edições Acadêmicas, 2018. V. 1. 65 p.

SILVA-KOJOROSKI, C. M.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; KLEIN, V. A.; CARNEIRO, C. M.; GUARIENTI, M. Crescimento estacional das gramas esmeralda, tapete e Tifton 419 em condições subtropicais úmidas do sul do Brasil sob distintos preparos de solo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 18 n. 2-4, p. 204-212, 2012.

SINGH, K.; PANDEY, V. C.; SINGH, R. P. *Cynodon dactylon*: An efficient perennial grass to revegetate sodic lands. **Ecological Engineering**. Oxford, v. 54, p. 32-38, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TAPIA, D. **Implantação e manejo de gramados esportivos II**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: produção, implantação e manutenção, 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: GEMFER, 2003. p. 221- 237. (CD-ROM).

UGA. **Bermudagrass for turf**. [S. l.: s.n.], 2013. Disponível em: <<http://www.tifton.uga.edu/fat/bermudagrassurf.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2016

USGA – UNITED STATES GOLF ASSOCIATION. USGA recommendations for a method of putting green construction. **USGA Green Section Staff**, n. 4, p.1-16, 2018. Disponível em: <<http://archive.lib.msu.edu/tic/usgamisc/monos/2018recommendationsmethodputtinggreen.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1982. v. 30. 100 p.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. **Efeito do glifosato nas plantas**: implicações fisiológicas e agronômicas. Peachtree Corners: IPNI – International Plant Nutrition Institute, 2007. 32 p. (Informações Agronômicas, n. 119). Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/737CD8A86525A2EC83257AA1005FE1B9/\\$FILE/Encarte-119.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/737CD8A86525A2EC83257AA1005FE1B9/$FILE/Encarte-119.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2018.

ZANON, M. E. **Desenvolvimento de grama-esmeralda, grama-bermudas 'tifway 419' e 'celebration' submetidas a aplicação de reguladores de crescimento**. 2015. 58 f. Tese (Doutorado em Produção vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/136722/000859912.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

ZANON, M. E.; PIRES, E. C. Situação atual e perspectivas do mercado de grama no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 5, 2010, Botucatu. **Tópicos atuais em gramados II**. Botucatu: FCA/UNESP, 2010. p. 47 - 53, 2010.