

**RAÍSSA PEREIRA DINALLI GAZOLA**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E DOSES DO HERBICIDA GLYPHOSATE COMO  
REGULADOR DE CRESCIMENTO EM GRAMA ESMERALDA**

Ilha Solteira

2017

**RAÍSSA PEREIRA DINALLI GAZOLA**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E DOSES DO HERBICIDA GLYPHOSATE COMO  
REGULADOR DE CRESCIMENTO EM GRAMA ESMERALDA**

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

Prof. Dr. Salatiér Buzetti

**Orientador**

Prof<sup>ta</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Regina Maria Monteiro de Castilho

**Co-orientadora**

Ilha Solteira

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

- G291a      Gazola, Raíssa Pereira Dinalli.  
Adubação nitrogenada e doses do herbicida glyphosate como regulador de crescimento em grama esmeralda / Raíssa Pereira Dinalli Gazola. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017  
187 f. : il.
- Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistema de Produção, 2017
- Orientador: Salatiér Buzetti  
Co-orientador: Regina Maria Monteiro de Castilho  
Inclui bibliografia
1. Gramado. 2. Zoysia japonica Steud . 3. Nitrogênio. 4. Nutrição foliar. 5. Coloração verde.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA TESE: Adubação nitrogenada e doses do herbicida glyphosate como regulador do crescimento em grama esmeralda

**AUTORA: RAISSA PEREIRA DINALLI GAZOLA**

**ORIENTADOR: SALATIER BUZETTI**

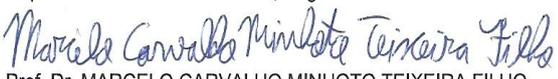
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA, especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

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

  
Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI

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

  
Prof. Dr. MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO

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

  
Profa. Dra. ELISANGELA DUPAS

Faculdade de Ciências Agrárias / Universidade Federal da Grande Dourados

  
Dr. GUSTAVO PAVAN MATEUS

Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

Ilha Solteira, 31 de março de 2017

## **DEDICO**

A Deus, por tudo, em todos os momentos.

Ao Rodolfo de Niro Gazola, por todo carinho, amor e companheirismo, sempre.

Aos meus orientadores:

Prof. Dr. Salatiér Buzetti, por todos os ensinamentos, oportunidades, amizade, dedicação e confiança. Muita gratidão.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina M. M. de Castilho, por ter me apresentado os gramados, pelos conselhos, ensinamentos, oportunidades, dedicação e abraços que, nas ocasiões difíceis, ajudaram a seguir em frente.

Ter sido orientada por mestres como vocês foi presente da vida.

Sentirei saudades dessa fase.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Ao Rodolfo de Niro Gazola por estar comigo, me apoiando, compreendendo e compartilhando todos os momentos, com muito amor.

Aos meus orientadores, prof<sup>a</sup>. Regina M. M. de Castilho e prof. Salatiér Buzetti. Muita gratidão e carinho.

Aos meus pais, José Carlos Dinalli e Silvia Luiza Pereira Dinalli, e irmã, Verena Pereira Dinalli, por todo apoio, carinho, compreensão e atenção ao longo da minha vida.

Aos meus doces e amados avós, Irineu Dinalli e Therezinha Rodrigues Dinalli (ambos *in memoriam*), que para sempre viverão em meu coração. Muita saudade!

À minha avó, Izabel Luiza Pereira, por todo carinho.

Aos meus tios e tias, primos e primas por fazerem parte da minha história.

Às minhas amadas Fátima Galdino Arantes e Ana Rosa Pavan Mateus, pelo carinho e presença na minha vida. É muito bom poder contar com vocês, minhas mães do coração.

Aos queridos Rose Viudes Parra dos Santos, Marcondes dos Santos e Raíza Parra dos Santos, minha família de Ilha Solteira, e aos amigos Ligia Videira, Ana Videira, Vera Santana, Rosana Camargo Sanitá, Lucilene Barbosa de Souza Celestrino, Aurélio Celestrino, Alzira Barbosa de Souza, Rosângela Tucunduva, Carol Tucunduva e Mafalda pelo apoio, carinho e atenção.

Aos meus “amigos-irmãos”, Thiago de Souza Celestrino e Saelen R. Penteado, por serem tão presentes e amáveis.

À Tamiris Azoia de Souza, amiga tão querida, e ao João Victor Azoia Pereira, que mesmo distantes, fazem-se presentes.

À Elisângela Dupas, quem muito admiro por sua competência e dedicação, pela amizade, incentivo, ensinamentos e contribuição de grande importância.

Ao professores e amigos Marcelo C. M. Teixeira Filho e Rafael Montanari, sempre dispostos a contribuir no que fosse preciso. Exemplos de humildade e determinação.

À Itograss (Pereira Barreto/SP) pela doação dos tapetes de grama, em especial ao Mauricio Zanon e ao Eliu, pela atenção e disponibilidade.

Aos técnicos do Laboratório de Fertilidade do Solo, Carlinhos e João, e do Laboratório de Nutrição de Plantas, Marcelo Rinaldi, pelo auxílio nas análises.

A todos os professores pela dedicação e contribuição.

À banca do exame geral de qualificação, professores Rafael Montanari e Marcelo C. M. Teixeira Filho, por quem tenho muita admiração e respeito. Obrigada pelas sugestões e contribuições.

À banca da defesa, professores Marcelo Andreotti, Elisângela Dupas, Gustavo Pavan Mateus e Marcelo C. M. Teixeira Filho, pelas contribuições e sugestões. Muito obrigada!

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa, em especial aos do setor de Jardinagem, muito atenciosos.

Ao João e José, sempre dedicados, que foram de extrema importância para a manutenção do experimento.

Aos funcionários da Seção de Pós-graduação e ao José Carlos (Seção Técnica Administrativa).

Aos funcionários da Biblioteca, em especial ao João, pelas correções e gentileza.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES, pela bolsa de estudo nos primeiros meses do Doutorado.

À Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de Doutorado e ao relator dos relatórios científicos pelas sugestões (FAPESP - processo: 2014/02449-8).

À UNESP, Campus de Ilha Solteira, por todas as oportunidades a mim concedidas.

A todos que contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

“Amar é servir, compreender, auxiliar, abençoar, libertar... Que o teu amor seja paz e vida,  
alegria e esperança naqueles a quem ofertas dedicação e carinho.”

(Francisco Cândido Xavier- Emmanuel)

## RESUMO

A adubação nitrogenada proporciona, além da nutrição, a manutenção da coloração verde intensa em gramados ornamentais, imprescindível do ponto de vista estético. Mas, o nitrogênio (N) aumenta o crescimento da parte aérea e, assim, maior será frequência de cortes, principal fator do custo de manutenção em gramados. Neste contexto, objetivou-se avaliar a adubação nitrogenada (via solo com ou sem via foliar), e o uso de doses do herbicida glyphosate em grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.), visando reduzir o crescimento do gramado, bem como manter sua qualidade visual (verde intenso) e nutricional. O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira/SP, de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, em um ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico areno-argiloso. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 20 tratamentos dispostos em fatorial 5 x 4, com quatro repetições, em 10 m<sup>2</sup> por parcela. Os tratamentos foram: testemunha (sem N); 15 g m<sup>-2</sup> de N aplicado via solo e sem N via foliar; 30 g m<sup>-2</sup> de N aplicado via solo e sem N via foliar; 15 g m<sup>-2</sup> de N aplicado via solo e com N via foliar (1% de ureia) e 30 g m<sup>-2</sup> de N aplicado via solo e com N via foliar (1% de ureia), combinados com quatro doses de glyphosate (0, 200, 400 e 600 g ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo - i.a.). As doses de N via solo foram parceladas em cinco aplicações durante o ano e, portanto, corresponderam a 3 e 6 g m<sup>-2</sup> de N a cada aplicação, respectivamente, para as doses de 15 e 30 g m<sup>-2</sup> de N. Foram avaliados: os atributos químicos do solo, a altura e a matéria seca das folhas, a área foliar, o índice de clorofila foliar (ICF), os teores de clorofila a e b, a análise por imagem digital e a porcentagem de fitointoxicação da parte aérea, além da determinação da ocorrência de plantas daninhas e do número de inflorescências, bem como a concentração, o acúmulo de macro e micronutrientes nas folhas do gramado e as relações log-isométricas no balanço de macronutrientes nas folhas e do balanço catiônico no solo (relação log isométrica - ilr). Foi realizada também a avaliação do sistema radicular (matéria seca e concentração de macro e micronutrientes nas raízes + rizomas). Foram realizadas dez avaliações (cortes), após as quais eram aplicados os tratamentos. Os teores de K no solo aumentaram com as doses de glyphosate. Houve maior matéria seca das raízes + rizomas quando da adubação com N e diminuição desses valores com as doses de herbicida. A maior quantidade de N via solo, com ou sem N via foliar, resultou em maior crescimento da grama esmeralda, sendo o mesmo reduzido com a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. do glyphosate. Todavia, esta dose do herbicida não foi adequada do ponto de vista estético – coloração verde. Concluiu-se que a adubação com 15 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar, parcelada em cinco aplicações ao ano, propiciou qualidade visual e nutricional do gramado, e que o glyphosate na dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. foi eficiente na redução do crescimento da grama esmeralda, sem prejuízo na sua coloração verde e também propiciou menor acúmulo de macronutrientes pelas folhas, reduzindo a necessidade de reposição pela adubação.

**Palavras-chave:** Gramado. *Zoysia japonica* Steud. Nitrogênio. Nutrição foliar. Coloração verde.

## ABSTRACT

Nitrogen fertilization provides, in addition to nutrition, the maintenance of intense green color in ornamental turfgrasses, necessary underesthetic view point. However, nitrogen (N) increases the shoots growth and, thus, the frequency of cuts, the main factor in the cost of turfgrasses maintenance. In this context, this study aimed to evaluate nitrogen fertilization (via soil and/or foliar) and the use of rates of glyphosate in zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) to reduce growth and maintain the visual quality (intense green) and good nutritional quality. The research was conducted at the Experimental Station of UNESP, Ilha Solteira/SP, from August/2014 to February/2017, on an Ultisol. It was used a randomized block design with 20 treatments arranged in a factorial scheme 5 x 4 with four replications and 10 m<sup>2</sup> per plot. The treatments was: control (without N), 15 g m<sup>-2</sup> of N in the soil without application of foliar N; 30 g m<sup>-2</sup> of N in the soil without application of foliar N; 15 g m<sup>-2</sup> in the soil with foliar application of N (1% urea) and 30 g m<sup>-2</sup> of N in the soil with foliar application of N (1% urea) combined with four rates of glyphosate (0, 200, 400 and 600 g ha<sup>-1</sup> active ingredient (a.i.)). N rates in the soil were split in five times during the year and, therefore, corresponded to 3 and 6 g m<sup>-2</sup> of N at each application, respectively, for the rates of 15 and 30 g m<sup>-2</sup> of N. Were evaluated: the chemical attributes of the soil, height and dry matter of leaves, leaf area, LCI (leaf chlorophyll index), the chlorophyll a and b, the digital image analysis and the percentage of phytotoxicity of the shoot, beyond the occurrence of weed species and number of inflorescences, as well as the concentration and accumulation of macro and micronutrients by leaves of turfgrass and log-isometrics balance of macronutrients in the leaves and cationic balance in the soil (isometric log ratio - ilr). It was being also assessed the root system (dry matter and macro and micronutrients in roots + rhizomes). Ten evaluations (cuts) were carried out. The levels of K in the soil increased with the glyphosate rates. There was higher dry matter of the roots + rhizomes when N fertilization and decrease of these values with the doses of herbicide. The greater amount of N via soil, with or without N via foliar, resulted in greater growth of the zoysiagrass, being reduced with the dose of 600 g ha<sup>-1</sup> of a.i. of glyphosate. However, this herbicide rate was not aesthetically ideal - green color. It was concluded that the fertilization with 15 g m<sup>-2</sup> of N in the soil without foliar N, split in five times during the year, provided visual and nutritional quality of the grass, and the rate of glyphosate of 400 g ha<sup>-1</sup> a.i. was effective in reducing zoysiagrass growth, did not sacrifice its coloration and provided less accumulation of macronutrients in the leaves, reducing the need for replenishment by fertilization.

**Keywords:** Turfgrass. *Zoysia japonica* Steud. Nitrogen. Foliar nutrition. Green color.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Médias mensais da precipitação pluvial e temperaturas mínima e máximas médias durante a condução do experimento. Ilha Solteira/SP, 2014 a 2016.....	42
<b>Figura 2 -</b>	Pulverizador costal utilizado para a aplicação das doses do herbicida e do N foliar. Bomba costal pressurizada a CO <sub>2</sub> (A) e garrafas descartáveis de dois litros (B). Ilha Solteira/SP, 2015.....	47
<b>Figura 3 -</b>	Prisma (PrismGauge) <sup>*</sup> (A) e Prisma utilizado no experimento <sup>**</sup> (B). Ilha Solteira/2015.....	48
<b>Figura 4 -</b>	Altura foliar da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na primeira, segunda, quinta (A), sexta, sétima, oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	59
<b>Figura 5 -</b>	Altura da grama esmeralda, para terceira avaliação (12/03/2015), obtida do desdobramento entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N. Ilha Solteira/SP, 2015.....	61
<b>Figura 6 -</b>	Matéria seca foliar da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na primeira, segunda, quarta, quinta (A), sexta, sétima, oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	66
<b>Figura 7 -</b>	Matéria seca foliar da grama esmeralda, para terceira avaliação (12/03/2015), obtida do desdobramento entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N. Ilha Solteira/SP, 2015.....	67
<b>Figura 8 -</b>	Área foliar da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na terceira, quarta, quinta (A), sétima, oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	73
<b>Figura 9 -</b>	Concentrações de N nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na quarta, sétima e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	77
<b>Figura 10 -</b>	Concentrações de P nas folhas da grama esmeralda, na quarta avaliação, em função de doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2015.....	80
<b>Figura 11 -</b>	Concentrações de K nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda, terceira, quarta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	83
<b>Figura 12 -</b>	Concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda, terceira, quarta, quinta (A), oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	86

<b>Figura 13 -</b>	Concentrações de Mg nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda, terceira, quarta, quinta (A), sétima, oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	88
<b>Figura 14 -</b>	Concentrações de S nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na terceira, quarta, quinta (A), oitava e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	91
<b>Figura 15 -</b>	Concentrações de Cu nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda, terceira, quarta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	94
<b>Figura 16 -</b>	Concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda avaliação. Ilha Solteira/SP, 2014/15.....	98
<b>Figura 17 -</b>	Concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda, quarta, quinta (A) e sexta (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	100
<b>Figura 18 -</b>	Quantidade de N acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento, entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	103
<b>Figura 19 -</b>	Quantidade de K acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento, entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	104
<b>Figura 20 -</b>	Quantidade de P acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, considerando a soma das avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	105
<b>Figura 21 -</b>	Quantidade de Ca acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	107
<b>Figura 22 -</b>	Quantidade de S acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	109
<b>Figura 23 -</b>	Quantidade de Mg acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	110

<b>Figura 24 -</b>	Quantidade de Cu acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento, entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	113
<b>Figura 25 -</b>	Quantidade de Zn acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento, entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	114
<b>Figura 26 -</b>	Quantidade de Fe acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	115
<b>Figura 27 -</b>	Quantidade de Mn acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	116
<b>Figura 28 -</b>	Balanço [N, P, S   K, Ca, Mg] nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na terceira (A), oitava e nona (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	120
<b>Figura 29 -</b>	Balanço [N, P   S] nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na terceira (A), oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	123
<b>Figura 30 -</b>	Balanço [N   P] nas folhas da grama esmeralda em função das doses de glyphosate, na segunda e quarta avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/15.....	126
<b>Figura 31 -</b>	Índice de clorofila foliar (ICF) da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na primeira, segunda (A), sexta e oitava (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	130
<b>Figura 32 -</b>	Índice de cor verde escuro (ICVE) das folhas da grama esmeralda, obtido da imagem digital, em função de doses de glyphosate, na terceira (A), sexta, sétima e oitava (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	139
<b>Figura 33 -</b>	Matiz da cor verde (H) das folhas da grama esmeralda, obtida da imagem digital, em função de doses de glyphosate, na terceira (A), sexta, sétima e oitava (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	139
<b>Figura 34 -</b>	Fitointoxicação da parte aérea da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na primeira, segunda, terceira, quarta, quinta (A), sexta, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	141
<b>Figura 35 -</b>	Número de plantas de <i>Cyperus rotundus</i> presentes no gramado em função de doses de glyphosate, na segunda, terceira, quarta (A), oitava e nona (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	146

<b>Figura 36 -</b>	Teores de K no solo (0,00-0,20 m) em função de doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	153
<b>Figura 37 -</b>	Matéria seca de raízes + rizomas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	158
<b>Figura 38 -</b>	Concentrações de K nas raízes + rizomas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na quinta avaliação. Ilha Solteira/SP, 2015.....	163

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> -	Análise química inicial do solo. Ilha Solteira/SP, 2014.....	43
<b>Tabela 2</b> -	Partição binária sequencial do balanço de macronutrientes nas folhas.....	53
<b>Tabela 3</b> -	Partição binária sequencial do balanço de nutrientes no solo.....	55
<b>Tabela 4</b> -	Altura foliar da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	58
<b>Tabela 5</b> -	Altura da grama esmeralda para terceira avaliação (12/03/2015), obtida do desdobramento, entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2015.....	60
<b>Tabela 6</b> -	Matéria seca foliar da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	64
<b>Tabela 7</b> -	Matéria seca foliar da grama esmeralda, para terceira avaliação (12/03/2015), obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2015.....	67
<b>Tabela 8</b> -	Área foliar da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	71
<b>Tabela 9</b> -	Concentrações de N nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	75
<b>Tabela 10</b> -	Concentrações de P nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	78
<b>Tabela 11</b> -	Concentrações de K nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	82
<b>Tabela 12</b> -	Concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	85
<b>Tabela 13</b> -	Concentrações de Mg nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	87

<b>Tabela 14</b> -	Concentrações de S nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	90
<b>Tabela 15</b> -	Concentrações de Cu nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	93
<b>Tabela 16</b> -	Concentrações de Fe nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	95
<b>Tabela 17</b> -	Concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	97
<b>Tabela 18</b> -	Concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	99
<b>Tabela 19</b> -	Quantidade de N, P e K acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	101
<b>Tabela 20</b> -	Quantidade de N acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	102
<b>Tabela 21</b> -	Quantidade de K acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	104
<b>Tabela 22</b> -	Quantidade de Ca, Mg e S acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	106
<b>Tabela 23</b> -	Quantidade de Ca acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	106
<b>Tabela 24</b> -	Quantidade de S acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	108

<b>Tabela 25</b> - Quantidade de micronutrientes acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	111
<b>Tabela 26</b> - Quantidade de Cu acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	112
<b>Tabela 27</b> - Quantidade de Zn acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	114
<b>Tabela 28</b> - Balanço [N, P, S   K, Ca, Mg] nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	119
<b>Tabela 29</b> - Balanço [N, P   S] nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	122
<b>Tabela 30</b> - Balanço [N   P] nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	125
<b>Tabela 31</b> - Índice de clorofila foliar (ICF) da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	128
<b>Tabela 32</b> - Clorofilas a e b das folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	131
<b>Tabela 33</b> - Componente verde da imagem digital (G) das folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	134
<b>Tabela 34</b> - Índice de cor verde escuro (ICVE), obtido da imagem digital das folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16...	135
<b>Tabela 35</b> - Matiz da cor verde (H), obtida da imagem digital das folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	136
<b>Tabela 36</b> - Fitointoxicação da parte aérea da grama esmeralda, em dez avaliações, em função das doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	141

<b>Tabela 37</b> - Número de plantas de <i>Cyperus rotundus</i> presentes no gramado, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	144
<b>Tabela 38</b> - Número de inflorescências da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.....	148
<b>Tabela 39</b> - Matéria orgânica M.O., pH, H+Al, SB, CTC e V% no solo (0,00-0,20 m) em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	149
<b>Tabela 40</b> - Teores de macronutrientes no solo (0,00-0,20 m) em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	152
<b>Tabela 41</b> - Teores de micronutrientes no solo (0,00-0,20 m) em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	154
<b>Tabela 42</b> - Balanço catiônico no solo [K, Ca, Mg   H+Al] da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	155
<b>Tabela 43</b> - Matéria seca de raízes + rizomas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.....	157
<b>Tabela 44</b> - Concentrações de macronutrientes nas raízes + rizomas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16..	160
<b>Tabela 45</b> - Concentrações de micronutrientes nas raízes + rizomas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16..	164

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>21</b>
2.1	GRAMADOS.....	21
2.2	GRAMA ESMERALDA.....	24
2.3	ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	25
<b>2.3.1</b>	<b>Adubação foliar.....</b>	<b>28</b>
2.4	REGULADORES DE CRESCIMENTO.....	31
<b>2.4.1</b>	<b>Glyphosate.....</b>	<b>34</b>
<i>2.4.1.1</i>	<i>Histórico.....</i>	<i>34</i>
<i>2.4.1.2</i>	<i>Mecanismo e modo de ação.....</i>	<i>35</i>
<i>2.4.1.3</i>	<i>Toxicologia e comportamento no ambiente.....</i>	<i>37</i>
<i>2.4.1.4</i>	<i>Uso como regulador de crescimento.....</i>	<i>39</i>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>42</b>
3.1	LOCAL E CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	42
3.2	EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	43
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	45
3.4	AVALIAÇÕES.....	47
<b>3.4.1</b>	<b>Altura foliar.....</b>	<b>47</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Matéria seca foliar.....</b>	<b>48</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Área foliar.....</b>	<b>49</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Intensidade da coloração verde da folha.....</b>	<b>49</b>
<i>3.4.4.1</i>	<i>Leituras em clorofilômetro nas folhas (Índice de clorofila foliar - ICF) - medida indireta de clorofila.....</i>	<i>49</i>

3.4.4.2	<i>Determinação das clorofilas a e b.....</i>	50
3.4.4.3	<i>Fitointoxicação da parte aérea.....</i>	50
3.4.4.4	<i>Análise por imagem digital da parte aérea.....</i>	51
3.4.5	<b>Ocorrência de plantas daninhas.....</b>	52
3.4.6	<b>Emissão de inflorescências.....</b>	52
3.4.7	<b>Concentração foliar de macro e micronutrientes.....</b>	52
3.4.8	<b>Acúmulo de macro e micronutrientes pelas folhas.....</b>	52
3.4.9	<b>Relações log-isométricas (ilr) no balanço dos macronutrientes nas folhas.</b>	53
3.4.10	<b>Atributos químicos do solo.....</b>	54
3.4.11	<b>Balanço catiônico do solo (relação log-isométrica).....</b>	54
3.4.12	<b>Avaliação do sistema radicular.....</b>	55
3.4.12.1	<i>Matéria seca das raízes + rizomas.....</i>	55
3.4.12.2	<i>Concentração de macro e micronutrientes nas raízes + rizomas.....</i>	56
3.5	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	56
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	57
4.1	<b>ALTURA FOLIAR.....</b>	57
4.2	<b>MATÉRIA SECA FOLIAR.....</b>	63
4.3	<b>ÁREA FOLIAR.....</b>	69
4.4	<b>CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MACRONUTRIENTES.....</b>	73
4.4.1	<b>Nitrogênio.....</b>	73
4.4.2	<b>Fósforo.....</b>	77
4.4.3	<b>Potássio.....</b>	80
4.4.4	<b>Cálcio.....</b>	83
4.4.5	<b>Magnésio.....</b>	86

<b>4.4.6</b>	<b>Enxofre.....</b>	<b>89</b>
4.5	CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MICRONUTRIENTES.....	92
<b>4.5.1</b>	<b>Cobre.....</b>	<b>92</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Ferro.....</b>	<b>94</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Manganês.....</b>	<b>96</b>
<b>4.5.4</b>	<b>Zinco.....</b>	<b>98</b>
4.6	ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES PELAS FOLHAS.....	101
4.7	ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES PELAS FOLHAS.....	111
4.8	RELAÇÕES LOG-ISOMÉTRICAS NO BALANÇO DOS MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS.....	117
4.9	INTENSIDADE DA COLORAÇÃO VERDE DA FOLHA.....	127
<b>4.9.1</b>	<b>Leituras em clorofilômetro nas folhas (Índice de clorofila foliar - ICF) - medida indireta de clorofila.....</b>	<b>127</b>
<b>4.9.2</b>	<b>Clorofilas a e b.....</b>	<b>130</b>
<b>4.9.3</b>	<b>Análise por imagem digital da parte aérea.....</b>	<b>133</b>
<b>4.9.4</b>	<b>Fitointoxicação da parte aérea.....</b>	<b>140</b>
4.10	OCORRÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS.....	143
4.11	EMISSÃO DE INFLORESCÊNCIAS.....	147
4.12	ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.....	149
4.13	BALANÇO CATIONICO NO SOLO (RELAÇÃO LOG-ISTOMÉTRICA)....	154
4.14	MATÉRIA SECA DE RAÍZES + RIZOMAS.....	156
4.15	CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES NAS RAÍZES + RIZOMAS.....	159
4.16	CONCENTRAÇÃO DE MICRONUTRIENTES NAS RAÍZES + RIZOMAS	163
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>166</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>167</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil não está entre os principais países produtores de grama, todavia, o setor está em pleno crescimento, sendo que as áreas com gramados ocupam cada vez mais espaço. A importância da inserção do verde na paisagem tem sido enfatizada, seja para amenizar a temperatura, embelezar o ambiente, evitar problemas como a erosão, minimizar enchentes, e até mesmo trazer conforto psíquico às pessoas.

A grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) é a mais comercializada e a que predomina nos jardins residenciais brasileiros, podendo ser utilizada em contenção de taludes e também para evitar a erosão, onde em rodovias tem tido destaque de uso. Apresenta coloração verde esmeralda, resistência ao pisoteio e adapta-se bem a condições de sol pleno.

A adubação nitrogenada, além de fornecer o N e beneficiar a nutrição da planta, é essencial para a manutenção da qualidade estética (verde intenso) dos gramados. Entretanto, faltam informações quanto à adubação com N em gramados brasileiros implantados e quanto à comparação entre a adubação foliar com a via solo (N aplicado a lanço sobre a grama).

Quando fornecido em altas doses, o N estimula o crescimento excessivo da parte aérea, o que não é desejável, pois há aumento do custo de manutenção em função da maior necessidade de cortes da grama, demandando gastos com máquinas, operadores e combustível. Dessa forma, a utilização de reguladores de crescimento, como o herbicida glyphosate (inibidor da enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase - EPSPs), seria opção, podendo ser utilizado tanto em gramados de rodovias, parques, áreas industriais e cemitérios quanto em áreas onde a operação de corte é dificultada e/ou traz risco ao operador. Para isso, são necessários estudos que indiquem a dose adequada, ou seja, aquela que propicie a redução do crescimento, mas não prejudique a densidade nem a estética (coloração verde) do gramado bem como a sua nutrição.

Considerando o exposto, objetivou-se avaliar a adubação nitrogenada (via solo e/ou via foliar) e o uso de doses do herbicida glyphosate em grama esmeralda, visando reduzir o crescimento do gramado, bem como manter a sua qualidade visual (verde intenso) e nutricional.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GRAMADOS

As gramas pertencem à família das Gramíneas (Poaceae), formada por mais de 10.000 espécies, contudo menos de 50 podem ser utilizadas na formação de gramados (GODOY et al., 2012). Muitas delas desenvolveram-se a partir de pradarias e pastagens, onde eram pisoteadas e serviam de alimento para as ovelhas e o gado. Dessa forma, as que se adaptaram a tolerar os aparadores de grama como se fossem animais a pastar, deram origem às usadas, atualmente (SANTOS; NASCIMENTO; ARAÚJO, 2015).

Os gramados tornaram-se componentes relevantes na paisagem urbana por fornecerem benefícios funcionais, recreativos e estéticos à sociedade e ao ambiente (CARRIBEIRO, 2010). Exercem ação antierosiva (limitam/minimizam os riscos de erosão); recarregam os aquíferos (retêm a água da chuva e funcionam como filtro natural, pois absorvem as impurezas antes que ela penetre em camadas profundas do solo); proporcionam redução de ruídos quando comparado ao revestimento de concreto; amenizam a temperatura, diminuindo-a de 4 a 6 °C em relação ao asfalto; servem como local de prática de atividades físicas de muitos cidadãos; um quilômetro quadrado de gramado absorve, aproximadamente, 120 kg de CO<sub>2</sub> por dia e um hectare (ha) pode liberar mais de 5000 m<sup>3</sup> de oxigênio ao ano (JIMÉNEZ, 2008).

Somado a isso, a presença de grama complementa árvores e arbustos na paisagem (BEARD; GREEN, 1994) e aumenta em até 16% o valor do imóvel, quando bem manejado/cuidado, de acordo com o relatório Global de Jardim da Husqvarna (GAZETA DO POVO, 2011). Também melhora a qualidade de vida das pessoas, posto que a exposição a espaços verdes reduz o estresse e a fadiga mental (BEYER et al., 2014).

Os gramados podem ser utilizados na composição de jardim residencial, industrial ou de áreas públicas. São essenciais na maioria dos campos esportivos, sendo também utilizados para contenção de taludes e em canteiros de rodovias (DIAS; CASTILHO; SANTOS, 2015).

Em cada local, o gramado tem seu objetivo e possuiu características intrínsecas como a espécie de grama utilizada, o nível de manutenção e as técnicas de manejo adotadas, como o corte e a adubação. O principal objetivo do gramado nas áreas residenciais, industriais e públicas brasileiras, é o aspecto estético (visual), sendo importante a coloração verde intensa

da grama e a boa densidade (gramado fechado, sem falhas onde aparece o solo) (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

As gramas ornamentais e esportivas são classificadas como de clima quente e de clima frio. As de clima frio são propagadas por sementes e a maioria é utilizada, no Brasil, em sistema de ‘overseeding’ (semeadura sobre outra grama pré-estabelecida), como em campos de golfe e outros gramados esportivos de regiões mais frias do Sul do País, onde a qualidade das gramas de clima quente é alterada pela baixa temperatura e menor insolação (LAURETTI, 2003; GURGEL, 2003).

As gramas de clima quente são mais adaptadas e as que predominam no Brasil. Possuem capacidade de se desenvolverem em altas temperaturas. Algumas cultivares toleram geadas esporádicas e outras baixas temperaturas, mas sempre acima de 0 ° C. São divididas em rizomatosas e estoloníferas, sendo esta classificação importante, porque a partir dela é que se determinam quais espécies podem ou devem ser utilizadas em cada situação, formas de comercialização e manejo. Nas rizomatosas, os rizomas (base do crescimento vegetativo) ficam em sub-superfície e, por isso, elas possuem grande capacidade de regeneração, principalmente, se a injúria for causada por tráfego excessivo. Assim, as cultivares de clima quente e rizomatosas (bermuda (*Cynodon* spp.), zoysia (*Zoysia* spp.) e batatais (*Paspalum notatum*)) servem para gramados esportivos, onde o tráfego é intenso e sempre ocorrem danos superficiais. Porém, em função dessa alta capacidade de recuperação, são exigentes em manutenção, desde adubação até o corte (GURGEL, 2003).

As estoloníferas são gramas sensíveis ao pisoteio, não devendo ser usadas em gramados esportivos e em áreas de tráfego intenso, pois isto danificará os estolões (base do crescimento), que são superficiais. Adaptam-se às áreas sombreadas, onde suas folhas mais largas compensam a deficiência de luz, devido a sua maior área foliar e, portanto, maior capacidade de realizar fotossíntese. Servem para áreas ornamentais, pois possuem tom verde mais forte do que as rizomatosas, considerando o mesmo estado nutricional para ambas. Exemplos são as gramas santo agostinho (*Stenotaphrum secundatum*) e são carlos (*Axonopus compressus*) (GURGEL, 2003).

Além dos Estados Unidos, que são os maiores produtores mundiais de grama, têm-se, como destaque, Canadá, Austrália e Inglaterra (BECKER, 2012). O mercado brasileiro de grama cultivada, por sua vez, teve início em 1973, com o início das operações de produção da Itogress Agrícola Ltda., em Itapetininga/SP e quando o engenheiro agrônomo Minuro Ito

retornou dos Estados Unidos com técnicas de produção de gramados. A grama coreana (*Zoysia matrella*) foi a primeira cultivar produzida, e colhida manualmente no formato de “rolos” (125 x 63,5 cm) (ZANON; PIRES, 2010; BECKER, 2012).

Nesse sentido, apesar do cultivo estar estabelecido no País há mais de 40 anos e de haver, na produção de grama, tecnologia disponível como a dos países de referência, ainda há grande distância entre as tecnologias aplicadas no campo pelos produtores, além da evolução do mercado de grama ser pequena, levando em conta as dimensões do País. Há, inclusive, certo desconhecimento do produto pelo usuário, que é pouco informado sobre como manejar seu gramado, qual o melhor tipo e cultivar de grama para cada situação, onde buscar informações sobre o assunto e, na maioria das vezes, opta por preço, desconhecendo vantagens e desvantagens dos produtos bem como a questão legal do setor (GURGEL, 2012; ANTONIOLLI, 2015).

Sendo assim, é fundamental, para o crescimento deste mercado, a criação de política coordenada de educação sobre uso e manejo de gramados, visando não só o consumidor final como também os profissionais do setor (paisagistas, arquitetos e agrônomos) (GURGEL, 2012). Para tanto, tem-se a Associação Nacional Grama Legal, cujo objetivo é representar e defender os interesses do setor de gramas cultivadas, buscando desenvolver o setor com atividades nacionais com os gramicultores, construindo parcerias (ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL, 2013), além de combater o consumo de grama pirata (comercializada, porém não cultivada, geralmente de espécie nativa) (ANTONIOLLI, 2015).

Embora o Brasil não esteja entre os principais produtores mundiais, a produção de gramas está em pleno crescimento, com aproximadamente 24 mil ha cultivados, entre áreas regularizadas e não regularizadas no Ministério da Agricultura. O Estado de São Paulo é o maior produtor nacional, com 12 mil ha de produção, seguido por Paraná e Minas Gerais. O faturamento do setor com a atividade é estimado em R\$ 500 milhões (ANTONIOLLI, 2015).

O crescimento do mercado brasileiro de grama cultivada, nos últimos anos, deve-se aos eventos esportivos realizados (Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas de 2016) quando a mídia voltou-se para a execução e tecnologia aplicada na formação de campos esportivos (ANTONIOLLI, 2015). Tais eventos levaram ao surgimento de outros polos de produção, como Belo Horizonte e Goiânia (TEIXEIRA, 2016). Além disso, destacam-se os investimentos feitos com concessões de rodovias, ampliação de aeroportos e modernização de estruturas viárias, que passaram a demandar grama legalizada (ANTONIOLLI, 2015).

Apesar do crescimento do mercado de gramas, ainda são poucos os trabalhos científicos publicados sobre o assunto. Diante disso, buscaram-se, segundo Zanon (2015), informações técnicas, principalmente, nos mercados estrangeiros, sendo os estudos ou pesquisas publicadas por pesquisadores americanos a maior fonte de novas tecnologias, dado o grande investimento das suas Universidades no setor. Assim, há necessidade de soluções adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras.

## 2.2 GRAMA ESMERALDA

A grama esmeralda é originária da Ásia, principalmente do Japão, onde a primeira referência escrita a gramados foi em “Man-yo-shu”, coleção de poemas datados de 759 a. C. que, provavelmente, estavam ligados ao gênero *Zoysia*. Foi introduzida em 1985 nos Estados Unidos, de onde foi trazida ao Brasil pelo engenheiro agrônomo Minuro Ito, destacando-se no mercado pela sua facilidade de produção e qualidade de tapetes (GURGEL, 2003; PIEDADE, 2004; GURGEL 2012).

Tem ciclo perene, tem folhas estreitas e médias, de coloração verde esmeralda e hábito de crescimento estolonífero-rizomatoso, forma perfeito tapete devido ao entrelaçamento dos estolões com as folhas, conferindo densa cobertura sobre o solo. Desenvolve-se bem em áreas de plena insolação, possui alta resistência ao pisoteio, é exigente em adubação nitrogenada e sua altura de corte ideal é de 0,0125 a 0,03 m (GURGEL, 2003; GODOY et al., 2012).

Esta é a grama mais comercializada no País, dentre as cultivadas, representando 80% das vendas (NOSSO CAMPO, 2016), sendo utilizada na maioria dos jardins residenciais brasileiros, e também em contensão de taludes e em áreas com problemas de erosão, em função do seu sistema radicular e rizomas bem desenvolvidos (GURGEL, 2003; GODOY et al., 2012; GODOY; ALMEIDA, 2015). É destaque em jardins litorâneos, no Nordeste do Brasil, em áreas industriais, casas de praia, playgrounds, campos esportivos e condomínios prediais bem como em hospitais, restaurantes, hotéis e clubes, que utilizam o jardim como forma de mostrar aos clientes, atuais e futuros, que o negócio é eficiente, tem bom gosto, dedicação e respeito (ARIGONI, 2004; ALBUQUERQUE, 2009; LOGES et al., 2013).

Tem sido usada, ainda, em canteiros centrais e laterais de rodovias, responsáveis por grande parte do seu consumo (ZANON, 2015). Apresenta maior resistência ao estresse hídrico e menor matéria seca e, assim, menos material para queima (em rodovias, a fumaça

gerada por incêndios nos gramados é constante e ocasiona muitos acidentes), quando comparada à grama batatais (*Paspalum notatum*) (MARQUES et al., 2015).

Apesar de ser a grama consolidada no mercado brasileiro, são poucos os estudos e as referências bibliográficas sobre adubação e demais aspectos de manejo no seu cultivo (SANTOS JUNIOR, 2011), o que ainda prevalece, embora tenham sido geradas recomendações nos últimos anos, com os trabalhos de Dinalli et al. (2015) e Santos e Castilho (2015).

### 2.3 ADUBAÇÃO NITROGENADA

A exigência nutricional das gramas, que pode variar conforme a espécie e as cultivares, é como à das demais plantas, necessitando de todos os macro (nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S)) e micronutrientes (ferro (Fe), manganês (Mn), boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn) e molibdênio (Mo)), em quantidades corretas para propiciarem sua qualidade estética (verde intenso e boa densidade), sendo todos essenciais para o seu desenvolvimento (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003; ARANTES et al., 2015; LIMA et al., 2015).

O N é o nutriente exigido em maiores quantidades pelas gramas e influencia várias características relevantes no manejo de gramados. Por ser nutriente estrutural, fazendo parte de várias biomoléculas nas plantas como proteínas, ácidos nucleicos e hormônios, está presente em altas concentrações, variando de 20 a 50 g kg<sup>-1</sup> (2 a 5%) nas folhas das gramas (GODOY et al., 2012; ABREU et al., 2015). É responsável pela cor, vigor e adequado desenvolvimento dos gramados (JIMÉNEZ, 2008).

Neste sentido, o manejo da adubação nitrogenada de modo correto propicia gramado de qualidade (GODOY et al., 2012), com sistema radicular profundo e vigoroso, mais eficiente na absorção de água e nutrientes (TRENHOLM, 2000), sendo as aplicações regulares de fertilizantes nitrogenados necessárias, pois a quantidade de N disponível na maioria dos solos é insuficiente para atender a exigência do gramado (BOWMAN; CHERNEY; RUFTY JUNIOR, 2002; GODOY et al., 2012).

Baixas doses de N prejudicam a taxa de cobertura do solo pela grama, ou seja, há limitação no crescimento dos gramados (redução no desenvolvimento da parte aérea), além da

perda da cor verde da grama (amarelecimento geral) (SANTOS et al., 2012; LATORRE; GODOY; TIBÃES, 2015).

Em excesso, o N pode tornar a grama mais susceptível ao ataque de patógenos, principalmente, doenças fúngicas e pragas, além da lixiviação do nitrato para camadas mais profundas do solo, podendo chegar ao lençol freático, causando a contaminação da água (ABREU et al., 2015; LATORRE; GODOY; TIBÃES, 2015). Somado a isso, apesar de proporcionarem coloração verde mais intensa, o que é desejável no aspecto estético, doses elevadas de N resultam em crescimento vegetativo mais rápido (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003), aumentando o número de cortes e, assim, a extração (exportação) de nutrientes e o custo de manutenção do gramado (GODOY et al., 2012; ABREU et al., 2015).

A dose de fertilizante a ser utilizada deve ser estabelecida em função do objetivo de cada gramado. Assim, em gramado residencial a melhor dose será aquela que permite mantê-lo denso e com adequada coloração; num *green* de golfe (área em que se encontra o buraco para o acerto da bolinha) será aquela que mantêm a grama verde, mas, o ritmo de crescimento não é acelerado, pois caso contrário haverá maior frequência de corte para manter altura ideal que não interfira na rolagem da bolinha; já numa área de produção de tapetes de grama será aquela que proporciona crescimento mais acelerado e, portanto, a produção em menor tempo. Em áreas em que as gramas são utilizadas para o controle da erosão, a nutrição com quantidades adequadas de N também é importante para garantir mais rápida cobertura do solo (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). Além do objetivo de cada gramado, a dose de N deve ser ajustada de acordo com o seu uso, necessidade de recuperação, espécie, qualidade esperada, remoção ou não das aparas, frequência de irrigação, tipo de solo e clima (CARROW; WADDINGTON; RIEKE, 2001).

No Estado de São Paulo não há recomendação oficial de adubação para produção de grama em tapetes ou para implantação e manutenção de gramados (GODOY; VILLAS BÔAS; BACKES, 2012) o que ainda prevalece, em 2017. E, a maior parte dos trabalhos publicados pelos pesquisadores brasileiros volta-se para a produção de gramas (GODOY, 2005; BACKES, 2008; LIMA, 2009) sendo poucas as pesquisas em gramados implantados. Aliado a isso, no Brasil, os profissionais ligados às áreas das ciências agrárias, não dispõem, em sua formação (cursos de graduação em agronomia ou especializações) de disciplinas que enfoquem o manejo e os tratos culturais específicos para gramados, dificultando a recomendação e, conseqüentemente, o manejo correto dos fertilizantes (AMARAL, 2014).

Em estudo com a grama esmeralda, Mateus e Castilho (2004) concluíram que a aplicação de adubo, para a manutenção do gramado, é necessária, em intervalos regulares de 30 dias, para melhorar a estética da grama. Dinalli et al. (2015) verificaram que doses de 10 a 20 g m<sup>-2</sup> de N, utilizando como fonte a ureia, parceladas em cinco aplicações, proporcionaram concentração de N suficiente para a manutenção da grama esmeralda.

O primeiro passo, ao se pensar em adubação, é a realização da análise química do solo. Mas, no Brasil, ainda não há, também, tabelas específicas de valores referenciais para fertilidade do solo de gramados esportivos (MATEUS, 2011) nem de gramados ornamentais. Dessa forma, as referências utilizadas são, em sua maioria, provenientes dos Estados Unidos, cujos solos e clima diferem dos do Brasil, demonstrando a necessidade de estudos que gerem resultados em âmbito nacional.

Como complemento à análise química do solo, tem-se a análise nutricional de plantas que é importante para confirmar a suspeita de sintomas visuais de deficiência; verificar toxicidades; revelar a deficiência pela fome oculta (quando a planta não mostra sintoma visível, mas a concentração do nutriente está baixa o suficiente para reduzir o seu crescimento ou alterar características de qualidade); avaliar a eficiência dos fertilizantes; auxiliar na recomendação da adubação e monitorar o estado nutricional da planta no decorrer do ciclo (PLANK; CARROW, 2003).

Outros métodos podem ser empregados para a avaliação do estado nutricional das plantas. Dentre as técnicas com potencial para avaliar o estado nutricional de N da planta em tempo real, de forma rápida e de baixo custo, destaca-se a análise da intensidade do verde das folhas (OLIVEIRA et al., 2008; LIMA et al., 2012), posto que o gramado bem nutrido apresentará coloração sempre de verde intenso (ARANTES et al., 2015).

Exemplos são o clorofilômetro e a análise por imagem digital, que podem aperfeiçoar a tomada de decisão quanto à recomendação da dose de N a ser aplicada, bem como verificar a eficiência da adubação realizada, melhorando o manejo da adubação nitrogenada (BACKES et al., 2010b). Deve-se ressaltar que, os estudos que utilizaram essas técnicas como ferramenta em gramados já implantados, sem focar em produção, foram poucos. Estas, de acordo com Carribeiro (2010), auxiliam a inferir sobre a coloração verde da grama de forma mais objetiva e precisa, apesar da avaliação visual da qualidade, onde o fator coloração é avaliado de forma subjetiva, por meio de notas dadas ser ainda a mais utilizada em estudos sobre gramados.

Lima et al. (2008), Backes et al. (2010b), Dinalli (2014) e Santos e Castilho (2015) verificaram para a grama esmeralda, correlação positiva entre a concentração de N na folha e a intensidade de coloração verde medida com o clorofilômetro.

Dinalli (2014) avaliou doses de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, fonte ureia, parceladas em cinco aplicações ao ano) e o uso de herbicidas (glyphosate, imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl, nas doses de, respectivamente, 200, 420, 80 e 140 g ha<sup>-1</sup> do i.a. mais a testemunha, sem herbicida) como reguladores de crescimento e constatou que tanto a análise por imagem digital quanto o uso do clorofilômetro (ICF) foram eficientes para quantificar a cor verde da grama esmeralda.

Outra avaliação relevante é a da quantidade total acumulada de nutrientes, obtida pela multiplicação da matéria seca produzida pela concentração de cada nutriente, que possibilita o entendimento de fatores relacionados à nutrição mineral da cultura e, dessa forma, permite calibrar as doses de adubos necessárias à espécie, evitando desperdícios (GODOY, 2005; GODOY; VILLAS BÔAS, 2006; LIMA et al., 2015). Com isso, será possível a realização da adubação de forma mais precisa, restituindo os nutrientes sem excesso, evitando perdas, desbalanço nutricional, gastos não necessários e problemas de contaminação do ambiente (MATEUS, 2011).

Considerando o exposto e que, atualmente, a recomendação da adubação, em gramados, é subjetiva e baseia-se na experiência dos profissionais e no aspecto estético (visual), é necessário desenvolver ferramentas tanto quanto estudar o desenvolvimento do gramado, gerando informações que possam dar o respaldo para que o profissional faça a recomendação correta (OLIVEIRA et al., 2015).

### **2.3.1 Adubação foliar**

Denomina-se adubação foliar o processo de aplicação de nutrientes minerais na folha vegetal, podendo a absorção total e a utilização destes nutrientes ser por toda planta. Trata-se, pois, de pulverização com nutrientes nas folhas, com o intuito de evitar perdas e melhorar o aproveitamento (caráter preventivo ou corretivo) (CAMARGO; SILVA, 1975). Há limitação quanto à adubação foliar com macronutrientes, devido à grande quantidade a ser aplicada.

A mobilidade do nutriente na planta aliado à sua ação fisiológica é fator bastante limitante na eficiência da sua aplicação foliar (ROSOLEM, 2002). Além da sua mobilidade,

os principais fatores que influenciam a absorção de nutrientes pelas folhas são a sua capacidade de metabolização e as interações entre os nutrientes. O nutriente, ao entrar no simplasto, pode incorporar-se a metabólitos também translocáveis, como é o caso do N incorporado ao ácido indol-3-acético (AIA), que transloca-se a grandes distâncias dentro da planta. O N é, pois, extremamente móvel, e entra na composição de proteínas e dos seus derivados translocáveis (CAMARGO; SILVA, 1975; ROSOLEM, 2002).

Quanto à velocidade de absorção do N aplicado via foliar, em geral, estima-se que 50% da quantidade aplicada como ureia é absorvida entre 1 e 36 horas (FULLIN, 2011), mas os valores são muito influenciados pela espécie vegetal e pelo íon acompanhante (ROSOLEM, 2002).

A principal fonte nitrogenada utilizada no Brasil e no mundo é a ureia, (CANTARELLA, 2007), sendo esta também a melhor fonte para o fornecimento de N por via foliar (CAMARGO; SILVA, 1975). É indicada por conter alto teor de N, alto grau de solubilidade e baixa corrosividade. O risco de causar injúrias às folhas é menor em relação às outras fontes de N, se comparadas soluções com concentrações equivalentes (BOARETTO et al., 1999).

Rosolem (2002) relatou que, historicamente, a adubação foliar recebe atenção limitada da pesquisa, principalmente no Brasil. Há trabalhos testando produtos e meios de aplicação, mas a maioria deles não chega às revistas mais importantes do País. O autor enfatizou que a falta de informações confiáveis, de resultados com forte relação causa-efeito corroborados por testes estatísticos adequados causa muita confusão, e a adubação foliar torna-se assunto sempre polêmico.

Em gramados são poucas as informações comparando a adubação foliar versus a granular (via solo) (TOTTEN et al., 2008), bem como, quanto à aplicação de ureia via foliar como fonte de N.

A resposta do gramado à aplicação de fertilizante foliar ou granular (via solo) varia com as espécies. A adubação foliar, em gramados, apresenta como vantagens em relação à granular (via solo), a rápida resposta à aplicação dos nutrientes, a redução da aplicação de fertilizantes bem como a minimização de perdas potenciais por lixiviação e escoamento superficial (CONARD, 2013).

Em *greens* de campos de golfe, por exemplo, intercalar adubações com fertilizante de liberação controlada com os convencionais ou com a adubação foliar é boa opção (TAPIA;

MACCHI, 2012). Em gramados esportivos, adubos foliares são muito utilizados na manutenção, recuperação, densificação e estética (coloração verde), sendo que sua aplicação deve ser complementar à adubação via solo e não a única fonte de nutriente (ARANTES et al., 2015), como no caso do N. Nos gramados de jardins, quando se objetivam respostas rápidas, usam-se adubos solúveis ou foliares (ARIGONI, 2004).

Quando da adubação foliar com N, 40% da ureia aplicada na grama *Poa pratensis* L. ‘Columbia’ permaneceu nas lâminas foliares, 48 horas após a aplicação (BOWMAN; PAUL, 1989). Neste caso, os autores citaram o corte e a remoção das aparas como os responsáveis pelas perdas do fertilizante nitrogenado. Stiegler et al. (2010) concluíram que a adubação foliar com ureia em grama “creeping bentgrass” (*Agrostis palustris*) e em bermuda ‘tifeagle’ (variedade de grama bermuda) foi eficiente e a volatilização da amônia foi mínima (em média menos que 2% do N aplicado). Uma hora após o tratamento, 24 a 57% do N aplicado na grama foram recuperados nas folhas e partes aéreas, e a máxima absorção foi verificada ao redor de quatro horas após o tratamento.

Totten et al. (2008) constataram que a dose de  $19 \text{ g m}^{-2}$  de N foi necessária para manter a qualidade visual (coloração verde) do gramado de creeping bentgrass aceitável e que a combinação da adubação granular (50% ureia granular) + líquida (50% ureia líquida - dissolvida) propiciou melhores resultados quando comparada a adubação granular (100% ureia granular) ou líquida (100% ureia líquida), isoladamente.

Estudando a adubação foliar e granular, na grama *Agrostis estoliferifera* L., Conard (2013) verificou que, em geral, a coloração do gramado aumentou com o incremento da dose de N (0,5; 1,0; 2,0 e  $4,0 \text{ g m}^{-2}$ ), utilizando como fonte a ureia, independente do método de aplicação (granular irrigada; foliar irrigada e foliar não irrigada). No entanto, no verão, a aplicação foliar de N (não irrigada) provocou queima do tecido foliar, principal diferença verificada entre os métodos. No geral, o N aplicado via foliar promoveu excelente qualidade do gramado, e a maior dose ( $4 \text{ g m}^{-2}$  de N) deve ser parcelada em duas vezes ao longo do mês.

Steinke e Stier (2003) compararam, em Verona (Estados Unidos), para o manejo de gramados sob sombra, a adubação líquida (aplicação foliar) versus granular (aplicação via solo) de N ( $1,2 \text{ g m}^{-2}$ , a cada 14 dias, utilizando como fonte a ureia) e constataram, para a cultivar *Poa supina* Schrad., melhor qualidade (visual) do gramado quando da utilização da ureia granular se comparada a líquida. No entanto, tal efeito variou com as estações do ano.

Assim, os autores concluíram que a melhor qualidade do gramado foi obtida quando a espécie foi adubada com N granular na primavera e com N líquido no outono e no verão.

Apesar dos preços elevados, no Brasil, quanto aos adubos específicos para gramados, hoje, tem-se ampla variedade de fertilizantes foliares, os quais são utilizados em larga escala no exterior. É necessário definir a estratégia de uso de acordo com a estação do ano e a necessidade nutricional do gramado e, a alternância de foliares com granulados seria alternativa (SANTOS JUNIOR, 2011).

#### 2.4 REGULADORES DE CRESCIMENTO

O aspecto mais importante a ser avaliado, quanto a manutenção de gramados, é o número de cortes necessário para mantê-los na altura adequada. Na prática, os gramados são cortados a partir de estimativas visuais tomadas pela altura das plantas (SILVA-KOJOROSKI et al., 2012).

Cada espécie tem sua necessidade de altura de corte (SAMPAIO, 2012). A grama esmeralda, por exemplo, deve ser cortada entre 2 a 4 cm, segundo o autor citado e entre 1,25 a 3 cm, segundo Gurgel (2003). Nunca se deve cortar mais que 1/3 da altura do gramado. Respeitando esta regra, após o corte ainda mantém-se área foliar fotossinteticamente ativa e evita-se o raleamento do gramado bem como o estresse na planta (PINEDA et al., 2006; BECKER, 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 *putting green* (local do campo de golfe utilizado para a prática para tacadas de curto alcance) a grama deve ser cortada a 3,9 mm ou menos, em green de campo de golfe entre menos de 3 até 6 mm e os campos de futebol entre 2 a 5 cm (TAPIA, 2003; UNRUH, 2004).

A frequência de corte, determinada pelo ritmo de crescimento, depende do tipo de grama, esporte que se pratica, época do ano, manejo, estado nutricional, 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 (CAMPANELLI, 2003; TAPIA, 2003). O campo de futebol de alto padrão, onde o gramado cresce até 1 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). Por outro lado, nos gramados residenciais e esportivos pouco tratados, o número de cortes, de um a dois por mês, é bem inferior ao das áreas citadas (FLORENZANO; ELLER, 2003).

Nas rodovias, onde se enfatiza a importância do verde, são realizados cerca de nove cortes ao ano, com a finalidade de evitar que se forme muita matéria seca, contribuindo para o menor risco de incêndios e a maior facilidade de controlá-los, caso haja necessidade (AFFONSO; FREITAS, 2003). Chaer (2015) mencionou que, para a manutenção do revestimento vegetal das rodovias do Estado de São Paulo, estima-se que as concessionárias precisem executar, por meio de suas contratadas, até 15 ciclos de poda, anualmente.

Um defeito relacionado ao corte é a formação do “thatch” ou colchão, camada de material vegetal (raízes, rizomas, folhas, etc.) sob a superfície do solo, a qual se desenvolve em gramados intensamente manejados (BECKER, 2012). Deve-se considerar, ainda, o dano físico causado por essa operação (COSTA et al., 2015), além dos riscos de acidentes que ela oferece (SOUZA et al., 2015).

Há a dificuldade de operação em áreas com topografia acentuada ou retalhada por canteiros e árvores que dificultam a operação de máquinas (FREITAS, 2002). Para a execução de podas em rodovias e em taludes com declividade acentuada, por exemplo, são usados equipamentos desenvolvidos exclusivamente para esses serviços (AFFONSO; FREITAS, 2003). Nessas áreas, há busca constante de soluções que propiciem redução de custo e economia de combustível, garantindo a qualidade do gramado (CORSINI; ZANÓBIA, 2003).

Outra desvantagem do corte é o dispêndio com mão-de-obra, custo operacional e a dificuldade de escoamento das quantidades de aparas geradas, como destacado por Dourado e Silva (2011), que avaliaram a quantidade de aparas gerada do corte de grama são carlos (*Axonopus affinis* e *Axonopus compressus*), presente na Praça Durval Pattaro, em Campinas/SP e calcularam os custos envolvidos e o destino dado ao material. Os autores notaram que o corte era realizado a cada 15 dias, em estações quentes e úmidas, e a cada 60 dias, em estações frias e secas. Se fossem realizados 14 ou 16 cortes por ano, ter-se-iam 1,53 ou 1,74 toneladas de matéria verde, respectivamente, considerando apenas o simples corte do gramado. Um caminhão pequeno, motor diesel, carroceria fixa, usado para o transporte deste resíduo, faz cerca de 9 km L<sup>-1</sup>, sem carga, na estrada e 6 km L<sup>-1</sup>, na cidade (modelo F1000, ano 2000 ou superior). A distância ao aterro sanitário (se este for usado para o descarte) era de, aproximadamente, 20 km, considerando o local de análise. Há altos dispêndios, portanto, se forem considerados gastos com mão-de-obra operacional, transporte de pessoal e custo de operação do aterro por tonelada de aparas do gramado.

Vale enfatizar que, independentemente da modalidade de uso ou da escolha da espécie de grama, o principal fator do custo de manutenção dos gramados é o corte para manter a altura adequada, sendo que as sucessivas operações estão basicamente relacionadas ao crescimento vegetativo e ao florescimento da grama, sobretudo nos meses de outubro a março (MARCH; MARTINS; McELROY, 2013).

A alta demanda de N pelas gramas, associada a elevadas temperaturas e ao adequado suprimento de água resulta em crescimento excessivo da parte aérea, demandando maior número de cortes, e conseqüentemente, aumento da extração (exportação) de nutrientes (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; GODOY et al., 2012).

Nesse sentido, há a procura de alternativas para o manejo mecânico, como o uso de reguladores do crescimento vegetal (MARCH; MARTINS; McELROY, 2013), sendo ideal aquele que reduz a altura, mantendo a qualidade da área tratada, ou seja, sem reduzir a densidade ou causar dano visível às plantas, como pontos necróticos de fitotoxicidez, descoloração ou afinamento, mantendo sua beleza e coloração verde característica (CHRISTOFFOLETI; ARANDA, 2001; RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; MARCH; MARTINS; McELROY, 2013). Este é viável para rodovias, parques industriais, cemitérios, aeroportos e campos de golfe bem como ao longo de cercas, áreas inclinadas e locais onde o corte é dificultado (SHAWN; HIPKINS, 2013).

Apesar das desvantagens, o corte mecânico de gramados foi utilizado por mais de 100 anos depois de sua invenção, em 1830. O uso de reguladores de crescimento em gramados começou logo após a Segunda Guerra Mundial, no final da década de 1940, com o objetivo de aumentar os intervalos entre cortes. Os produtos, naquele tempo, eram mais conhecidos como retardadores de crescimento do que reguladores do crescimento, sendo este o ponto chave. O retardador do crescimento é o produto químico que reduz o crescimento por lesões indiscriminadas para a planta. Os reguladores do crescimento são substâncias químicas que têm como alvo a inibição bioquímica das vias que promovem o crescimento vertical (MARCH; MARTINS; McELROY, 2013). Com esse intuito também podem ser utilizadas subdoses de herbicidas (MACIEL et al., 2011).

Para isso, é necessária pesquisa, principalmente sobre os efeitos dos reguladores de crescimento em cada espécie de grama, em condições brasileiras. As doses, tempo de aplicação, tempo de duração desse efeito supressor e ainda a influência do regulador no aspecto visual dos gramados são assuntos para serem investigados porque não há

recomendação para a gestão dos gramados por meio de reguladores de crescimento, no País (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; MACIEL et al., 2011; MARCH; MARTINS; McELROY, 2013; QUEIROZ, 2016).

Também é relevante desenvolver estudos em várias condições de clima e solo dentro do Brasil, pois de acordo com March, Martins e McElroy (2013), o efeito dos reguladores do desenvolvimento, além de estar associado com as espécies, doses, momento e número de aplicações, relaciona-se com as condições ambientais que prevalecem durante a operação.

## **2.4.1 Glyphosate**

### **2.4.1.1 Histórico**

Glyphosate é o nome comum dado para o isômero principal do N-(fosfometil) glicina ( $C_6H_{17}N_2O_5P$ ). O produto é sólido (pó úmido branco) apresentando-se com grau de pureza de 75%, quando úmido, e até 95%, quando seco. Sua solubilidade é de aproximadamente  $12.000 \text{ mg L}^{-1}$  (CENTENO, 2009). A molécula foi, originalmente, sintetizada em 1964 como potencial agente quelante industrial e seu uso como herbicida foi descrito em 1971 (LUCHINI, 2009). Dr. John Franz, da Monsanto, descobriu a molécula e sua propriedade herbicida (HALTER, 2009). O termo “glyphosate” é utilizado para indicar tanto o ácido quanto seus sais, pois se reconhece que são biologicamente equivalentes (LUCHINI, 2009).

Apresenta baixo custo relativo e é o herbicida pós-emergente de maior uso em todo o mundo, do grupo químico das glicinas substituídas, sendo classificado como não seletivo e de ação sistêmica; apresenta amplo espectro de ação, possibilitando excelente controle de plantas daninhas anuais e perenes, tanto de folhas largas quanto de estreitas. Seu mercado tem crescido, continuamente, nas últimas décadas (PRATA, 2002; GODOY, 2007; GALLI, 2009; VELINI et al., 2009b; MARCHESI, 2016).

As vendas de Roundup (nome comercial do glyphosate adotado pela Monsanto), introduzido no mercado em 1974, aumentaram até o final dos anos 80 e, reconhecendo a versatilidade do produto, foram introduzidas novas formulações nos mercados de jardins e gramados nos Estados Unidos, onde tornou-se a ferramenta não seletiva, número um de milhares de donos de casa (HALTER, 2009).

Apesar de não haver, no Brasil, registro do herbicida para utilização em gramados, 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. Dessa forma, o uso de glyphosate, em gramados, passou a ser permitido, posto que o mesmo encontra-se registrado, no País, para uso em pastagens, além das seguintes culturas: algodão, ameixa, arroz, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, citros, côco, eucalipto, feijão, fumo, maçã, mamão, milho, nectarina, pêra, pêssego, pinus, seringueira, soja, trigo, uva, e nas forrageiras azevém e aveia preta (GALLI, 2009).

#### ***2.4.1.2 Mecanismo e modo de ação***

Mecanismo de ação é o primeiro ponto do metabolismo das plantas onde o herbicida atua, ou seja, é normalmente o primeiro de uma série de eventos metabólicos que resultam na sua expressão final sobre a planta. O conjunto desses eventos metabólicos, incluindo os sintomas visíveis da ação do herbicida sobre o vegetal é denominado de modo de ação (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

O glyphosate inibe a enzima EPSPs (codificada no núcleo e desempenha sua ação catalítica no cloroplasto), que catalisa reação-chave na via do ácido chiquímico, rota metabólica específica de plantas, necessária para a produção de muitos compostos secundários, incluindo auxina e aminoácidos aromáticos, essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetal (MOREIRA; CHRISTOFFOLETI, 2008; HALTER, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Como consequência da inibição da EPSPs há redução na disponibilidade dos aminoácidos aromáticos triptofano, tirosina e fenilalanina, fundamentais para a continuidade da síntese protéica em plantas e, portanto, necessários para a manutenção do crescimento (VELINI et al., 2009a; FARM, 2009). Cada aminoácido aromático dá origem a diversas famílias de compostos envolvidos na regulação do crescimento ou na defesa de plantas, destacando-se os taninos condensados, antocianinas, vitamina E, AIA, ácido salicílico, lignina, flavononas, isoflavononas, fenilpropanóides e cumarinas (VELINI et al., 2009a). O herbicida exerce influência, também, na permeabilidade de membranas, na síntese de

clorofila, na fotossíntese, na respiração e na transpiração e na germinação de sementes (YAMADA; CASTRO, 2007).

Nas raízes da soja, os níveis de fenilalanina e de tirosina foram reduzidos, quando da aplicação do glyphosate (DUKE; HOAGLAND; ELMORE, 1980).

Há também o acúmulo de chiquimato nos vacúolos, levando à perda do controle de retroalimentação do fluxo de carbono na rota do chiquimato (MESCHEDE; VELINI; CARBONARI, 2008; FURLANI JUNIOR et al., 2009). O glyphosate inibe a EPSPs por competição com o substrato PEP (fosfoenolpiruvato), evitando a transformação do chiquimato em corismato (FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2005). E, a grande maioria das substâncias derivadas da rota do ácido chiquímico é produzida a partir do ácido corísmico (primeiro ponto de divisão da rota). Essa rota é responsável por aproximadamente 35% da matéria seca da planta e dela deriva 20% do carbono fixado pela fotossíntese (KRUSE; MICHELANGELO; VIDAL, 2000; FURLANI JUNIOR et al., 2009).

O glyphosate bloqueia totalmente a síntese de AIA, pois a biossíntese de AIA independente do triptofano tem como precursor o indol-3-glicerol fosfato, que por sua vez depende de corismato para sua formação e a síntese de corismato também é inibida pelo glyphosate. Outro importante promotor de crescimento das plantas é a giberelina, cuja biossíntese origina-se do 3 acetil coenzima A (acetil CoA) e a auxina (AIA) promove a biossíntese de giberelina (YAMADA; CASTRO, 2007).

Em termos de movimentação nas plantas, o glyphosate é translocado pelo simplasto, com acúmulo em tecidos subterrâneos, imaturos e meristemas. A translocação via apoplasto é limitada, provavelmente em função do herbicida se ligar a cátions (principalmente os bi e trivalentes) abundantes na solução de xilema. Ou seja, mesmo que haja a translocação, o mais provável é que ele seja inativado pela complexação com os cátions presentes. Sua absorção é facilitada por proteínas transportadoras de grupos fosfato, que estão presentes na membrana (VELINI et al., 2009a).

Os sintomas comuns verificados após sua aplicação são clorose foliar, possivelmente, devido à redução de clorofila, seguida de necrose. Outros sintomas foliares são enrugamento ou mal formações (especialmente nas áreas de rebrotamento) e necrose de meristema, rizomas e estolões de plantas perenes (YAMADA; CASTRO, 2007; CASTRO; MESCHEDE, 2009). Além disso, ocorre a paralisação do crescimento e muitos tecidos das plantas degradam-se

lentamente em função da falta de proteínas (FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2005; OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Kitchen, Witt e Rieck (1981) constataram que a aplicação de glyphosate propiciou decréscimo no conteúdo de clorofila de plantas de soja, 48 horas após a aplicação. Em feijão carioca, Oliveira et al. (2013) notaram que baixas doses do herbicida (1,75; 3,5; 7,0 e 14,0 g ha<sup>-1</sup> do equivalente ácido - e.a.) inibiram a formação de radícula e do hipocótilo.

A aplicação de glyphosate pode ainda alterar, de maneira distinta, a disponibilidade dos macros e micronutrientes nas plantas, entretanto, há poucos trabalhos na literatura relatando sua influência na assimilação e transporte nutricional (EKER et al., 2006; MESCHEDE et al., 2009; RABELLO; MONNERAT; VASCONCELOS JÚNIOR, 2014).

Segundo Damin e Trivelin (2011), o glyphosate é herbicida que modifica o metabolismo do N da planta. De acordo com Cakmak (2007) e Yamada e Abdalla (2007), duas deficiências nutricionais são particularmente importantes sob a ação do glyphosate: a de Mn e a de Fe. O glyphosate é antagonista na absorção, transporte e acúmulo de Ca, Mg, Mn e Fe, possivelmente, pela formação de complexos pouco solúveis com estes cátions (EKER et al., 2006).

Há de se considerar, também que, como o glyphosate inibe a formação do triptofano na planta pode haver alguma ligação da ação deste herbicida com as deficiências de alguns nutrientes (SANTOS et al., 2007), pois o triptofano é precursor da biossíntese de AIA (YAMADA; CASTRO, 2007) e, por sua vez, o Zn atua no metabolismo e o B na ativação do AIA oxidase (MARSCHNER, 1995).

#### ***2.4.1.3 Toxicologia e comportamento no ambiente***

O glyphosate apresenta baixa toxicidade para o ser humano (GALLI, 2009), pois a enzima EPSPs, interrompida pelo glyphosate, não está presente em animais ou humanos, sendo assim, há pequeno risco à saúde pelo seu uso (HALTER, 2009). A pressão de vapor é de  $1,95 \times 10^{-7}$  mm de mercúrio (Hg) o que permite tranquilidade quanto ao risco de inalação do produto (CENTENO, 2009). As pessoas que trabalham, regularmente, com esse herbicida apresentam exposição interna baixa (FARM, 2009).

Do ponto de vista da saúde humana, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) classifica praticamente todos os produtos técnicos a base de glyphosate como classe IV (pouco tóxico, a classe menos restritiva) (CENTENO, 2009).

Por não ser metabolizado nos animais, é eliminado inalterado após administração oral. A eliminação é rápida, com aproximadamente 80% sendo excretado via fezes e urina, nas primeiras 24 horas, alcançando 99%, em 168 horas (uma semana) após a ingestão. Não é irritante à pele e os sais de glyphosate utilizados nos produtos comerciais são levemente ou não irritantes aos olhos. Também não é carcinogênico ou genotóxico e não apresenta efeitos tóxicos que comprometam o processo reprodutivo (FARM, 2009).

Normalmente, o herbicida apresenta elevada taxa de dissipação no ambiente e, portanto, baixa persistência devido à sua forte sorção à matriz coloidal do solo e à sua rápida taxa de degradação pelos microrganismos aí presentes. A elevada interação do herbicida com as partículas do solo deve-se à presença de três grupos funcionais reativos (fosfônico, amina e carboxílico) na sua fórmula estrutural (REGITANO; CASTRO, 2009).

Deve-se considerar que o glyphosate é composto orgânico dipolar que possui alta adsorção aos óxidos de Fe e alumínio (Al) (CENTENO, 2009). Uma vez sorvido, tende a permanecer na forma de resíduo-ligado, resistindo no ambiente até a sua completa mineralização, que pode durar dias ou meses, dependendo das características do solo (textura, pH, conteúdo de carbono orgânico, dentre outras) (REGITANO; CASTRO, 2009).

Quanto à sua degradação tem-se: hidrólise – estável (o que permite indicá-lo também como herbicida para plantas aquáticas); fotólise – (lenta, superior a 100 dias) e biodegradação ou degradação microbiana (principal via – variável entre um e 174 dias, com média de 47 dias) (CENTENO, 2009; OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Por ser facilmente degradado pelos microrganismos, sua persistência no solo é tão breve que se pode plantar imediatamente após sua aplicação (TAPIA, 2004).

O processo de degradação biológica é realizado em condições aeróbicas e anaeróbicas pela microflora do solo. A meia-vida de degradação anaeróbica é de 22,1 dias; a de degradação aeróbica de 96,4 dias, e a meia-vida de dissipação em campo de 44 dias. Parece haver, portanto, maior facilidade de degradação do herbicida em meio anaeróbico (LUCHINI, 2009).

O tempo de meia vida para dissipação do glyphosate varia com o tipo de solo e depende, principalmente, da taxa de formação de resíduos ligados e de biodegradação, como

também do histórico de aplicação do produto. Os solos tropicais, como os brasileiros, além de serem mais intemperizados e ricos em óxidos de Fe e Al, propiciam maior atividade microbiana, devido às condições de temperatura e precipitação pluvial, sendo a persistência do herbicida, geralmente, muito curta (REGITANO; CASTRO, 2009).

Sua degradação no solo pode seguir duas rotas. A primeira consiste na transformação do herbicida em sarcosina por ação das bactérias *Agrobacterium radiobacter* ou *Enterobacter aerogenes*, capazes de quebrar a ligação do carbono ao P, quimicamente muito estável; a sarcosina entra no metabolismo desses organismos e, de outros, degradando-se. Essa rota é, no entanto, pouco citada na literatura. A segunda rota, considerada a principal, consiste na transformação do herbicida em ácido aminometilfosfônico (AMPA) (LUCHINI, 2009).

Os valores de adsorção do glyphosate, em solos brasileiros, permitem classificá-lo numa classe IV (a classificação menos restritiva), segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA). Apesar de ter alta solubilidade, tem alta adsorção e, assim, o risco de atingir águas subterrâneas é muito baixo (CENTENO, 2009). Acredita-se que seu transporte vertical ocorra apenas em condições excepcionais, ou seja, por ocasião de chuva pesada imediatamente após a aplicação do produto em solo molhado, com potencial de fluxo preferencial (REGITANO; CASTRO, 2009).

Apresenta, portanto, reduzido impacto ambiental (GALLI, 2009). Devido às suas características ecotoxicológicas favoráveis e à sua rápida dissipação no ambiente, tem sido utilizado em programas de proteção ambiental (PITELLI; PITELLI; CRUZ, 2009).

Pode-se afirmar que são as características positivas quanto a aspectos toxicológicos, ecotoxicológicos, facilidade de manuseio, baixo custo, aumento de produtividade, eficiente controle sobre plantas daninhas, dentre outras, que tornaram o glyphosate o principal herbicida para uso em vários ambientes agrícolas ao redor do mundo e ao longo de mais de 30 anos (GALLI, 2009; MARCHESI, 2016). No Brasil, seu uso corresponde, aproximadamente, a 34% de todo produto químico comercializado (CENTENO, 2009).

#### **2.4.1.4 Uso como regulador de crescimento**

A inibição do crescimento e seu potencial uso como regulador vegetal é justificada pelo seu mecanismo e modo de ação, explicitados anteriormente. 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).

Vale ressaltar que o AIA, principal auxina natural, é estruturalmente relacionada ao aminoácido triptofano (sintetizado na rota do ácido chiquímico, na qual atua o herbicida), e ao precursor do triptofano, o indol-3-glicerol fosfato, ambos utilizados como precursores em sua biossíntese. O AIA é fundamental para o alongamento e divisão celular, formação de raízes adventícias, dominância apical e crescimento de caules e raízes, dentre outras funções (TAIZ; ZEIGER, 2013). Neste contexto, alterações na rota do ácido chiquímico levam a redução do crescimento vegetal.

Outra justificativa para a redução do crescimento propiciada pelo herbicida é o aumento da atividade da fenilalanina amônia liase (PAL), que atua reduzindo a quantidade de fenilalanina livre e, possivelmente, de tirosina (a atividade da tirosina amônia liase - TAL está, muitas vezes, associada com a atividade da PAL), inibindo, assim, a síntese de proteínas; pela produção de níveis tóxicos de amônia e/ou aumentando os níveis dos compostos fenólicos que inibem o crescimento (DUKE; HOAGLAND; ELMORE, 1980).

Em grama batatais, Leite, Correia e Braz (2010) verificaram redução do crescimento em 26,19% quando da aplicação do glyphosate (216 g ha<sup>-1</sup> do e.a.) em relação à testemunha, sem aplicação de herbicida, aos 31 dias após a aplicação (DAA).

O glyphosate (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) suprimiu 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 (sal isopropilamina) aplicado a 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a., no final da primavera, proporcionou a redução do crescimento da grama batatais, previamente roçada a altura máxima de 5 cm acima do solo, por até 21 DAA sem causar injúrias (JOHNSON, 1990).

Pesquisando a aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento em grama esmeralda (glyphosate, imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl aplicados na dose de, respectivamente, 200, 420, 80 e 140 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), Dinalli et al. (2015) concluíram que os herbicidas metsulfuron-methyl e glyphosate destacaram-se no controle da altura do gramado, 30 DAA, sendo que o primeiro foi mais fitotóxico e o segundo não prejudicou a qualidade

estética da grama, podendo ser utilizado como regulador do crescimento nesta espécie, o que justificou o seu uso na atual pesquisa.

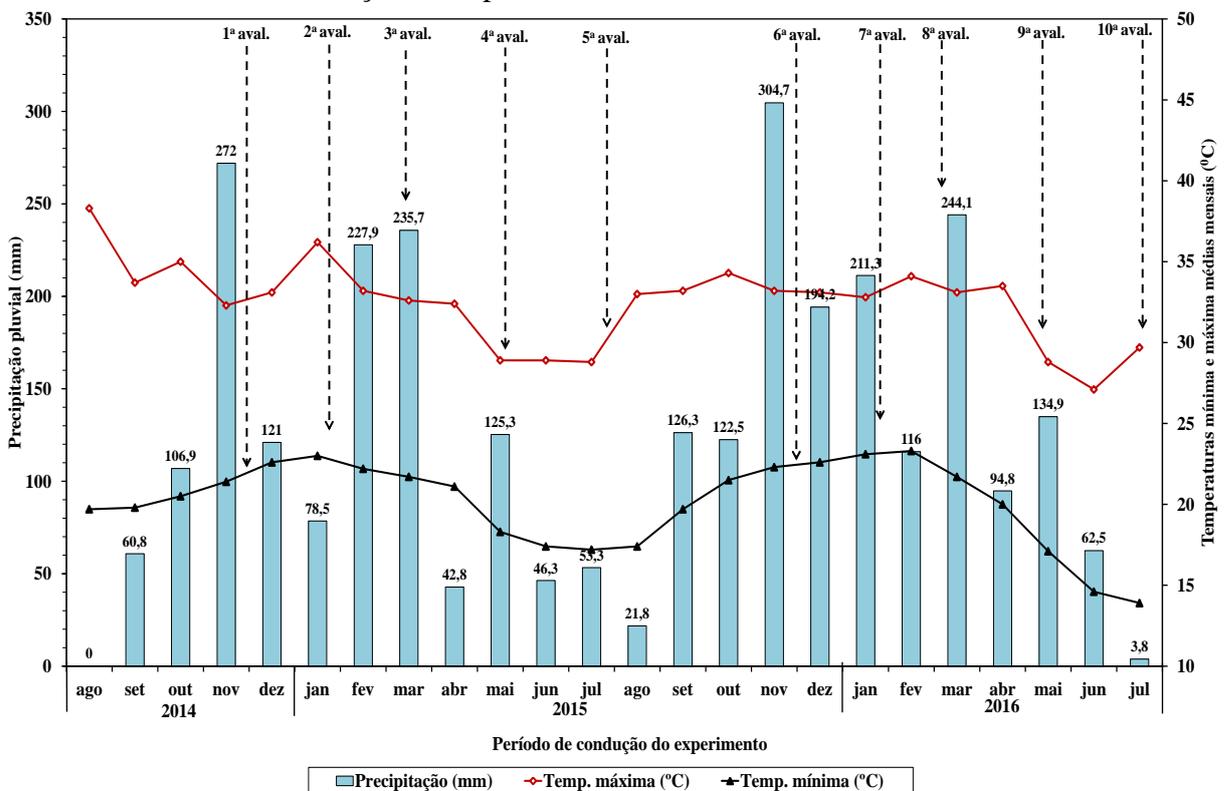
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL E CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi desenvolvido de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, com latitude 20° 25' S, longitude 51° 21' OGR e altitude de 330 m, em Ilha Solteira/SP, sendo o solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico areno-argiloso (SANTOS et al., 2013).

Precipitação pluvial (mm) e temperaturas mínima e máxima médias mensais (°C) que compreenderam o período de condução do experimento foram obtidos pela estação meteorológica de Ilha Solteira, por meio do canal CLIMA da Unesp de Ilha Solteira – Área de Hidráulica e Irrigação e constam na Figura 1.

**Figura 1** - Médias mensais da precipitação pluvial e temperaturas mínima e máximas médias durante a condução do experimento. Ilha Solteira/SP, 2014 a 2016.



Fonte: Elaboração da própria autora.

Salienta-se que não houve a ocorrência de chuva imediatamente após a aplicação dos herbicidas nem das doses de N (via solo e via foliar), exceto para a terceira avaliação, em que houve chuva de 54,1 mm, após a aplicação de N foliar, em 19/02/2015.

### 3.2 EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

A pesquisa foi feita em gramado implantado por tapetes (0,63 x 0,40 m) doados pela Itograss, em 03 de agosto de 2012, e a espécie estudada foi a grama esmeralda.

A análise química inicial do solo da área experimental (0,00 - 0,20 m) foi realizada em 08 de agosto de 2014, de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Análise química inicial do solo. Ilha Solteira/SP, 2014.

<b>P resina</b>	<b>M. O.</b>	<b>pH CaCl<sub>2</sub></b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V</b>
(mg dm <sup>-3</sup> )	(g dm <sup>-3</sup> )		----- (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) -----							(%)
30	17	6,4	0,7	25	16	11	0	41,7	52,7	79
<b>S-SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>			<b>Fe</b>		<b>Mn</b>		<b>Zn</b>	
(mg dm <sup>-3</sup> )		----- (mg dm <sup>-3</sup> ) -----								
1	0,17	2,9			39		14,7		2,0	

Obs.: O extrator usado para os micronutrientes foi o DTPA, exceto para o boro que foi a água quente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Antes da aplicação dos tratamentos, verificou-se, em agosto de 2014, a não necessidade de calagem, com base nos resultados obtidos com a análise química inicial do solo na camada de 0,00-0,20 m (Tabela 1), pois para gramados implantados, a saturação por bases desejada é de 60% (GODOY et al., 2012). Além disso, os teores de Ca e Mg no solo estavam altos (>7 e >8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, de acordo com Raij et al. (1997)) (Tabela 1). Na área em estudo, a calagem havia sido feita em 09 de junho de 2012 (antes da implantação da grama esmeralda), aplicando-se a lanço sobre a superfície do solo a dose de 1,2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT de 85%), visando elevar a saturação por bases (V%) a 70%, recomendada para gramados a serem implantados (GODOY et al., 2012), sendo o calcário incorporado a 20 cm de profundidade, por meio de gradagem, antes do plantio dos tapetes.

Quanto a análise química inicial do solo, realizada no primeiro ano de condução do experimento (agosto de 2014 a julho de 2015) (Tabela 1), os teores de P no solo estavam

médios (13-30 mg dm<sup>-3</sup>, para culturas perenes, de acordo com Raij et al. (1997)), mas muito próximo da faixa de teores considerados altos pelos autores citados (31-60 mg dm<sup>-3</sup> de P) (Tabela 1). Estavam, também, acima dos considerados adequados, para gramados, por Christians (1998), de 10 a 20 mg dm<sup>-3</sup> de P. Portanto, a adubação fosfatada não foi realizada.

Para a adubação potássica, no primeiro ano de condução do experimento, como os teores de K no solo estavam muito baixos (0,0-0,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), segundo Raij et al. (1997) (Tabela 1), optou-se pelo parcelamento em cinco vezes da dose de dose de 10 g m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup>, utilizando como fonte o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O), ou seja, foram aplicados 2 g m<sup>-2</sup>, por aplicação, sendo realizada no mesmo dia que a adubação com N via solo, em 16/10 e 09/12 de 2014, 29/01, 18/03, 23/05 de 2015. Optou-se pelo parcelamento da dose de K<sub>2</sub>O, pois esta era alta e o gramado estava instalado/formado. Dessa forma, a adubação potássica não iria interferir nos resultados das avaliações. Além disso, como os teores de Ca e Mg estavam altos (Tabela 1), ocupando a maior parte da CTC, poderia haver maior lixiviação do K aplicado em única vez.

Para o segundo ano de condução do experimento (agosto de 2015 a julho de 2016), a análise química do solo foi realizada na quinta avaliação (23/07/2015). Os resultados dessa análise bem como sua interpretação constam no item Resultados e Discussão, ao referir-se às características químicas do solo. Não foi realizada a adubação com P e K (prevista para setembro de 2015), uma vez que os teores destes estavam altos, 31-60 mg dm<sup>-3</sup> e muito próximos da faixa de teores considerados médios, de 1,6-3,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (RAIJ et al., 1997), respectivamente, para o P e o K. Como os teores de S estavam baixos (0-4 mg dm<sup>-3</sup>) (RAIJ et al., 1997) e isso também havia sido notado na análise química inicial (Tabela 1), aplicou-se o gesso (500 kg ha<sup>-1</sup> - 18% de Ca e 15% de S), manualmente, a lanço, sobre a superfície do gramado no mesmo dia da sexta aplicação de N via solo (16/10/2015), visando suprir o gramado com esse nutriente.

A grama esmeralda foi irrigada por aspersão, durante a condução do experimento, sendo o manejo da irrigação realizado de acordo com a evapotranspiração da cultura e com o método de Penman-Monteith, utilizando-se o K<sub>c</sub> de 0,94 (SILVA, 2004). O teste de uniformidade de precipitação foi feito, em 10 de setembro de 2014, pelo coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC). Na montagem do sistema de irrigação, foram utilizados tubos de 6 m de comprimento com diâmetro nominal de 50 mm e aspersores modelo Agropolo NY 25, espaçados de 12 x 12 m. Os tubos foram dispostos em três linhas de 48 m

de comprimento, sendo essas dispostas paralelamente por fora da área do gramado à distância de 12 m entre as mesmas.

### 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

As parcelas foram delimitadas, em 03 de setembro de 2014, com estacas de madeiras e separadas entre si por carreador de 0,5 m, antes da aplicação dos tratamentos (N via solo e via foliar e doses de glyphosate), que teve início em outubro de 2014.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 20 tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 4 com quatro repetições, sendo 10 m<sup>2</sup> por parcela. Os tratamentos foram: testemunha (sem N); 15 g m<sup>-2</sup> de N aplicado via solo e sem N via foliar; 30 g m<sup>-2</sup> de N aplicado via solo e sem N via foliar; 15 g m<sup>-2</sup> de N aplicado via solo e com N via foliar (1% de ureia) e 30 g m<sup>-2</sup> de N aplicado via solo e com N via foliar (1% de ureia), combinados com quatro doses de glyphosate (0, 200, 400 e 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.). O N via foliar (1% de ureia) correspondeu a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>.

A escolha das doses de N, bem como do herbicida estudado foi baseada nos resultados obtidos por Dinalli (2014) que concluiu que doses de 10 a 20 g m<sup>-2</sup> de N, utilizando como fonte a ureia, parceladas em cinco vezes ao ano, proporcionaram concentração de nutrientes suficiente e coloração verde intensa para a manutenção da grama esmeralda irrigada e que o glyphosate (200 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), destacou-se no controle do crescimento do gramado e não prejudicou a qualidade estética da grama, podendo ser utilizado como regulador do crescimento desta espécie. Com base nesta conclusão, optou-se, na atual pesquisa, pelo uso de doses deste herbicida bem como da adubação com 15 e 30 g m<sup>-2</sup> de N, além da aplicação de N via foliar.

A fonte de N utilizada foi a ureia (45% de N), aplicada manualmente via solo, logo após o corte do gramado, em 16/10 e 09/12 de 2014, 29/01, 18/03, 23/05, 16/10 e 07/12 de 2015, 29/01, 18/03 e 23/05 de 2016, que corresponderam, respectivamente, à primeira, segunda, terceira, quarta, quinta (primeiro ano de condução do experimento), sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliações (segundo ano de condução do experimento). As doses de N via solo foram parceladas em cinco aplicações durante o ano e, portanto, corresponderam a 3 e 6 g m<sup>-2</sup> de N a cada aplicação, respectivamente, para as doses de 15 e 30 g m<sup>-2</sup> de N. Após

cada adubação foi realizada a irrigação, visando diminuir as perdas por volatilização do N-NH<sub>3</sub> (amônia).

A aplicação do herbicida (31/10 e 24/12 de 2014, 12/02, 17/04, 23/06, 30/10 e 21/12 de 2015, 12/02, 18/04 e 23/06 de 2016, respectivamente, para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta (primeiro ano de condução do experimento), sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliações (segundo ano de condução do experimento)) foi realizada a cada 15 dias após as adubações com N via solo, para os meses correspondentes a primavera/verão, e 30 dias após, para os meses correspondentes ao outono/inverno. Essa diferença de intervalo considerada deve-se ao fato de que, em condições brasileiras, no outono/inverno o crescimento da grama não é tão intenso quanto na primavera/verão. As pulverizações foram realizadas no período da manhã, em condições de temperaturas amenas, utilizando-se de pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub> provido de tanque com capacidade de 2 L (garrafas descartáveis - PET), com barra de 4 pontas anti-gotejo espaçadas de 0,50 m, modelo 80.02, sendo o consumo de calda equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> e a pressão de serviço de 3 psi (Figura 2). Durante a aplicação, as parcelas foram protegidas lateralmente com lona plástica, com o objetivo de evitar deriva de calda pulverizada para as parcelas adjacentes.

A aplicação de N foliar foi feita utilizando como fonte a ureia a 1% em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, referente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N. Foi realizada no período da manhã, em condições de temperatura amena, utilizando-se do mesmo pulverizador usado para a aplicação do herbicida (Figura 2). As aplicações foliares foram realizadas 7 DAA do herbicida. O objetivo da aplicação foliar de N foi verificar o seu efeito na coloração verde do gramado. Foram realizadas dez aplicações, em 07/11 e 31/12 de 2014, 19/02, 24/04, 30/06, 06/11 e 28/12 de 2015, 19/02, 25/04 e 30/06 de 2016, referentes à primeira, segunda, terceira, quarta, quinta (primeiro ano de condução do experimento), sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliações (segundo ano de condução do experimento), respectivamente.

**Figura 2** - Pulverizador costal utilizado para a aplicação das doses do herbicida e do N foliar. Bomba costal pressurizada a CO<sub>2</sub> (A) e garrafas descartáveis de dois litros (B). Ilha Solteira/SP, 2015.



Fonte: Elaboração da própria autora.

### 3.4 AVALIAÇÕES

As avaliações foram realizadas 30 DAA dos herbicidas. Posteriormente às coletas de material vegetal, foram realizados cortes em todo o gramado utilizando-se de roçadeira a gasolina com coletor de aparas, para uniformizar o tamanho da grama esmeralda nos tratamentos, sempre mantendo a altura próxima de 3 cm do nível do solo. As avaliações foram feitas em: 30/11/2014 (1ª), 24/01/2015 (2ª), 12/03/2015 (3ª), 17/05/2015 (4ª), 23/07/2015 (5ª), 30/11/2015 (6ª), 21/01/2016 (7ª), 12/03/2016 (8ª), 18/05/2016 (9ª) e 23/07/2016 (10ª).

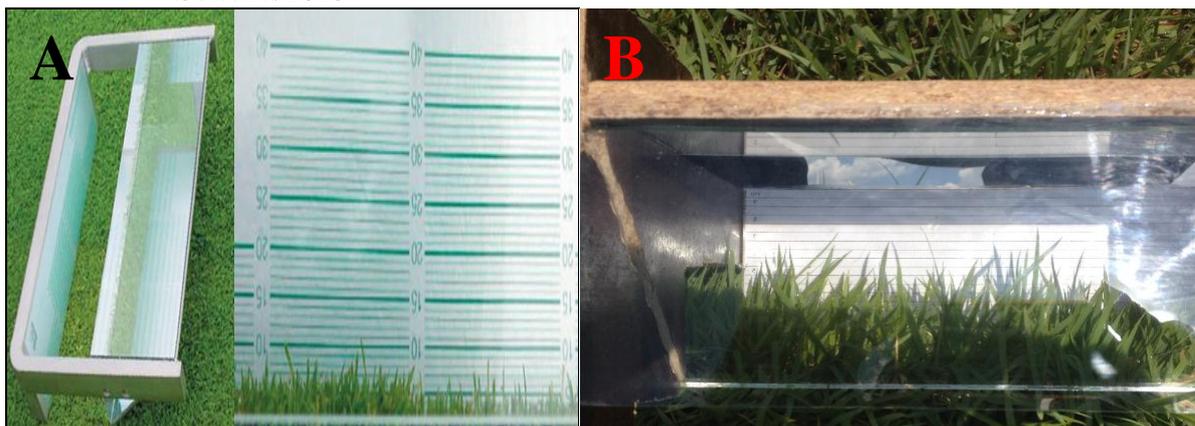
Depois dos cortes, foram efetuadas as adubações com N (via solo); após 15/30 dias (de acordo com a época) a aplicação dos herbicidas e depois de sete dias, a adubação nitrogenada foliar. Decorridos 30 dias da aplicação dos herbicidas, as análises/avaliações foram repetidas e, assim, sucessivamente, até a 10ª avaliação.

#### 3.4.1 Altura foliar

Foi determinada nas dez avaliações, em 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016, pela utilização do prisma (aparelho portátil feito de aço (no atual experimento o mesmo foi feito de

madeira) e vidro (espelho) que reflete a luz a 90 graus e contém escala graduada em cm), que foi colocado sobre a superfície do gramado, em três pontos, obtendo-se valor médio. Esse equipamento permite precisão na determinação da altura da grama e está ilustrado nas Figuras 3 A e B.

**Figura 3** - Prisma (PrismGauge)<sup>\*</sup> (A) e Prisma utilizado no experimento<sup>\*\*</sup> (B). Ilha Solteira/2015.



Fonte: <sup>\*</sup> PrismGauge (2006) e <sup>\*\*</sup> Elaboração da própria autora.

Ressalta-se que tal avaliação foi feita usando o aparelho prisma e diretamente no gramado, ou seja, sem retirar a folha para posterior medida, por isso, foi referida como altura foliar, entendendo que esta correspondeu à “altura da planta”, como feito em experimentos com outras culturas (milho, arroz, etc.), posto que em gramados a folha é a parte representativa do todo.

### 3.4.2 Matéria seca foliar

Foi determinada nas dez avaliações, em 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016 coletando-se rente ao solo, com tesoura manual, matéria verde das folhas das plantas contidas em um m<sup>2</sup>, com três repetições por parcela para composição de amostra composta, sendo esta acondicionada em sacos de papel, devidamente identificados e levada à estufa a 65 °C, por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança analítica e os valores apresentados em g m<sup>-2</sup>.

A matéria seca foi de toda a folha e não somente de parte da lâmina (sem bainha).

### 3.4.3 Área foliar

Foram coletadas, nas dez avaliações: 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016, com tesoura manual, rente ao solo, no período da manhã, 20 folhas por parcela, que foram colocadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em caixa de isopor contendo gelo, para que as folhas não enrolassem. As mesmas foram digitalizadas em scanner HP Deskjet F4480 com resolução mínima de 75 ppi. As imagens foram salvas no formato Jpeg. Após esse procedimento, foi realizada a medição da área foliar utilizando-se o software ImageJ 1.45 (2011), conforme a metodologia descrita por Bauermann (2009).

Assim como a matéria seca, a área foliar ( $\text{mm}^2$ ) foi de toda a folha e não somente de parte da lâmina (sem bainha).

### 3.4.4 Intensidade da coloração verde da folha

#### *3.4.4.1 Leituras em clorofilômetro nas folhas (Índice de clorofila foliar - ICF) - medida indireta de clorofila*

As medidas foram realizadas nas dez avaliações, em 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016, com o clorofilômetro manual portátil (Falker) modelo CFL 1030, que utiliza três faixas de frequência de luz, levando em consideração a presença de clorofila dos tipos a e b, determinando-se, assim, o ICF (FALKER, 2009), medida indireta do teor de clorofila na folha. Foram avaliadas 15 folhas por parcela, coletadas manualmente, no período da manhã, sendo as mesmas colocadas em sacos de papel identificados e armazenadas em caixa de isopor contendo gelo para que as lâminas foliares não enrolassem (o que prejudicaria a leitura). Cada folha foi posicionada na área de medida do clorofilômetro, de modo a cobri-la inteiramente, sendo realizada uma medida por folha, no meio da lâmina foliar. As medidas foram realizadas em laboratório, em função do tamanho reduzido das folhas da grama e da dificuldade de manuseio (GODOY, 2005; LIMA, 2009).

#### **3.4.4.2 Determinação das clorofilas a e b**

Foi efetuada ao final de cada ano de condução do experimento (5<sup>a</sup> e 10<sup>a</sup> avaliações, em 23/07/2015 e 23/07/2016, respectivamente), no Laboratório de Nutrição de Plantas da UNESP/Ilha Solteira. Para determinação do teor de clorofila foram coletadas, no período da manhã, amostras de 0,3 g de tecido foliar, sendo as mesmas cortadas em pedaços de, aproximadamente, 5 x 5 mm. Posteriormente, estas foram colocadas em tubos de vidro contendo 3 mL de acetona (80%), que foram tampados (para evitar a evaporação da acetona) e colocados na geladeira, por 24 horas, para que ocorresse a extração do pigmento. Após esse período, o extrato foi diluído em acetona e a leitura realizada em espectrofotômetro (em absorbância) a 645 e 663 nm, que correspondem, respectivamente ao pico de maior absorção de luz pelas clorofilas b e a. Foram utilizados 0,5 mL do extrato e 4,5 mL de acetona. O cálculo da quantidade de clorofila a e b ( $\text{mg L}^{-1}$ ) foi realizado segundo a equação de Arnon (1949):

$$\text{Clorofila a (mg L}^{-1}\text{)} = 12,7 \times \text{DO}_{663} - 2,69 \times \text{DO}_{645}$$

$$\text{Clorofila b (mg L}^{-1}\text{)} = 22,9 \times \text{DO}_{645} - 4,69 \times \text{DO}_{663}$$

Vale ressaltar que não foram encontrados estudos semelhantes à presente pesquisa (adubação nitrogenada – via solo e via foliar, e aplicação de glyphosate) na literatura científica brasileira que realizassem a extração de clorofila a e b, em gramados ornamentais.

#### **3.4.4.3 Fitointoxicação da parte aérea**

Foi analisada nas dez avaliações, em 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016, por três pessoas, por meio de notas visuais (0-100%), onde “0%” correspondeu à “ausência de injúrias” e “100%” à “morte total” do gramado (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 1995). Para a interpretação dos resultados de fitointoxicação em grama esmeralda, foi adotada a metodologia de Costa et al. (2010), que consideraram como sintomas leves as porcentagens inferiores ou iguais a 10,0%; como moderados entre 10,1 a 20,0% e como severos e não aceitáveis esteticamente, as superiores a 20,0%. Os critérios utilizados, no presente trabalho, para o estabelecimento destas “notas” foram a quantidade e uniformidade de injúrias (amarelecimento e perda da cor verde intensa), o

surgimento de plantas mortas e a densidade do gramado (falhas mostrando o solo e afinamento das folhas).

O foco dessa avaliação foi verificar possíveis modificações na coloração verde da grama, quando da aplicação do glyphosate.

#### ***3.4.4.4 Análise por imagem digital da parte aérea***

Foi realizada nas dez avaliações, em 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016. Utilizou-se a metodologia adaptada de Godoy (2005). Nesta pesquisa, as imagens digitais foram obtidas de câmera digital Sony DSC-W55, 7.2 mega pixels colocada dentro de caixa de papelão de 60 x 60 cm, posicionada sobre a superfície do gramado, com orifício que permitiu o encaixe da lente da câmera, com a finalidade de evitar a interferência de sombras (do fotógrafo e de partes da câmera) ou de qualquer intensidade luminosa que interferissem na qualidade da imagem. Cada imagem foi analisada no programa Corel Photo Paint v. 10.410 (COREL CORPORATION, 2004) que permite contar o número de pixels de determinada cor, quantificando valor médio das cores presentes na imagem (GODOY, 2005).

Como somente o componente verde (G) não define a cor verde, dependendo também dos componentes vermelho (R) e azul (B), os resultados em RGB foram, assim como no trabalho mencionado, compilados para planilha no MS Excel<sup>®</sup> e convertidos para valores HSB (“Hue” – matiz, “Saturation” – saturação e “Brighness” – brilho), de acordo com Karcher e Richardson (2003). Após a obtenção dos valores de HSB foi calculado o Índice de Cor Verde Escuro (ICVE) proposto também por Karcher e Richardson (2003), que varia de 0 a 1.

Considerando a importância da coloração verde intensa em gramados ornamentais, além de poder ser utilizada para determinar a cor verde da grama esmeralda e servir como índice para auxiliar na determinação da quantidade e forma de N (via solo e via foliar) adequada para a manutenção da mesma, a análise da imagem digital, neste estudo, auxiliou na identificação de alterações na coloração quando da aplicação das doses de glyphosate, sendo esta uma avaliação mais objetiva e, portanto, mais minuciosa para detectar diferenças entre os tratamentos quanto à coloração verde intensa da grama.

### **3.4.5 Ocorrência de plantas daninhas**

Foi determinada nas dez avaliações, em 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016, pela identificação e contagem das plantas daninhas presentes em 1 m<sup>2</sup>, sendo realizadas três repetições por parcela, aleatoriamente.

### **3.4.6 Emissão de inflorescências**

A presença de inflorescências foi analisada nas dez avaliações, em 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016 e, quando detectadas, o seu número foi obtido por meio de contagem, em área de 1 m<sup>2</sup>, realizando-se três repetições por parcela, aleatoriamente dentro da área das parcelas.

### **3.4.7 Concentração foliar de macro e micronutrientes**

Após a obtenção da matéria seca foliar coletada rente ao solo, as amostras foram moídas, separadamente, e levadas ao Laboratório de Nutrição de Plantas da UNESP/Ilha Solteira, para determinação da concentração dos macro e micronutrientes, segundo a metodologia adaptada de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Foi determinada nas dez avaliações, em 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016.

### **3.4.8 Acúmulo de macro e micronutrientes pelas folhas**

Foi calculado, nas dez avaliações, em 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016, pela multiplicação entre os valores da matéria seca foliar e da concentração de macro e micronutrientes nas folhas, determinadas conforme metodologia adaptada de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

### 3.4.9 Relações log-isométricas (ilr) no balanço dos macronutrientes nas folhas

A interpretação correta do monitoramento da análise do tecido vegetal, com base nas concentrações-padrões, é de grande importância para o manejo nutricional adequado da cultura. Contudo, essas concentrações não consideram as interações que ocorrem entre os nutrientes. Nesse sentido, a utilização da análise composicional, com o auxílio das coordenadas ilr, a fim de avaliar as interações dos nutrientes é adequada. Estudos demonstraram que a mesma foi apropriada para análise da nutrição de plantas (PARENT et al., 2012a; HERNANDES et al., 2012; MONTES, 2013).

Para a análise foliar dos macronutrientes, em grama esmeralda, foi utilizada a metodologia proposta por Egozcue et al. (2003), sendo o espaço composicional (S) definido por:

$$S^D = C(N, P, S, K, Ca \text{ e } Mg)$$

Onde: D = seis componentes e C = operador de encerramento da função.

Foram estabelecidos balanços, empregando-se coordenadas ilr (relação log isométrica), e a partição binária sequencial (PBS) foi arranjada conforme as recomendações de Parent (2011) e Rozane et al. (2012) (Tabela 2).

Os cálculos da relação ilr foram realizados, utilizando o programa Excel, de acordo com Egozcue e Pawlowsky-Glahn (2005), expressa pela seguinte equação:

$$ilr_j = \sqrt{\frac{rs}{r+s}} \ln \frac{g(c+)}{g(c-)} \quad j = [1, 2, \dots, D-1]$$

Onde: r = número de componentes positivos; s = número de componentes negativos; g (c+) = média geométrica dos componentes positivos; e g (c-) = média geométrica dos componentes negativos.

**Tabela 2** - Partição binária sequencial do balanço de macronutrientes nas folhas.

ilr	Nutrientes						Balanço de nutrientes	r*	s**
	N	P	S	K	Ca	Mg			
1	1	1	1	-1	-1	-1	[N, P, S   K, Ca, Mg]	3	3
2	1	1	-1	0	0	0	[N, P   S]	2	1
3	1	-1	0	0	0	0	[N   P]	1	1

Nota: \* = número de componentes positivos e \*\* = número de componentes negativos.

Fonte: Parent (2011) e Rozane et al. (2012)

A relação ilr foi feita com os dados das concentrações dos macronutrientes nas folhas da grama esmeralda, com a finalidade de determinar possíveis modificações nas suas relações no balanço nutricional, relacionando o N com os outros macronutrientes, em função da adubação nitrogenada e da aplicação do glyphosate.

Foi determinada nas dez avaliações, em 30/11/2014, 24/01/2015, 12/03/2015, 17/05/2015, 23/07/2015, 30/11/2015, 21/01/2016, 12/03/2016, 18/05/2016 e 23/07/2016.

#### **3.4.10 Atributos químicos do solo**

Foram coletadas, ao final de cada ano de condução do experimento (5ª e 10ª avaliações, em 23/07/2015 e 23/07/2016, respectivamente), seis amostras simples por parcela na profundidade de 0,00-0,20 m, com a utilização de trado de rosca. As amostras foram homogeneizadas, colocadas para secar ao ar, passadas em peneira de 2 mm, acondicionadas em sacos plásticos identificados e enviadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo, da UNESP/Ilha Solteira para determinação dos atributos químicos do solo, segundo a metodologia de Raij et al. (2001).

#### **3.4.11 Balanço catiônico no solo (relação log isométrica)**

A adubação nitrogenada pode influenciar o potencial hidrogeniônico do solo (pH). Assim, a utilização da análise composicional, com o auxílio das coordenadas ilr, a fim de avaliar as interações dos nutrientes no solo é apropriada. Estudos com a utilização dessa técnica demonstraram que foi adequada para a análise dos atributos químicos do solo (PARENT, 2011; PARENT et al., 2012b; MONTES, 2013)

Foi utilizada a metodologia proposta por Egozcue et al. (2003). Dessa forma, o espaço composicional (S) para análise foi definido como:

$$S^D = C (K, Ca, Mg e H+Al)$$

Onde: D = quatro componentes e C = operador de encerramento da função referente à CTC do solo.

A partição binária sequencial foi construída de maneira a facilitar a interpretação dos resultados (Tabela 3). O contraste (bases trocáveis vs. acidez potencial) foi utilizado para avaliar o efeito das doses de N sobre a acidez do solo.

**Tabela 3** - Partição binária sequencial do balanço de nutrientes no solo.

ilr	Cátions trocáveis				Balanço	r*	s**
	K	Ca	Mg	H+Al			
1	1	1	1	-1	[K, Ca, Mg   H+Al]	3	1

\* = número de componentes positivos e \*\* = número de componentes negativos.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Os cálculos da relação ilr foram realizados, utilizando o programa Excel, segundo Egozcue e Pawlowsky-Glahn (2005), de acordo com a equação:

$$ilr_j = \sqrt{\frac{rs}{r+s}} \ln \frac{g(c+)}{g(c-)} \quad j = [1, 2, \dots, D-1]$$

Onde: r = número de componentes positivos; s = número de componentes negativos; g (c+) = média geométrica dos componentes positivos; e g (c-) = média geométrica dos componentes negativos.

A relação ilr foi realizada, no final de cada ano de condução do experimento (5ª e 10ª avaliações, em 23/07/2015 e 23/07/2016, respectivamente), com os dados da análise química do solo, utilizando os resultados da acidez potencial e dos teores de K, Ca e Mg.

### 3.4.12 Avaliação do sistema radicular

#### 3.4.12.1 Matéria seca de raízes + rizomas

As coletas foram realizadas no final de cada ano de condução do experimento (5ª e 10ª avaliações, em 23/07/2015 e 23/07/2016, respectivamente).

Foram coletadas, na profundidade 0,00-0,20 m, onde ocorre a maior parte do desenvolvimento radicular da grama, três amostras (“plugs”) por parcela, utilizando tubo de aço inox com 50 cm de comprimento e 8,0 cm de diâmetro afunilado na extremidade pra 6,8 cm de diâmetro, de acordo com a metodologia adaptada de Godoy (2005). A coleta das

amostras foi feita com auxílio de marreta e logo após a irrigação, pois o solo úmido facilitou o procedimento. Cada amostra foi acondicionada em saco plástico identificado e mantida em caixa de isopor, até ser levada ao laboratório.

As amostras foram lavadas em água deionizada para retirar o solo aderido ao material vegetal e postas para secar a sombra, sendo, posteriormente, separadas, com auxílio de tesoura manual, as raízes + rizomas, que foram acondicionadas em sacos de papel pardo, devidamente identificados e levadas para secar em estufa por 72 horas, a 65 °C. Depois, as amostras foram pesadas e os valores apresentados em g m<sup>-2</sup>.

#### ***3.4.12.2 Concentração de macro e micronutrientes nas raízes + rizomas***

Ao final de cada ano de condução do experimento (5<sup>a</sup> e 10<sup>a</sup> avaliações, em 23/07/2015 e 23/07/2016, respectivamente), após a obtenção da matéria seca das raízes + rizomas, as amostras foram moídas, separadamente, e levadas ao Laboratório de Nutrição de Plantas da UNESP/Ilha Solteira, para determinação da concentração dos macro e micronutrientes nas raízes + rizomas, segundo a metodologia adaptada de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

### **3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados foram analisados quanto à análise de variância (teste F) e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias das aplicações de N via solo e via foliar e ajustados à regressão polinomial para doses do glyphosate, utilizando-se do programa SISVAR (FERREIRA, 2008) para análise estatística. As correlações de Pearson foram realizadas utilizando o programa Excel.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ALTURA FOLIAR

Na primeira, segunda, quinta e sexta avaliações, os maiores valores de altura foliar da grama esmeralda foram obtidos com a aplicação de  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar, sendo que esta não diferiu da aplicação de  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar. Também não diferiu da aplicação de  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar, na segunda e quinta avaliações. Em todas estas avaliações, os menores valores de altura foliar foram verificados para a testemunha (sem N). Na quarta, sétima, oitava, nona e décima avaliações, todos os tratamentos propiciaram maiores alturas foliares, quando comparados ao da testemunha (menor valor), sendo que na décima avaliação, a altura verificada quando da adubação com  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar não diferiu da propiciada pela testemunha (Tabela 4).

Backes et al. (2010a) também constataram que as maiores doses de N (0, 10, 20, 30 e  $40 \text{ g m}^{-2}$ , aplicadas em única vez) fornecidas com o lodo de esgoto promoveram maior crescimento da grama esmeralda em relação ao tratamento que não recebeu N. O mesmo foi constatado por Dinalli et al. (2015), para a grama esmeralda adubada com N (0, 5, 10 e  $20 \text{ g m}^{-2}$ , parcelada em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia), em três das cinco avaliações realizadas pelos autores. Da mesma forma, Lima et al. (2015), em experimento com a grama bermuda, notaram que o aumento das doses de N (0, 15, 30, 45 e  $60 \text{ g m}^{-2}$  na forma de ureia, parceladas aos 40, 89 e 124 dias após o corte do tapete anterior (DAC)) proporcionou maior crescimento das folhas.

Todavia, esse aumento do crescimento foliar propiciado por doses maiores de N não é desejável do ponto de vista econômico, pois aumenta o número de cortes e, assim, a extração (exportação) de nutrientes e o custo de manutenção do gramado (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; GODOY et al., 2012; SILVA, 2016). Além disso, segundo Unruh (2004) e Maciel et al. (2011), o corte das folhas é uma forma de estresse para a grama, podendo ocasionar o desenvolvimento de doenças, diminuição no armazenamento de carboidratos e do crescimento das raízes e rizomas.

Quando foram aplicados  $3$  e  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo não houve diferença para os valores de altura foliar do gramado, em relação a adição ou não do N via foliar (Tabela 4). Esse resultado deve-se ao fato de que a dose de N via foliar foi baixa ( $0,09 \text{ g m}^{-2}$ ) em relação à via

solo (3 e 6 g m<sup>-2</sup> de N), não influenciando tais valores, ou seja, o crescimento do gramado. E, nesse estudo, o principal intuito da aplicação foliar de N foi verificar seu efeito na coloração verde do gramado.

**Tabela 4** - Altura foliar da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Altura foliar (cm)				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	3,8 c	3,6 c	3,6	3,1 b	3,1 c
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	4,6 b	4,2 bc	3,8	4,0 a	4,2 b
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	4,8 b	4,3 ab	4,0	3,9 a	4,5 ab
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	4,9 ab	4,4 ab	4,4	4,5 a	4,8 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	5,5 a	4,8 a	4,4	4,0 a	4,8 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	0,6	0,6	0,3	0,6	0,5
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	5,1**	4,6**	4,9	3,9 <sup>ns</sup>	4,6**
<b>200</b>	4,9	4,4	4,1	4,1	4,3
<b>400</b>	4,6	4,2	3,7	3,8	4,0
<b>600</b>	4,3	3,8	3,4	3,8	4,1
<b>C.V. (%)</b>	12,50	14,64	8,60	16,37	11,62
<b>F adubação x doses</b>	1,36 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	4,36**	1,12 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	3,7 d	3,7 b	4,0 b	3,5 b	3,8 b
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	4,7 bc	4,7 a	5,0 a	4,6 a	4,5 ab
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	4,5 c	4,5 a	5,0 a	4,4 a	4,7 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	5,3 ab	4,6 a	5,4 a	4,6 a	4,9 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	5,6 a	4,7 a	5,3 a	4,8 a	4,8 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	0,7	0,5	0,7	0,5	0,8
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	5,1**	4,7**	6,0**	5,1**	4,8*
<b>200</b>	5,2	4,5	5,2	4,2	4,6
<b>400</b>	4,6	4,4	4,4	4,3	4,3
<b>600</b>	4,2	4,1	4,2	3,8	4,4
<b>C.V. (%)</b>	12,04	8,95	11,52	10,31	14,53
<b>F adubação x doses</b>	1,33 <sup>ns</sup>	1,90 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	1,54 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns, \* e\*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

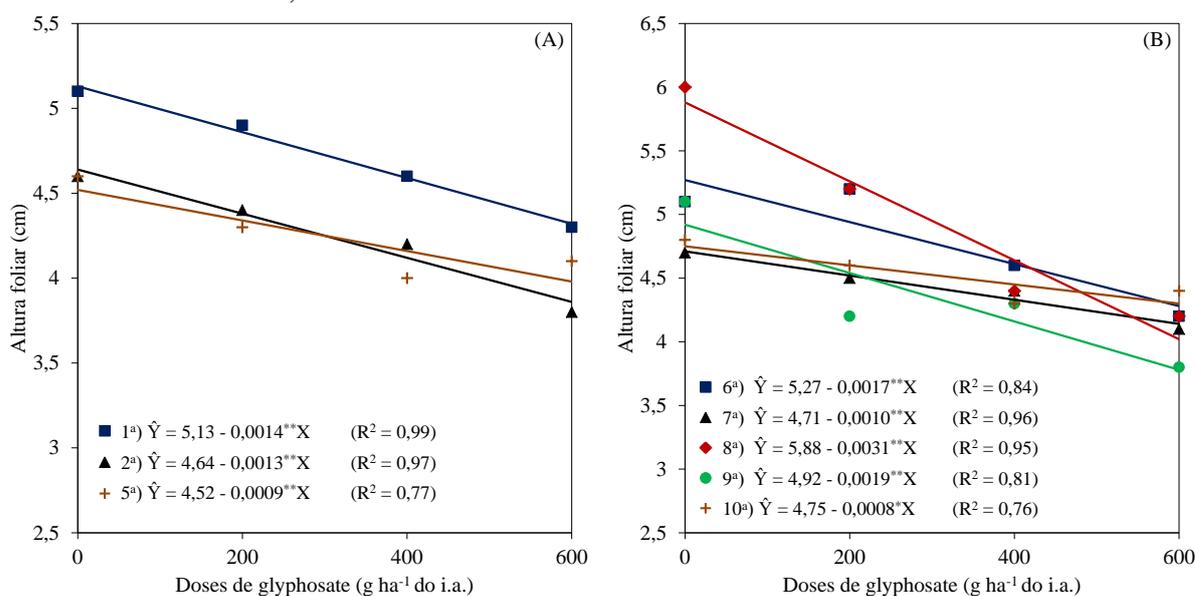
Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Houve decréscimo linear dos valores da altura da grama esmeralda com o aumento das doses de glyphosate, na primeira, segunda, quinta, sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliações (Tabela 4 e Figura 4A E B), sendo as reduções de 16,4; 16,8; 11,9; 19,4; 12,7; 31,6; 23,2 e 10,1% da altura da folha, respectivamente, quando da aplicação da maior dose (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) em relação a não aplicação do herbicida (dose 0).

**Figura 4** - Altura foliar da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na primeira, segunda, quinta (A), sexta, sétima, oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Em estudo com a grama esmeralda sob a aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento (glyphosate, imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl aplicados na dose de, respectivamente, 200, 420, 80 e 140 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), Dinalli et al. (2015) notaram destaque do glyphosate no controle do crescimento do gramado, com redução de 20,5% da altura da folha, em relação à testemunha, 30 DAA, em uma das cinco avaliações realizadas. O mesmo herbicida (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) reduziu em 22,0% a altura da grama centípede (*Eremochloa ophiuroides*), em relação à testemunha (sem herbicida), 28 DAA (FRY, 1991). Esses resultados corroboraram com os obtidos no atual estudo e demonstraram a potencialidade deste herbicida como regulador de crescimento em gramados.

Pode-se fazer uma inferência quanto à necessidade de corte da grama esmeralda utilizando o trabalho de Johnson (1994), semelhante ao que foi feito no de Zanon (2015) que

avaliou doses de reguladores de crescimento (paclobutrazol e trinexapac-ethyl) em gramas esmeralda, bermudas 'Tifway 419' (*Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis*) e bermudas 'Celebration' (*Cynodon dactylon*). A grama bermuda deveria ser cortada quando o gramado atingisse um terço de sua altura, ou seja, 33,33% acima da altura de corte, de 3,0 cm (JOHNSON, 1994). Ao se considerar a mesma regra mencionada para a grama esmeralda, cuja altura de corte, no presente estudo, foi mantida a 3,0 cm, este seria necessário quando a altura ultrapassasse 4,0 cm. Sendo assim, aos 30 DAA do herbicida, a dose de glyphosate de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., na segunda e nona avaliações dispensaria o corte. Ressalta-se que, também usando o bom-senso, para valores muito próximos de 4,0 cm, como os obtidos quando o glyphosate foi aplicado na dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a., na primeira, quinta, sexta, sétima, oitava e décima avaliações, o corte poderia ser dispensado, pois o aumento na altura foliar fica imperceptível visualmente, quando se trata de mm de diferença (Tabela 4 e Figura 4).

Na terceira avaliação houve interação entre a aplicação de N e as doses do herbicida, para a altura foliar (Tabela 4) cujo desdobramento consta na Tabela 5 e Figura 5.

**Tabela 5** - Altura da grama esmeralda para terceira avaliação (12/03/2015), obtida do desdobramento, entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2015.

Doses de glyphosate (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)	Altura foliar (cm)				
	Testemunha	3 g m <sup>-2</sup> de N		6 g m <sup>-2</sup> de N	
		sem foliar	com foliar	sem foliar	com foliar
0	4,2 c	4,6 bc	5,1 ab	5,5 a	4,9 ab
200	3,8 bc	3,8 bc	3,7 c	4,4 ab	4,6 a
400	3,3 b	3,3 b	3,7 ab	4,0 a	4,2 a
600	3,1 b	3,3 ab	3,7 ab	3,3 ab	3,9 a
D.M.S. (5%)	0,7				

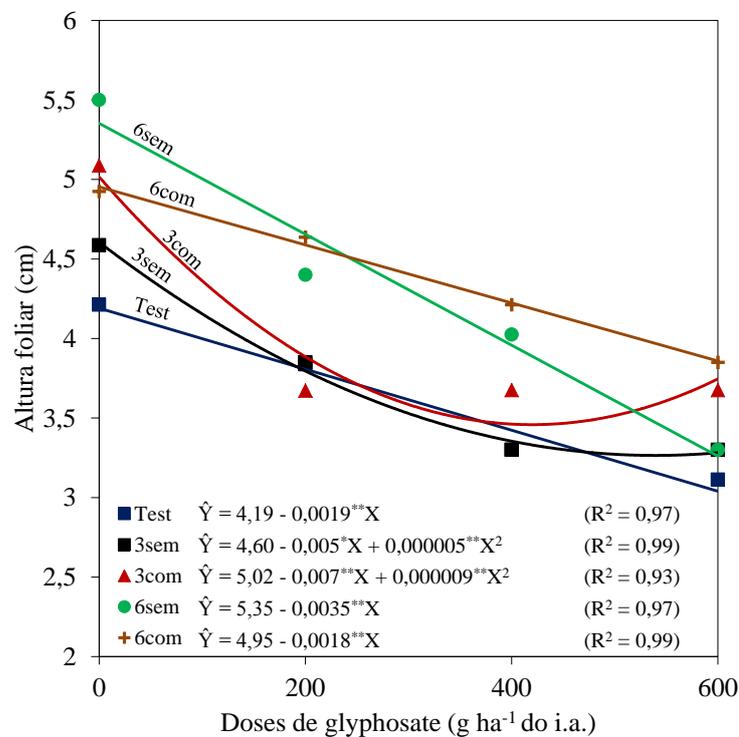
Nota: Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Em todas as doses de glyphosate constatou-se diferença dos valores da altura da grama esmeralda quando da adubação nitrogenada. Quando não foi aplicado herbicida (dose 0), os menores valores foram obtidos para a testemunha (sem N) e com a aplicação de 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem aplicação foliar de N, em relação aos outros tratamentos. Com as doses de glyphosate de 200 e 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., a testemunha (sem N) apresentou a menor altura foliar, diferindo apenas da aplicação de 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar (maior altura). Para a dose de glyphosate de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a., verificou-se a menor altura foliar do gramado

quando da ausência da adubação nitrogenada (testemunha) bem como quando foram aplicados  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, com e sem N via foliar, em relação aos demais tratamentos. Constatou-se, assim, que, de maneira geral, a dose de  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, com ou sem N via foliar, propiciou as maiores alturas (Tabela 5). No entanto, como explicitado anteriormente, esse incremento na altura não é desejável (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; GODOY et al., 2012; SILVA, 2016).

**Figura 5** - Altura da grama esmeralda, para terceira avaliação (12/03/2015), obtida do desdobramento entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N. Ilha Solteira/SP, 2015.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Na terceira avaliação, quanto às doses de herbicida, não houve diferença para a altura da grama quanto a adição ou não do N via foliar, quando da adubação com 3 e  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo (Tabela 5).

Para a testemunha (sem N) e quando foram aplicados  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, sem e com N via foliar constatou-se redução linear da altura da grama com o aumento das doses de glyphosate (Figura 5), sendo a mesma de, respetivamente, 27,2; 39,2 e 21,8%, para a dose de  $600 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a., em relação a não aplicação do herbicida. Quando da aplicação de  $3 \text{ g m}^{-2}$  de

N via solo, com e sem N via foliar verificou-se efeito quadrático, sendo que, com  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar, a menor altura foi de 3,4 cm, com a dose de glyphosate estimada de  $500 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a. e, em relação a aplicação de  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar, a menor altura foi de 3,7 cm, com a dose de glyphosate de  $389 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a. (Figura 5). Portanto, nestas doses do herbicida, o corte não seria necessário, considerando a inferência feita, anteriormente, baseada no estudo de Johnson (1994).

Por outro lado, Rosa et al. (2011), em trabalho desenvolvido em Ilha Solteira/SP, aplicaram seis subdoses de glyphosate (0, 26, 52, 78, 104 e  $130 \text{ g ha}^{-1}$  do e.a.), no estágio de desenvolvimento B4 do algodoeiro FMT 701, em que o primeiro botão floral no quarto ramo reprodutivo estava visível. Os autores verificaram, quanto às variáveis de crescimento (altura de plantas, diâmetro do caule e comprimento do quinto ramo), 15 DAA, que o herbicida interferiu na altura, proporcionando aumento, com ajuste quadrático das médias, até a dose  $60 \text{ g ha}^{-1}$  do e.a., com máxima de 160,56 cm na altura, incremento de aproximadamente 6,0% em relação ao controle. Constataram, portanto, que o uso de subdoses de glyphosate promoveu aumento na altura de plantas quando comparado ao não uso das subdoses. Nesse caso, houve a ocorrência do efeito hormese, ou seja, quando o herbicida utilizado em subdoses estimula o desenvolvimento da planta (SILVA et al., 2012).

Faltam, na literatura científica, o enfoque da adubação nitrogenada associada à aplicação de doses de herbicida como regulador de crescimento, em gramas (DINALLI et al., 2015), portanto, é difícil confrontar dados referentes à interação (N e doses de glyphosate), como a obtida nesta pesquisa. Em grama esmeralda, quando as doses de 10 e  $20 \text{ g m}^{-2}$  de N foram aplicadas juntamente com o glyphosate ( $200 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a.), este proporcionou, com relação à testemunha (sem herbicida) diminuição de 28,0 e de 27,3% da altura do gramado, 30 DAA, respectivamente, em uma das cinco avaliações realizadas por Dinalli et al. (2015). No entanto, os autores não estudaram doses do herbicida glyphosate, como no atual estudo. Dessa forma, a redução do crescimento proporcionada pelo glyphosate pode ser justificada enfocando o seu mecanismo e modo de ação no vegetal.

O herbicida atua na rota do ácido chiquímico, inibindo a enzima EPSPs, responsável pela formação dos aminoácidos aromáticos triptofano (precursor do AIA), tirosina e fenilalanina, essenciais para a manutenção do crescimento e desenvolvimento da planta. A produção do ácido indolilacético (AIA), um dos hormônios responsáveis pelo crescimento, é completamente dependente da rota do ácido chiquímico. Neste sentido, as modificações na

atividade da enzima EPSPs podem alterar, de modo significativo, as concentrações desse hormônio, cuja biossíntese é dependente do triptofano (FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2005; VELINI et al., 2009a; OLIVEIRA JUNIOR, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013). A biossíntese de AIA independente do triptofano tem como precursor o indol-3-glicerol fosfato que, por sua vez, depende de corismato para sua formação. Como a síntese de corismato é inibida pelo glyphosate, a biossíntese de AIA independente do triptofano também pode ser inibida pelo herbicida. Ou seja, o glyphosate bloqueia totalmente a síntese de AIA. Outro importante promotor de crescimento das plantas é a giberelina, cuja biossíntese é promovida pelo AIA (YAMADA; CASTRO, 2007), sendo que um dos mecanismos de ação das giberelinas é a expansão celular.

A redução do crescimento propiciada pela aplicação do herbicida pode, também, ser justificada pelo aumento da atividade da fenilalanina amônia liase (PAL), que atua reduzindo a quantidade de fenilalanina livre e, possivelmente, de tirosina, inibindo, assim, a síntese de proteínas ou, ainda, pela produção de níveis tóxicos de amônia e/ou aumentando os níveis dos compostos fenólicos que inibem o crescimento (DUKE; HOAGLAND; ELMORE, 1980).

Tais inferências podem explicar a redução da altura da grama esmeralda quando o glyphosate foi aplicado.

#### 4.2 MATÉRIA SECA FOLIAR

Houve diferença dos valores da matéria seca foliar da grama esmeralda em relação à testemunha, na primeira, segunda, quarta, quinta, sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliações, quando da aplicação de N. Os maiores valores foram obtidos com a aplicação de  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo com ou sem N via foliar, na primeira, segunda, quarta, sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliações, sendo o mesmo verificado na sexta avaliação, também para a aplicação de  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar. Na quinta avaliação, todos os tratamentos que receberam a adubação nitrogenada propiciaram matéria seca foliar maiores que o da testemunha (Tabela 6).

Pode-se inferir, portanto, que a maior dose de N ( $6 \text{ g m}^{-2}$ ) proporcionou as maiores produções de matéria seca das folhas. Da mesma forma, Dinalli (2014) relatou aumento dos valores de matéria seca foliar da grama esmeralda com o aumento das doses de N (0, 5, 10 e  $20 \text{ g m}^{-2}$ , parcelada em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia) em seis das oito

avaliações realizadas. Fonseca, Rosa e Fontana (2002), em estudo com a grama batatais, constataram que a testemunha (ausência de N) apresentou a menor quantidade de matéria seca total (colmo + folhas) e verde (somente folhas), em comparação aos demais tratamentos (20 e 40 g m<sup>-2</sup> de N, sem parcelamento, utilizando como fonte o sulfato de amônio), corroborando com o resultado do presente estudo.

**Tabela 6** - Matéria seca foliar da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Matéria seca foliar (g m <sup>-2</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	70,7 d	65,8 d	95,9	59,4 d	71,2 b
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	74,2 cd	88,0 c	130,1	100,0 bc	97,0 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	89,6 bc	95,1 bc	159,3	83,1 cd	97,9 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	98,9 ab	120,7 a	191,1	127,4 a	106,7 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	112,8 a	107,3 ab	203,8	109,6 ab	108,7 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	17,4	13,6	38,6	25,3	16,4
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	99,7**	113,0**	221,2	130,0**	109,2**
<b>200</b>	90,6	97,0	143,1	93,2	102,1
<b>400</b>	82,7	78,4	129,5	93,2	86,1
<b>600</b>	84,1	91,9	130,3	67,2	87,8
<b>C.V. (%)</b>	12,96	12,18	21,18	22,59	14,56
<b>F adubação x doses</b>	1,63 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	3,27**	1,45 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	72,3 c	87,1 c	111,8 b	83,5 b	88,5 c
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	93,0 ab	104,2 b	139,5 ab	108,5 ab	102,1 b
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	89,3 bc	102,8 b	136,5 ab	107,6 ab	101,0 b
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	107,6 a	119,8 a	160,3 a	125,5 a	111,6 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	108,5 a	122,2 a	154,6 a	125,2 a	109,9 ab
<b>D.M.S. (5%)</b>	17,7	12,2	28,4	25,4	9,1
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	101,5**	113,8**	174,5**	125,0**	107,7**
<b>200</b>	98,3	104,8	146,5	109,1	102,1
<b>400</b>	92,8	110,5	129,1	110,9	100,4
<b>600</b>	84,0	99,8	112,1	95,3	100,3
<b>C.V. (%)</b>	16,09	9,76	17,26	19,73	7,57
<b>F adubação x doses</b>	0,76 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns e \*\* - não significativo e significativo a 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Os resultados verificados, na presente pesquisa, comprovaram o efeito do N no crescimento da parte aérea das plantas e demonstraram associação entre a maior dose de N e a produção de matéria seca (FONSECA; ROSA; FONTANA, 2002; OLIVEIRA et al., 2010a; LIMA et al., 2015), o que pôde ser enfatizado pela correlação positiva entre os valores de altura e matéria seca foliar ( $r = 0,97^{**}$ ), considerando os dados das dez avaliações. O mesmo foi notado por Dinalli (2014), que mencionou efeito do N no crescimento da parte aérea da grama esmeralda e obteve correlação positiva entre os valores de altura e matéria seca foliar ( $r = 0,96^{**}$ ).

Porém, a maior quantidade de matéria seca também não é resultado desejável para gramados com função ornamental, porque eleva a necessidade de cortes para a manutenção de sua estética (AMARAL; CASTILHO, 2012) e, conseqüentemente, há maior gasto com máquinas, operadores e combustível, além do que, quando a dose de N for aplicada em excesso podem haver perdas econômicas relacionadas ao desperdício do adubo (OLIVEIRA et al., 2015). Nas rodovias, por exemplo, onde se enfatiza a importância do verde, são realizados cerca de nove cortes ao ano, para evitar que se forme muita matéria seca, contribuindo para o menor risco de incêndios e a maior facilidade de controlá-los, caso haja necessidade (AFFONSO; FREITAS, 2003; CHAER, 2015).

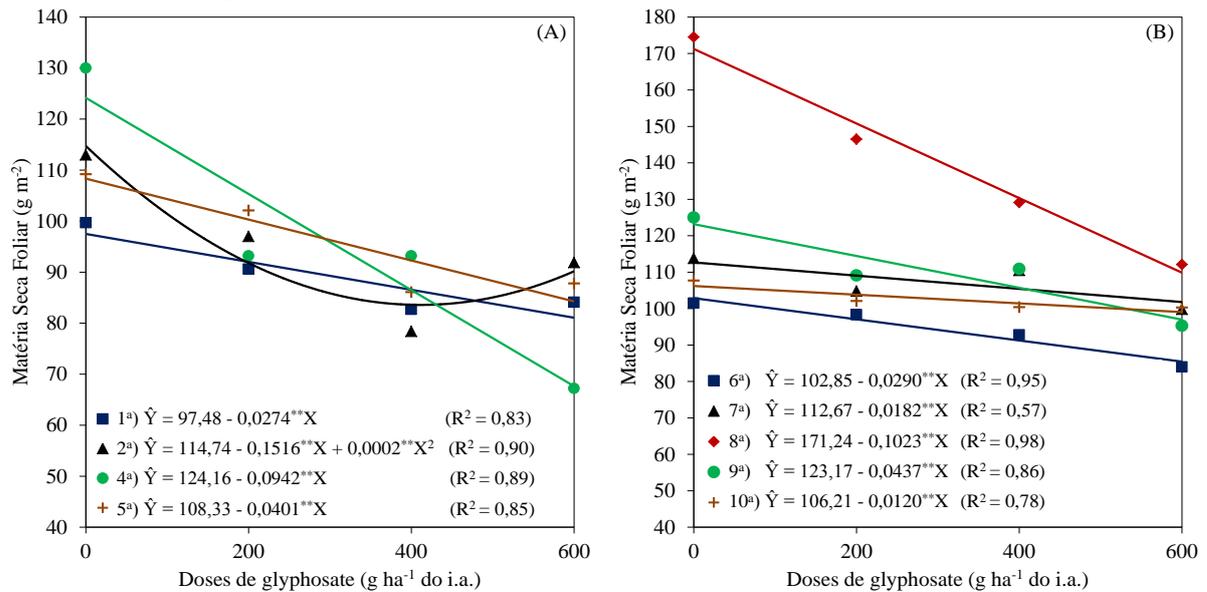
Nesse sentido, cabe ainda ressaltar, a quantidade e a dificuldade de escoamento da matéria seca gerada do corte das gramas, como estudado por Dourado e Silva (2011), em grama são carlos (*Axonopus affinis* e *Axonopus compressus*). Há altos dispêndios, se forem considerados gastos com mão-de-obra, operacional, transporte de pessoal e custo de operação do aterro por tonelada de resíduo do gramado.

Quando foram aplicados 3 e 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo não houve diferença para os valores de matéria seca foliar do gramado, em relação a adição ou não do N via foliar (Tabela 6).

Constatou-se redução linear da matéria seca foliar com o aumento das doses de glyphosate, na primeira, quarta, quinta, sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliações, sendo a porcentagem de redução de, respectivamente, 16,9; 45,5; 22,2; 16,9; 9,7; 35,8; 21,3 e 6,8% com a aplicação da maior dose (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) em relação a não aplicação de herbicida (dose 0). Na segunda avaliação, houve efeito quadrático dos valores de matéria seca em relação às doses de herbicida, sendo a mínima produção de 86 g m<sup>-2</sup> de matéria seca com a dose estimada de 379 g ha<sup>-1</sup> do i.a. de glyphosate (Tabela 6 e Figura 6).

Leite, Correia e Braz (2010) relataram que, aos 71 DAA, o glyphosate (216 g ha<sup>-1</sup> do e.a.) propiciou redução nos valores de matéria seca da grama batatais de 18,7% em relação à testemunha, porcentagem próxima à constatada na primeira, quinta e sexta avaliações do atual estudo.

**Figura 6** - Matéria seca foliar da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na primeira, segunda, quarta, quinta (A), sexta, sétima, oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Freitas et al. (2002) estabeleceu como satisfatória a redução de 30% para a matéria seca total da grama batatais. Sendo assim, pode-se inferir que a aplicação de glyphosate na dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. foi eficiente, na quarta e oitava avaliações, apresentando mais que 30% de redução de matéria seca da grama esmeralda (Tabela 6 e Figura 6). Como os autores ressaltaram, faltam informações detalhadas, determinando porcentagens de controles ideais para tal característica em gramados.

Houve interação entre a aplicação de N e as doses de herbicida, na terceira avaliação (Tabela 6), cujos desdobramentos estão na Tabela 7 e Figura 7.

Dentro da dose 0 (sem herbicida) os menores valores foram obtidos para a testemunha (sem N), em relação aos demais tratamentos, exceto para a adubação com 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar. Para a dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a., verificou-se menor matéria seca das folhas quando da ausência da adubação nitrogenada (testemunha), que diferiu apenas dos verificados quando da aplicação de 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar (maiores valores).

Dentro da dose de glyphosate de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., a testemunha (sem N) e a aplicação de 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar propiciaram os menores valores de matéria seca foliar, diferindo apenas dos constatados para a aplicação de 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar (maiores valores) (Tabela 7).

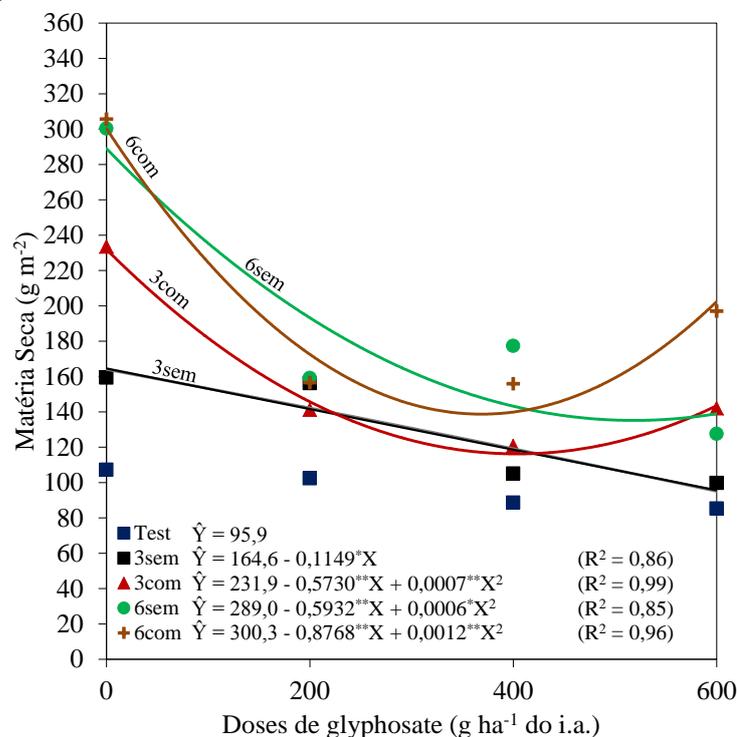
**Tabela 7** - Matéria seca foliar da grama esmeralda, para terceira avaliação (12/03/2015), obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2015.

Doses de ghyphosate (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)	Matéria seca foliar (g m <sup>-2</sup> )				
	Testemunha	3 g m <sup>-2</sup> de N		6 g m <sup>-2</sup> de N	
		sem foliar	com foliar	sem foliar	com foliar
0	107,2 c	159,4 bc	233,5 ab	300,4 a	305,7 a
200	102,4 a	156,2 a	141,2 a	159,2 a	156,5 a
400	88,6 b	105,1 ab	120,7 ab	177,3 a	155,9 ab
600	85,3 b	99,8 b	141,9 ab	127,6 ab	197,0 a
D.M.S. (5%)		77,3			

Nota: Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração da própria autora.

**Figura 7** - Matéria seca foliar da grama esmeralda, para terceira avaliação (12/03/2015), obtida do desdobramento entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N. Ilha Solteira/SP, 2015.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Para a dose de  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, quando da aplicação ou não de N foliar verificaram-se os maiores valores de matéria seca das folhas da grama, em comparação aos demais tratamentos (Tabela 7), o que não é desejável (AMARAL; CASTILHO, 2012) devido ao aumento de gastos.

Quanto às doses de herbicida, quando foram aplicados  $3$  e  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo não houve diferença para os valores de matéria seca das folhas em relação a adição ou não do N via foliar (Tabela 7). Tal resultado pode ser explicado com base na dose de N aplicada via foliar ( $0,09 \text{ g m}^{-2}$ ), que foi baixa em relação à via solo ( $3$  e  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N), não influenciando os valores de matéria seca foliar, sendo que o principal intuito da aplicação foliar de N foi verificar se havia ou não efeito na coloração verde do gramado.

Quando da adubação com  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar, houve redução linear dos valores de matéria seca das folhas com o aumento das doses do herbicida, sendo esta de  $41,9\%$  ( $600 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a.) quando comparado à não aplicação de glyphosate (Figura 7), considerada satisfatória por Freitas et al. (2002). Para essa condição, em função do comportamento linear, seriam necessárias doses maiores do herbicida para a obtenção de resposta mais precisa quanto à dose que melhor controlaria a produção de matéria seca do gramado.

Para os tratamentos adubados com  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar, verificou-se efeito quadrático, com a mínima produção de matéria seca de  $114,6 \text{ g m}^{-2}$ , obtida com a dose estimada de glyphosate de  $409 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a. O mesmo foi verificado para a grama adubada com  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar, e com  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar, com a mínima produção de matéria seca de, respectivamente,  $142,4 \text{ g m}^{-2}$ , obtida com a dose de glyphosate estimada de  $494 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a., e de  $140,1 \text{ g m}^{-2}$ , na dose estimada de  $365 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a (Figura 7).

Dinalli (2014) avaliou doses de N ( $0, 5, 10$  e  $20 \text{ g m}^{-2}$ , fonte ureia, parceladas em cinco aplicações ao ano) e o uso de herbicidas (glyphosate, imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl, nas doses de, respectivamente,  $200, 420, 80$  e  $140 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a. mais a testemunha, sem herbicida) como reguladores de crescimento e, assim como no presente estudo, constatou interação entre as doses de N e os herbicidas, 30 DAA dos mesmos, salientando o destaque do glyphosate no controle da produção de matéria seca quando da adubação com a maior dose de N, em relação aos demais herbicidas.

A redução na produtividade de matéria seca foliar da grama esmeralda proporcionada pelo glyphosate pode estar relacionada ao seu mecanismo de ação, descrito anteriormente (FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2005; YAMADA; CASTRO, 2007; VELINI et al., 2009a; ZOBIOLE et al., 2011; OLIVEIRA JUNIOR, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013). A via do chiquimato, na qual o glyphosate atua, é responsável pela formação dos compostos fenólicos, que podem representar até 35% da biomassa vegetal (BOUDET; GRAZIANA; RANJEVA, 1985; KRUSE; MICHELANGELO; VIDAL, 2000; FURLANI JUNIOR et al., 2009).

#### 4.3 ÁREA FOLIAR

Na segunda, quinta, sétima e oitava avaliações, todos os tratamentos propiciaram maiores áreas foliares do gramado, em reação à testemunha (sem N). Na terceira avaliação, verificou-se diferença apenas entre a aplicação de 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar (maior valor) em relação à testemunha (menor valor). Na quarta e sexta avaliações, os maiores valores de área foliar foram obtidos quando da adubação com 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo tanto com a aplicação ou não do N via foliar, os quais diferiram do valor da testemunha. Na sexta avaliação, a aplicação de 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar também propiciou maiores valores de área foliar em relação à testemunha. Na décima avaliação, a adubação com 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar propiciou as maiores áreas foliares da grama esmeralda em relação à testemunha e à adubação com 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar (Tabela 8).

Pesquisando o efeito de doses de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia), em grama esmeralda, Dinalli (2014) verificou, assim como neste estudo, que os valores da área foliar foram maiores quando utilizadas doses maiores de N. Resultado semelhante foi obtido por Paciullo, Gomide e Ribeiro (1998), em capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Shum cv. Mott), que constataram aumento do índice de área foliar com as maiores doses de N (0, 7,5; 15; 22,5 e 30 g m<sup>-2</sup>); por Fagundes et al. (2006), que concluíram que o índice de área foliar da *Brachiaria decumbens* sob pastejo aumentou quando da aplicação da maior dose de N (7,5; 15; 22,5 e 30 g m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup> de N) e por Scheffer-Basso et al. (2013) que verificaram efeito do N, aplicado na forma de dejetos líquidos de suínos (0, 10, 20, 30, 40 e 50 g m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup> de N) no índice de área foliar, avaliado

semanalmente, da grama-tapete (*Axonopus affinis*), sendo que os maiores índices também foram obtidos com as maiores doses de N.

**Tabela 8** - Área foliar da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Área foliar (mm <sup>2</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	170,5 a	181,8 b	165,9 b	157,4 b	138,1 b
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	190,3 a	209,3 a	185,1 ab	178,6 ab	172,9 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	182,4 a	207,6 a	180,6 ab	174,1 ab	179,3 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	193,2 a	209,6 a	195,2 a	190,7 a	192,6 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	197,8 a	222,3 a	190,3 ab	185,8 a	198,5 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	30,3	23,2	28,4	28,4	29,7
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	191,9 <sup>ns</sup>	213,5 <sup>ns</sup>	193,6*	188,0*	196,7 <sup>**</sup>
<b>200</b>	179,7	198,7	185,1	179,5	180,2
<b>400</b>	186,4	199,6	178,4	172,8	167,7
<b>600</b>	189,3	212,7	176,6	169,0	160,5
<b>C.V. (%)</b>	13,88	9,64	13,24	13,69	14,40
<b>F adubação x doses</b>	1,89 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	1,19 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	158,9 b	177,6 b	171,9 b	169,6 a	139,6 c
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	204,8 a	243,8 a	229,8 a	198,2 a	175,1 b
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	183,6 ab	226,8 a	227,2 a	197,7 a	175,0 b
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	222,6 a	225,5 a	223,6 a	202,6 a	195,2 ab
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	217,8 a	229,7 a	225,2 a	205,7 a	198,3 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	43,7	30,1	20,1	42,9	22,2
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	206,1 <sup>ns</sup>	241,2 <sup>**</sup>	243,4 <sup>**</sup>	234,8 <sup>**</sup>	183,5 <sup>**</sup>
<b>200</b>	190,7	215,5	210,5	189,5	184,1
<b>400</b>	199,0	214,4	204,1	194,4	174,3
<b>600</b>	194,5	211,6	204,2	160,5	164,6
<b>C.V. (%)</b>	18,91	11,67	7,99	18,82	10,77
<b>F adubação x doses</b>	1,67 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>	1,91 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns;\* e \*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

De acordo com Silva et al. (2011), a área foliar está estritamente relacionada ao processo fotossintético das plantas e, segundo Paciullo, Gomide e Ribeiro (1998), o aumento da área foliar resulta em mais intensa interceptação da luz solar incidente e propicia, também, maior taxa de crescimento da planta. Sendo assim, considerando os dados das avaliações, houve correlação positiva entre os valores da área e de altura ( $r = 0,96^{**}$ ) e matéria seca ( $r = 0,94^{**}$ ) das folhas da grama esmeralda. Resultados que estão em consonância com os

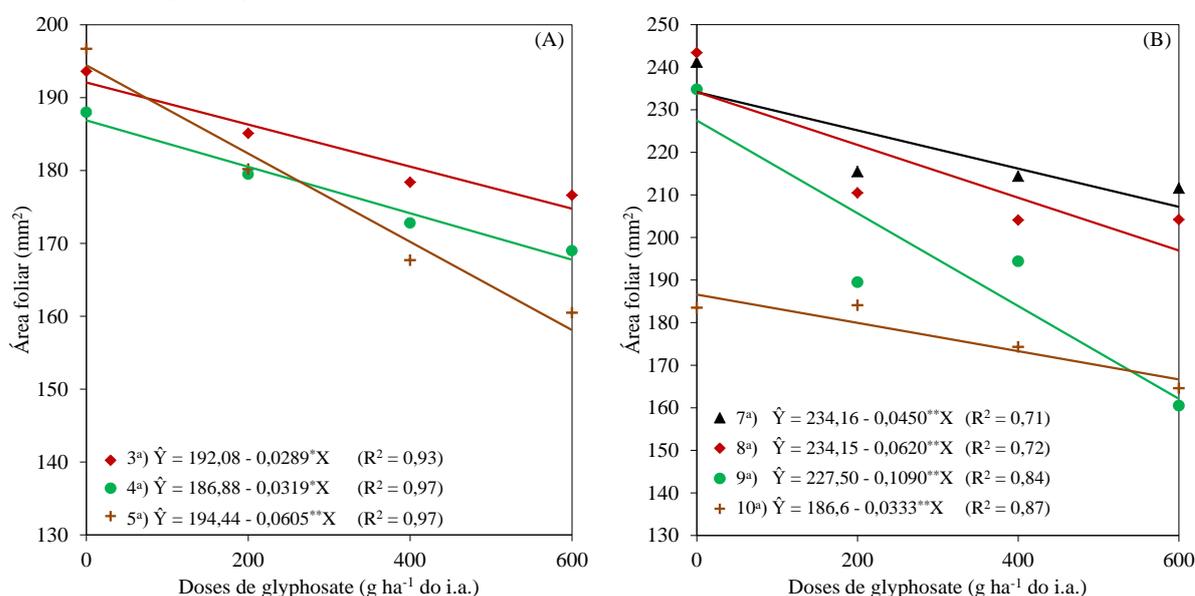
constatados pelos últimos autores citados, que verificaram correlação positiva entre o índice de área foliar e o rendimento forrageiro do capim elefante anão; por Repke et al. (2011) que concluíram que híbridos de milho que apresentaram maior índice de área foliar propiciaram maior acúmulo de matéria seca total e por Dinalli (2014) que observou correlação positiva entre os valores da área foliar e da altura ( $r = 0,97^{**}$ ) e matéria seca ( $r = 0,94^{**}$ ) das folhas da grama esmeralda, levando em conta os dados de oito avaliações. Porém, não se objetiva, como mensurado anteriormente, maior crescimento e quantidade de matéria seca foliar para gramados ornamentais.

Neste contexto, recomenda-se que, quando da realização do corte, não se deve remover mais que um terço da área foliar, pois isso pode resultar em raleamento temporário do gramado (UNRUH, 2004; SAMPAIO, 2012). Respeitando esta regra, após o corte, ainda mantém-se área foliar fotossinteticamente ativa da grama (BECKER, 2012). Quando os gramados são cortados muito abaixo da área foliar, há espaço limitado para sustentar a taxa de fotossíntese que mantenha o seu vigor (RIBEIRO; SHERRATT, 2012), tornando-os mais suscetíveis à seca, alta temperatura e injúrias de uso (UNRUH, 2004).

Outro fator relevante é que grandes áreas foliares podem ser prejudiciais ao crescimento e à sobrevivência das plantas sob condições de estresse, pois proporcionam ampla superfície de evaporação de água, o que é vantajoso para o esfriamento foliar, mas podem levar ao rápido esgotamento da água do solo ou à excessiva e danosa absorção de energia solar (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Quanto às doses de glyphosate, na terceira, quarta, quinta, sétima, oitava, nona e décima avaliações, houve diminuição linear dos valores da área foliar do gramado com o aumento das doses do herbicida (Tabela 8 e Figura 8), sendo esta de 9,0; 10,2; 18,7; 11,5; 15,9; 28,7 e 10,7%, respectivamente, quando foram aplicados 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. em relação a não aplicação do herbicida. Dinalli (2014) pesquisou a aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento (glyphosate, imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl, na dose de, respectivamente, 200, 420, 80 e 140 g ha<sup>-1</sup> do i.a. mais a testemunha, sem herbicida), em grama esmeralda e, diferente do atual estudo, não verificou efeito do glyphosate nos valores de área foliar do gramado, 30 DAA.

**Figura 8** - Área foliar da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na terceira, quarta, quinta (A), sétima, oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

As plantas podem diminuir sua área foliar pela redução da divisão e expansão celulares, pela alteração das formas foliares e/ou pela inibição da senescência e abscisão foliares (TAIZ; ZEIGER, 2013). Conseqüentemente, na atual pesquisa, a redução da área foliar da grama esmeralda foi propiciada, provavelmente, pelo mecanismo de ação do herbicida (FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2005; YAMADA; CASTRO, 2007; VELINI et al., 2009a; OLIVEIRA JUNIOR, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013) que pode reduzir a divisão e a expansão celulares, posto ser a rota do ácido chiquímico, que é inibida pelo glyphosate, de suma importância para o crescimento e o desenvolvimento vegetal (GOMES, 2011).

#### 4.4 CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MACRONUTRIENTES

##### 4.4.1 Nitrogênio

Houve diferença das concentrações foliares de N do gramado, em todas as avaliações, quando da adubação nitrogenada. Na primeira avaliação, todos os tratamentos propiciaram concentrações maiores que a da testemunha. Na segunda e sexta avaliações, as maiores concentrações foliares de N da grama esmeralda foram obtidas quando da adubação com 6

$\text{g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar, em relação à testemunha e aos demais tratamentos, porém sem diferir de  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar. Na terceira e oitava avaliações, a grama adubada com a maior dose de N via solo, tanto com a aplicação ou não de N via foliar, apresentou as maiores concentrações de N nas folhas, em relação à testemunha e aos demais tratamentos. O mesmo foi verificado para a quarta avaliação, no entanto, sem diferir das concentrações obtidas com  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar. Na quinta, nona e décima avaliações, a dose de  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar resultou em maiores concentrações de N nas folhas do gramado, em relação à testemunha, mas não diferiu dos resultados com  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar, e  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar (quinta avaliação) e com  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar (nona e décima avaliações). Na sétima avaliação, as maiores concentrações foliares de N da grama esmeralda foram obtidas quando da adubação com  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, tanto quando da aplicação ou não de N via foliar, em relação à testemunha (Tabela 9). Pôde-se constatar, assim, que, de modo geral, a maior dose de N proporcionou as maiores concentrações foliares de N, com ou sem N via foliar (Tabela 9).

Da mesma forma que no atual estudo, Dinalli (2014) verificou maiores concentrações foliares de N da grama esmeralda com as maiores doses de N (0, 5, 10 e  $20 \text{ g m}^{-2}$ , parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia), em cinco das oito avaliações realizadas, sendo os maiores valores de 18,1; 21,5; 17,9; 18,9 e  $18,5 \text{ g kg}^{-1}$  para a primeira, segunda, quinta, sexta e sétima avaliações, respectivamente. Em estudos realizados em área comercial de grama esmeralda adubada com lodo de esgoto (0, 10, 20, 30 e  $40 \text{ g m}^{-2}$  de N, sem parcelamento, Backes et al. (2010b) também constataram, aos 45 DAA do lodo de esgoto, incremento na concentração de N na lâmina foliar, atingindo  $28 \text{ g kg}^{-1}$  com a dose de  $40 \text{ g m}^{-2}$  de N e Oliveira et al. (2010b) verificaram nas épocas avaliadas (45; 130; 190 e 250 DAA do lodo) aumento na concentração foliar de N, atingindo valores máximos de 20; 25; 24 e  $19 \text{ g kg}^{-1}$ , com a maior dose.

No presente trabalho, as maiores concentrações foliares de N (Tabela 9) ficaram muito próximas às verificadas por Dinalli (2014) e abaixo, porém próximas aos valores obtidos pelos demais autores mencionados. Ressalta-se que o foco do presente estudo foi a adubação de manutenção, que visou manter a coloração verde intensa do gramado; enquanto que nos trabalhos citados o foco foi em áreas de produção de grama, cujo objetivo principal, além de manter a qualidade dos tapetes (coloração e resistência ao manuseio), foi acelerar o tempo de

produção da grama (taxa de cobertura do solo pela grama) (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003; GODOY et al., 2012). Desse modo, o presente estudo, assim como o de Dinalli (2014) trabalhou com tapete formado (gramado implantado) e os demais trabalhos mencionados com formação do tapete de grama a partir do corte (produção).

**Tabela 9** - Concentrações de N nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	15,9 b	16,1 c	15,1 c	14,6 c	14,9 c
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	18,3 a	18,5 b	18,4 b	18,0 b	20,8 ab
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	18,6 a	18,4 b	18,3 b	19,5 ab	19,9 b
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	18,7 a	19,7 ab	20,7 a	20,8 a	22,3 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	18,8 a	20,4 a	19,9 a	20,8 a	21,6 ab
D.M.S. (5%)	2,4	1,3	1,3	1,8	2,2
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
0	17,7 <sup>ns</sup>	18,7 <sup>ns</sup>	18,6 <sup>ns</sup>	17,9 <sup>*</sup>	20,0 <sup>ns</sup>
200	18,2	18,0	18,7	18,7	19,5
400	17,6	19,4	18,8	19,4	19,9
600	18,1	18,4	17,9	19,1	20,2
C.V. (%)	9,10	6,06	6,20	8,22	9,69
F adubação x doses	0,92 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	15,3 d	18,3 b	17,4 c	18,8 d	13,1 d
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	18,1 c	19,9 ab	20,4 b	24,3 bc	17,9 bc
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	19,1 bc	19,6 ab	20,6 b	23,0 c	17,2 c
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	21,1 ab	20,9 a	22,9 a	28,1 a	20,4 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	23,0 a	21,2 a	22,6 a	25,9 ab	19,6 ab
D.M.S. (5%)	2,7	1,7	1,8	2,5	2,0
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
0	19,7 <sup>ns</sup>	19,8 <sup>*</sup>	21,2 <sup>ns</sup>	23,8 <sup>ns</sup>	17,1 <sup>**</sup>
200	19,3	19,7	20,8	23,9	16,9
400	19,4	19,8	20,2	23,9	17,9
600	18,8	20,7	21,0	24,5	18,7
C.V. (%)	12,24	7,07	7,53	9,07	9,55
F adubação x doses	0,99 <sup>ns</sup>	1,90 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns;\* e \*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

As concentrações de N nas folhas das gramas, segundo Godoy et al. (2012), variam de 20 a 50 g kg<sup>-1</sup>, e o teor médio de 14 g kg<sup>-1</sup> de N indica deficiência crítica e acima ou igual a 20 g kg<sup>-1</sup> indica suficiência. Godoy et al. (2007) estudaram o efeito de doses de N (0, 20, 40 e 60 g m<sup>-2</sup>, utilizando como fonte a ureia), na produção de tapetes de grama esmeralda, aplicando-se 5% da dose total de cada tratamento aos 35 DAC e o restante parcelado em seis aplicações a cada 45 dias, e constataram que as gramas que não receberam a adubação nitrogenada apresentaram concentração de N entre 14 e 16 g kg<sup>-1</sup>, podendo este valor ser adotado como indicativo de deficiência severa. As que receberam 60 g m<sup>-2</sup> de N propiciaram concentração de 24 e 26 g kg<sup>-1</sup> de N, podendo ser considerada ideal para a produção de tapetes de grama esmeralda, pois as gramas com essa concentração formaram tapetes mais rapidamente.

No presente trabalho, as menores concentrações (Tabela 9) foram obtidas para a testemunha (sem N) e variaram, nas dez avaliações, de 13,1 a 18,8 g kg<sup>-1</sup> de N, dentro ou muito próximo do intervalo verificado por Godoy et al. (2007) para a grama que não recebeu adubação nitrogenada e próxima à deficiência crítica (GODOY et al., 2012). As demais (Tabela 9) ficaram dentro ou muito próximas à concentração considerada suficiente por Godoy et al. (2012) e adequada, para a grama esmeralda, por Mills e Jones Junior (1996), de 20 a 24 g kg<sup>-1</sup> de N.

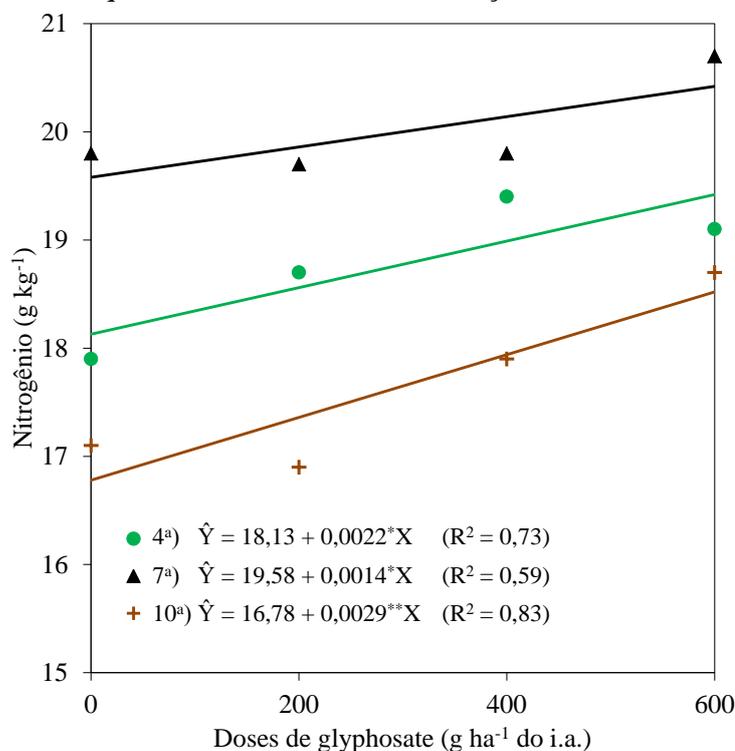
Na quarta, sétima e décima avaliações, verificou-se aumento linear das concentrações foliares de N com o incremento das doses de glyphosate, sendo a porcentagem de aumento de 7,3; 4,3 e 10,4%, respectivamente. De maneira geral, as concentrações foliares de N na grama esmeralda, quando da aplicação do herbicida, ficaram próximas a 20 g kg<sup>-1</sup>, considerada suficiente por Godoy et al. (2012) e, na oitava e nona avaliações ficaram dentro do intervalo considerado adequado por Mills e Jones Junior (1996) (Tabela 9 e Figura 9).

Apesar das afirmações de Meschede et al. (2009), de que a aplicação de glyphosate pode alterar a disponibilidade de determinados macronutrientes e de Damin e Trivelin (2011), de que o herbicida altera o metabolismo do N da planta, não houve efeito, na maioria das avaliações (Tabela 9), pois foram usadas subdoses de glyphosate, no presente trabalho.

O resultado propiciado pelo glyphosate, na quarta, sétima e décima avaliações (Tabela 9 e Figura 9), deve-se ao efeito concentração, em que as plantas que se desenvolveram menos, em função da aplicação da maior dose do herbicida (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) como regulador de crescimento, concentraram o N absorvido pela menor matéria seca produzida e,

consequentemente, houve a maior concentração do nutriente no tecido foliar, em relação à não aplicação do herbicida, cuja matéria seca foi maior (Tabela 6 e Figura 6).

**Figura 9** - Concentrações de N nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na quarta, sétima e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

#### 4.4.2 Fósforo

Para as concentrações foliares de P da grama esmeralda não houve diferença entre a aplicação de N em relação à testemunha e aos demais tratamentos, em todas as avaliações (Tabela 10). Por outro lado, Dinalli (2014) verificou que as concentrações foliares de P da grama esmeralda foram menores quando da aplicação da maior dose de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia), em quatro das oito avaliações. Em outras duas avaliações, a autora obteve o contrário, ou seja, maior concentração de P foliar com as maiores doses de N. Backes (2008) verificou aumento na concentração foliar de P da grama esmeralda com as maiores doses de lodo de esgoto (0, 10, 20, 30 e 40 g m<sup>-2</sup> de N, sem parcelamento), aos 45, 105 e 165 DAA do lodo.

**Tabela 10** - Concentrações de P nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	4,8 a	5,5 a	4,3 a	6,2 a	7,0 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	5,7 a	5,6 a	4,1 a	6,3 a	7,5 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	5,1 a	5,7 a	4,6 a	7,0 a	7,2 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	5,1 a	5,6 a	4,4 a	6,7 a	8,0 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	5,3 a	5,4 a	4,5 a	6,4 a	8,0 a
D.M.S. (5%)	1,0	0,8	0,7	1,1	1,5
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	5,1 <sup>ns</sup>	5,8 <sup>ns</sup>	4,3 <sup>ns</sup>	6,1 <sup>**</sup>	7,2 <sup>ns</sup>
200	5,4	5,1	4,4	6,4	7,7
400	4,9	5,6	4,3	6,4	7,7
600	5,4	5,6	4,5	7,2	7,6
C.V. (%)	13,38	12,84	14,70	14,50	16,57
F adubação x doses	1,40 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	1,94 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	6,4 a	6,6 a	8,2 a	7,1 a	4,6 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	6,6 a	6,0 a	8,8 a	7,1 a	4,2 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	6,7 a	6,3 a	8,3 a	7,1 a	4,5 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	6,7 a	6,5 a	8,5 a	6,3 a	4,6 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	6,3 a	6,2 a	8,4 a	6,3 a	4,0 a
D.M.S. (5%)	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	6,6 <sup>ns</sup>	6,4 <sup>ns</sup>	8,3 <sup>ns</sup>	6,8 <sup>ns</sup>	4,8 <sup>ns</sup>
200	6,7	6,5	8,6	7,6	4,3
400	6,4	6,0	8,6	6,2	4,1
600	6,4	6,5	8,3	6,3	4,4
C.V. (%)	12,94	11,74	9,33	12,32	18,96
F adubação x doses	1,11 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns e \*\* - não significativo e significativo a 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Quando da aplicação de N, as concentrações foliares de P da grama esmeralda variaram de 4,0 a 8,8 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 10). Esses valores ficaram acima da faixa considerada ideal para esta espécie, por Mills e Jones Junior (1996), de 1,9 a 2,2 g kg<sup>-1</sup> de P; porém, de maneira geral, dentro da concentração adequada para as folhas das gramas, de 2 a 6 g kg<sup>-1</sup>,

citada por Godoy et al. (2012) e muito próximas às constatadas por Dinalli (2014), de 5,0 a 7,4 g kg<sup>-1</sup> de P.

A concentração adequada de P nas folhas do gramado é positiva, pois apesar de ser dos macronutrientes exigido em menores quantidades pelas gramas, tem fundamental importância para o crescimento dos gramados. Possui, assim como o N, função estrutural, fazendo parte de várias biomoléculas nas plantas, principalmente as relacionadas ao armazenamento e transferência de energia, sendo mais importante para o desenvolvimento das raízes do que o N (JIMÉNEZ, 2008; GODOY et al., 2012).

Na quarta avaliação, verificou-se aumento linear das concentrações de P nas folhas do gramado com o aumento das doses do herbicida, sendo este de 16,9% para a maior dose (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) em relação à não aplicação de glyphosate (Tabela 10 e Figura 10). Tais concentrações ficaram acima, mas muito próximas da faixa considerada adequada por Godoy et al. (2012), para as folhas das gramas, de 2 a 6 g kg<sup>-1</sup> de P.

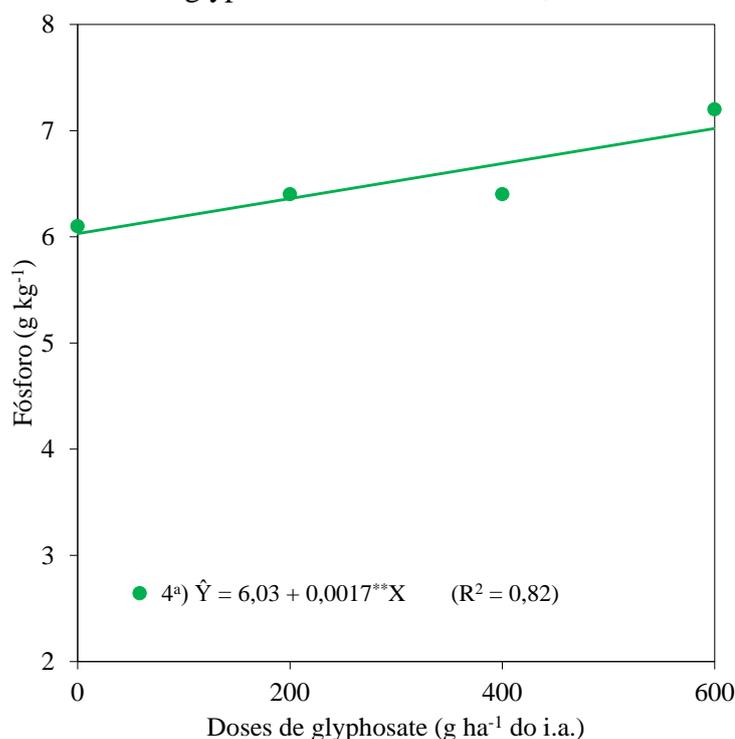
Houve, na quarta avaliação, a ocorrência do efeito concentração do nutriente nas folhas do gramado, assim como para o N (Tabela 9 e Figura 9), posto que a grama concentrou o nutriente na lâmina foliar devido à menor matéria seca verificada para a maior dose do herbicida, de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a, em relação à sua não aplicação, cuja matéria seca foi maior (Tabela 6 e Figura 6).

Além da explicação dada quanto ao efeito concentração, que pode ter ocorrido, há também a de que o glyphosate pode induzir genes transportadores de P de alta afinidade, aumentando a sua translocação dentro da planta (GODOY, 2007), e, assim, sua concentração foliar. Todavia, isso ocorreu apenas em uma das nove avaliações (Tabela 10 e Figura 10).

Apesar de serem poucos os trabalhos que procuraram estudar o efeito de subdoses ou doses de glyphosate sobre a nutrição mineral das culturas (RABELLO; MONNERAT; VASCONCELOS JÚNIOR, 2014), alguns estudos demonstraram, assim como no presente trabalho (4ª avaliação), efeito do glyphosate nas concentrações foliares de P, embora estes não tenham focado gramados. Godoy (2007), na cultura da soja, trabalhou com subdoses de glyphosate (0; 1,8; 3,6; 7,2; 18; 36; 72; 180; 360 e 720 g ha<sup>-1</sup> do e.a.), aplicado quando as plantas apresentaram o terceiro trifólio expandido, e com a adubação de plantio com doses de P (50 e 150 mg L<sup>-1</sup>) e verificou concentração de P nas folhas elevado em 2,61 vezes pela aplicação de 18 g ha<sup>-1</sup> do e.a. Rabello, Monnerat e Vasconcelos Júnior (2014) avaliaram o efeito hormético (quando há estímulo do desenvolvimento e aumento de produtividade,

diferindo do foco do atual estudo) de subdoses de glyphosate (0; 4,32; 8,64 e 12,96 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), na composição mineral do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar BR1 Xodó e constataram incremento do teor de P nos ramos.

**Figura 10** - Concentrações de P nas folhas da grama esmeralda, na quarta avaliação, em função de doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2015.



Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

#### 4.4.3 Potássio

Não houve influência da adubação nitrogenada nas concentrações foliares de K do gramado, na primeira, segunda, terceira, quinta, sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliações. Apenas na quarta avaliação, todos os tratamentos propiciaram concentrações foliares de K maiores em relação à testemunha (sem N) (Tabela 11). Assim como nesta última avaliação, Dinalli (2014) verificou maiores concentrações foliares de K da grama esmeralda quando da aplicação de doses de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia) em relação à ausência de N, em quatro das oito avaliações realizadas. O mesmo foi constatado, em grama esmeralda, por Backes (2008) e por Mota (2016), aos 45 e aos 93 DAA do lodo de esgoto (0, 10, 20, 30 e 40 g m<sup>-2</sup> de N, em única

aplicação), respectivamente, e por Lima (2009), aos 268 e 332 DAC, em função das doses de N-ajifer - subproduto da indústria de Ajinomoto (0, 10, 20, 30 e 40 g m<sup>-2</sup> de N, parceladas em três aplicações), sendo os maiores valores de, respectivamente, 16 e 14 g kg<sup>-1</sup> de K, com a máxima dose.

Quando da adubação nitrogenada, as concentrações foliares de K da grama esmeralda variaram de 7,7 a 15,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 11). Próximas às verificadas por Lima (2009), por Godoy (2005), em área de produção de grama esmeralda, em que a maior concentração de K (14 g kg<sup>-1</sup>) foi obtida com a dose de 11,8 g m<sup>-2</sup> de N, 90 DAC e por Dinalli (2014) que constatou valores máximos de K (dose de 4 g m<sup>-2</sup> de N) de, respectivamente, 12,5; 10,1; 10,9 e 10,0 g kg<sup>-1</sup>, na terceira, sexta, sétima e oitava avaliações efetuadas pela autora que, da mesma forma que no presente estudo, trabalhou com gramado implantado. Também ficaram dentro ou muito próximo da faixa considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996), para a grama esmeralda, de 11 a 13 g kg<sup>-1</sup> de K.

O K é o segundo nutriente mais exigido pelas gramas, atua sobre a fotossíntese, sendo necessário para boa circulação dos produtos fotossintetizados, o que se traduz em boa movimentação de assimilados, favorecendo o acúmulo de carboidratos nos órgãos de reserva. Também exerce papel importante com relação à resistência das plantas às condições adversas como pisoteio, frio, seca, calor e enfermidades (JIMÉNEZ, 2008; GODOY et al., 2012). Além disso, plantas com bom estado nutricional em K podem regular melhor a abertura e fechamento dos estômatos de modo a permitir maior entrada de CO<sub>2</sub> e reduzir as perdas de vapor de água (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003), daí a relevância de mantê-lo em concentrações foliares adequadas.

Na segunda, terceira e quarta avaliações, constatou-se efeito quadrático para as concentrações foliares de K em relação às doses do glyphosate (Tabela 11 e Figura 11), sendo a mínima concentração de 9,3 g kg<sup>-1</sup> de K, com a dose estimada de glyphosate de 363 g ha<sup>-1</sup> do i.a., a máxima concentração de 9,0 g kg<sup>-1</sup> de K, com a dose estimada de glyphosate de 245 g ha<sup>-1</sup> do i.a. e de 13,2 g kg<sup>-1</sup> de K, com a dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a., respectivamente. Verificou-se, assim, que as maiores concentrações de K nas folhas da grama esmeralda foram obtidas quando foram utilizadas as doses de glyphosate entre 200 e 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a.. Na décima avaliação, houve aumento linear de 15,4% das concentrações foliares de K com o aumento das doses de glyphosate (Tabela 11 e Figura 11).

**Tabela 11** - Concentrações de K nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Potássio (g kg <sup>-1</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	8,1 a	9,3 a	7,7 a	10,4 b	9,2 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	9,1 a	9,5 a	8,2 a	12,5 a	9,8 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	9,7 a	10,2 a	7,7 a	13,3 a	10,2 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	8,8 a	10,0 a	8,9 a	13,7 a	10,3 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	9,1 a	9,7 a	7,7 a	13,3 a	10,5 a
D.M.S. (5%)	2,2	1,2	1,6	2,1	1,9
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	8,2 <sup>ns</sup>	10,4 <sup>**</sup>	8,4 <sup>*</sup>	12,0 <sup>*</sup>	10,2 <sup>ns</sup>
200	9,5	9,3	9,0	12,5	9,5
400	9,0	9,5	8,2	13,5	10,1
600	9,0	9,7	6,7	12,7	10,2
C.V. (%)	16,08	10,11	17,17	13,99	16,35
F adubação x doses	0,59 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	11,3 a	15,0 a	12,6 a	9,0 a	10,4 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	11,2 a	15,3 a	12,8 a	9,6 a	11,9 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	12,3 a	15,0 a	13,3 a	9,2 a	12,3 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	12,7 a	15,7 a	13,3 a	9,7 a	12,1 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	12,8 a	15,6 a	13,2 a	10,3 a	12,1 a
D.M.S. (5%)	2,0	0,8	1,2	1,6	1,9
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	11,9 <sup>ns</sup>	15,4 <sup>ns</sup>	13,5 <sup>ns</sup>	9,6 <sup>ns</sup>	11,2 <sup>**</sup>
200	12,4	15,2	12,8	9,8	11,3
400	12,4	15,4	12,8	9,5	11,5
600	11,5	15,2	13,0	9,3	13,0
C.V. (%)	14,02	4,40	7,55	13,94	13,75
F adubação x doses	0,57 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns; \* e \*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

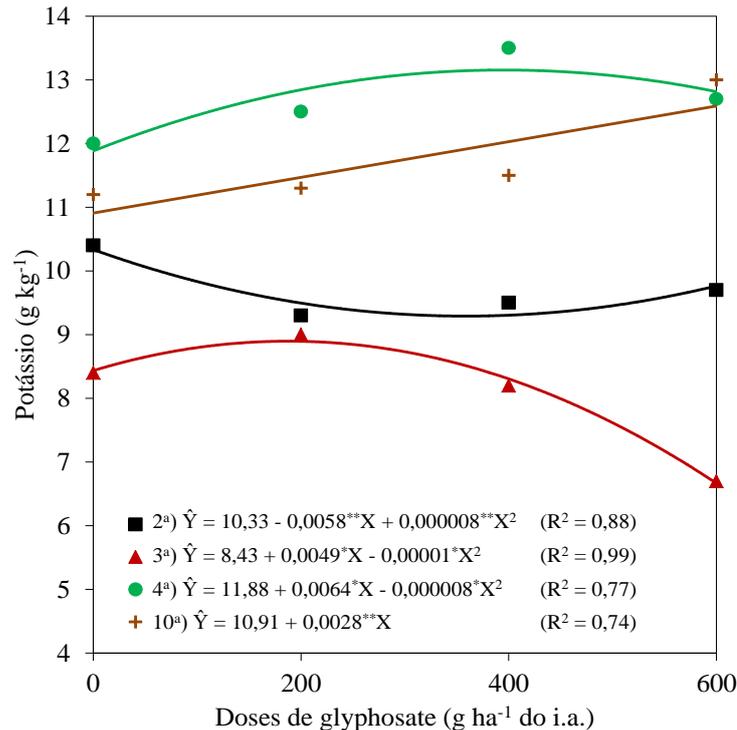
N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Na terceira, quarta e décima avaliações, houve a ocorrência do efeito concentração do nutriente nas folhas do gramado, assim como para o N e o P (Tabelas 9 e 10 e Figuras 9 e 10), pois, nestas avaliações, a grama concentrou o K na lâmina foliar devido à menor matéria seca obtida para a maior dose do herbicida, de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. em relação à não aplicação do herbicida, cuja matéria seca foi maior (Tabelas 6 e 7 e Figuras 6 e 7). Na terceira e na décima

avaliações, assim como para a matéria seca, a altura foliar também diminuiu com o aumento das doses do herbicida (Tabelas 4 e 5 e Figuras 4 e 5), salientando o efeito concentração do nutriente.

**Figura 11** - Concentrações de K nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda, terceira, quarta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Para a aplicação do herbicida, as concentrações foliares de K (Tabela 11 e Figura 11) também ficaram dentro ou muito próximas da faixa considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996), para a grama esmeralda.

#### 4.4.4 Cálcio

As concentrações foliares de Ca não diferiram da testemunha e nem entre si, quando da aplicação de N, em todas as avaliações, exceto na terceira, onde foram verificadas menores concentrações foliares de Ca da grama adubada com 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar, em relação à testemunha (Tabela 12). Isso é explicado pelo efeito diluição do nutriente nas

folhas da grama, em função dos maiores valores de altura e matéria seca foliar quando da aplicação das maiores doses de N (Tabelas 4, 5, 6 e 7), ou seja, devido ao maior desenvolvimento vegetativo, houve diluição do Ca, propiciando menor concentração em relação à testemunha. Vale ressaltar que isto ocorreu apenas em uma das dez avaliações.

Dinalli (2014) verificou que as maiores concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda foram obtidas para o tratamento sem adubação nitrogenada, o que se justificou pelo efeito diluição desse nutriente nas folhas, corroborando com os resultados obtidos na terceira avaliação do presente estudo.

Quando da adubação nitrogenada, verificou-se concentrações foliares de Ca entre 2,1 a 4,4 g kg<sup>-1</sup> de Ca (Tabela 12), pouco abaixo da faixa considerada adequada, para a grama esmeralda, por Mills e Jones Junior (1996), de 4 a 6 g kg<sup>-1</sup>. Avaliando, em grama esmeralda, o efeito de doses de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia), Dinalli (2014) constatou que as concentrações foliares de Ca variaram de 2,0 a 6,9 g kg<sup>-1</sup>, próximas às verificadas no atual trabalho.

As concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda aumentaram linearmente com o aumento das doses de glyphosate, na segunda, quarta, quinta, oitava, nona e décima avaliações, sendo este de, respectivamente 7,4; 29,4; 20,4; 22,2; 29,3 e 17,4%. Na terceira avaliação, houve efeito quadrático das concentrações foliares de Ca em relação às doses de glyphosate, sendo a máxima concentração de 3,1 g kg<sup>-1</sup> de Ca, com a dose estimada de glyphosate de 533 g ha<sup>-1</sup> do i.a. (Tabela 12 e Figura 12).

Também quanto ao Ca, assim como para o N, P e K (Tabelas 9, 10 e 11 e Figuras 9, 10 e 11) o aumento das concentrações deve-se ao efeito concentração do nutriente nas folhas do gramado, como explicitado anteriormente.

Santos et al. (2007) avaliaram as concentrações de nutrientes da parte aérea do eucalipto sob efeito da deriva simulada do glyphosate (0; 43,2; 86,4; 172,8; 345,6 e 691,2 g ha<sup>-1</sup> do e.a.), aplicados 60 dias após o plantio das mudas e notaram que as plantas submetidas aos tratamentos de 345,6 e 691,2 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate apresentaram maiores concentrações de Ca foliar, correspondendo ao menor acúmulo de matéria seca. Essa maior concentração pôde ser interpretada como efeito concentração desse nutriente nas folhas por redução do crescimento, da mesma forma que no atual estudo, para a grama esmeralda.

**Tabela 12** - Concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	2,9 a	4,4 a	3,0 a	3,1 a	3,0 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	2,9 a	4,3 a	3,0 a	3,1 a	3,2 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	2,7 a	4,3 a	2,7 ab	3,2 a	3,2 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	2,7 a	4,1 a	2,8 ab	3,1 a	3,4 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	2,8 a	4,0 a	2,5 b	2,6 a	3,3 a
D.M.S. (5%)	0,6	0,7	0,4	0,8	0,6
<b>Doses de ghyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	2,6 <sup>ns</sup>	4,0 <sup>*</sup>	2,3 <sup>**</sup>	2,5 <sup>**</sup>	3,0 <sup>**</sup>
200	2,9	4,1	2,6	3,1	3,0
400	2,8	4,5	3,2	3,2	3,4
600	2,9	4,2	3,0	3,3	3,5
C.V. (%)	15,54	14,00	13,82	21,82	16,37
F adubação x doses	0,62 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	2,7 a	2,1 a	2,6 a	2,4 a	3,4 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	2,6 a	2,1 a	2,8 a	2,3 a	3,7 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	2,8 a	2,3 a	2,6 a	2,2 a	3,8 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	2,6 a	2,1 a	2,5 a	2,3 a	3,8 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	2,7 a	2,2 a	2,8 a	2,4 a	3,8 a
D.M.S. (5%)	0,6	0,3	0,4	0,5	0,5
<b>Doses de ghyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	2,5 <sup>ns</sup>	2,1 <sup>ns</sup>	2,3 <sup>**</sup>	2,0 <sup>**</sup>	3,5 <sup>**</sup>
200	2,8	2,2	2,8	2,3	3,5
400	2,7	2,2	2,8	2,5	3,9
600	2,7	2,2	2,9	2,6	4,0
C.V. (%)	18,69	9,89	13,73	18,57	10,24
F adubação x doses	1,32 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns;\* e \*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

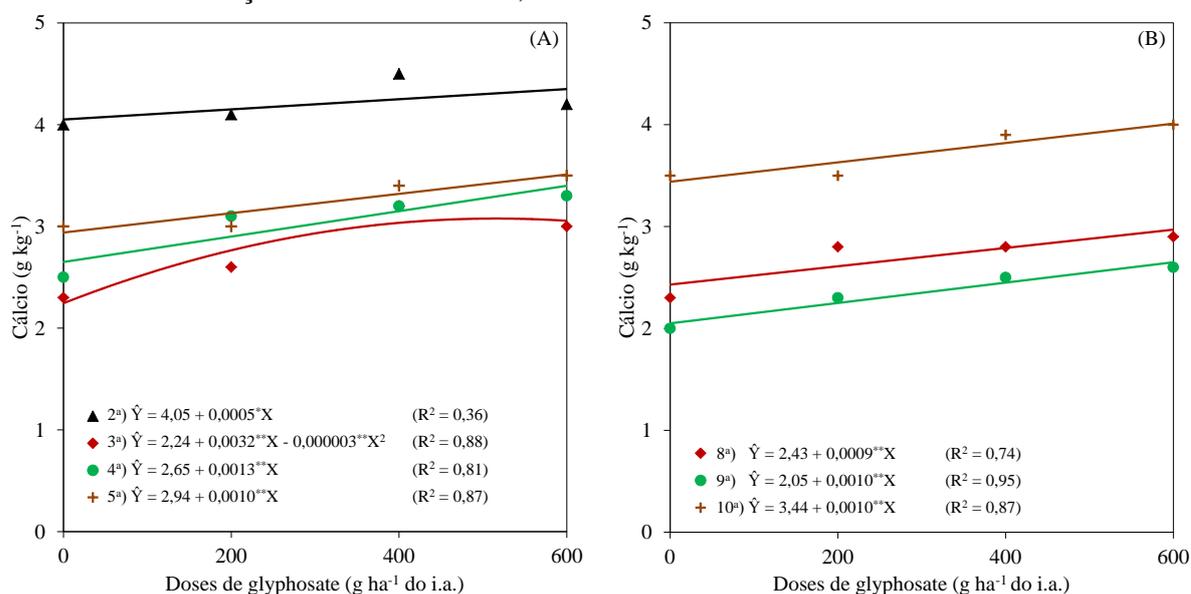
Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Quanto à aplicação do herbicida, as concentrações de Ca nas folhas do gramado (2,0 a 4,5 g kg<sup>-1</sup>) (Tabela 12 e Figura 12) também ficaram abaixo da faixa considerada adequada, para a grama esmeralda, por Mills e Jones Junior (1996), porém semelhante às concentrações obtidas por Dinalli (2014).

**Figura 12** - Concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda, terceira, quarta, quinta (A), oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Salienta-se a importância de manter concentrações adequadas de Ca no gramado, visto que o mesmo tem função estrutural na planta sendo constituinte da parede celular, conferindo rigidez e integridade ao tecido vegetal e atuando diretamente no crescimento das plantas, pois promove aumento do volume e do número das células do tecido vegetal (GODOY et al., 2012). Nas gramas, seu papel mais importante é quanto ao crescimento das raízes (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

#### 4.4.5 Magnésio

As concentrações foliares de Mg da grama esmeralda não diferiram entre os tratamentos que receberam N e nem da testemunha (ausência de N), exceto na décima avaliação em que todos os tratamentos que receberam a adubação nitrogenada propiciaram concentrações foliares de Mg maiores que a da testemunha (Tabela 13). O oposto foi constatado, em estudos com a grama esmeralda, por Dinalli (2014), quando da adubação com N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando a ureia), em uma das oito avaliações; por Godoy (2005), aos 124 e 192 DAC, para a grama adubada com N (0, 15, 30, 45 e 60 g m<sup>-2</sup>, utilizando como fonte a ureia, parceladas em seis vezes) e por Backes

(2008), 45 DAA das doses de lodo de esgoto (0, 10, 20, 30 e 40 g m<sup>-2</sup> de N, sem parcelamento), que notaram incremento das concentrações foliares de Mg com as maiores doses de N.

**Tabela 13** - Concentrações de Mg nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	1,6 a	2,1 a	1,6 a	2,2 a	2,0 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	1,7 a	2,1 a	1,6 a	2,2 a	2,0 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	1,7 a	2,3 a	1,6 a	2,3 a	2,1 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	1,6 a	2,1 a	1,5 a	2,3 a	2,3 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	1,7 a	2,2 a	1,4 a	1,9 a	2,3 a
D.M.S. (5%)	0,4	0,3	0,2	0,5	0,4
<b>Doses de ghyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	1,5 <sup>ns</sup>	2,0 <sup>**</sup>	1,4 <sup>**</sup>	2,0 <sup>*</sup>	1,9 <sup>**</sup>
200	1,7	2,1	1,5	2,2	1,9
400	1,6	2,3	1,7	2,1	2,2
600	1,7	2,2	1,6	2,3	2,4
C.V. (%)	16,58	10,54	12,64	20,60	15,50
F adubação x doses	0,69 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	1,4 a	1,7 a	2,2 a	1,5 a	1,6 b
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	1,6 a	1,7 a	2,5 a	1,6 a	1,9 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	1,7 a	1,7 a	2,4 a	1,7 a	1,9 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	1,6 a	1,7 a	2,2 a	1,7 a	2,0 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	1,6 a	1,8 a	2,4 a	1,6 a	1,9 a
D.M.S. (5%)	0,4	0,2	0,4	0,3	0,2
<b>Doses de ghyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	1,5 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>*</sup>	2,0 <sup>**</sup>	1,5 <sup>*</sup>	1,8 <sup>*</sup>
200	1,7	1,7	2,4	1,6	1,8
400	1,6	1,7	2,5	1,7	1,9
600	1,5	1,8	2,5	1,7	2,0
C.V. (%)	19,07	7,60	12,63	16,04	11,19
F adubação x doses	1,12 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns;\* e \*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

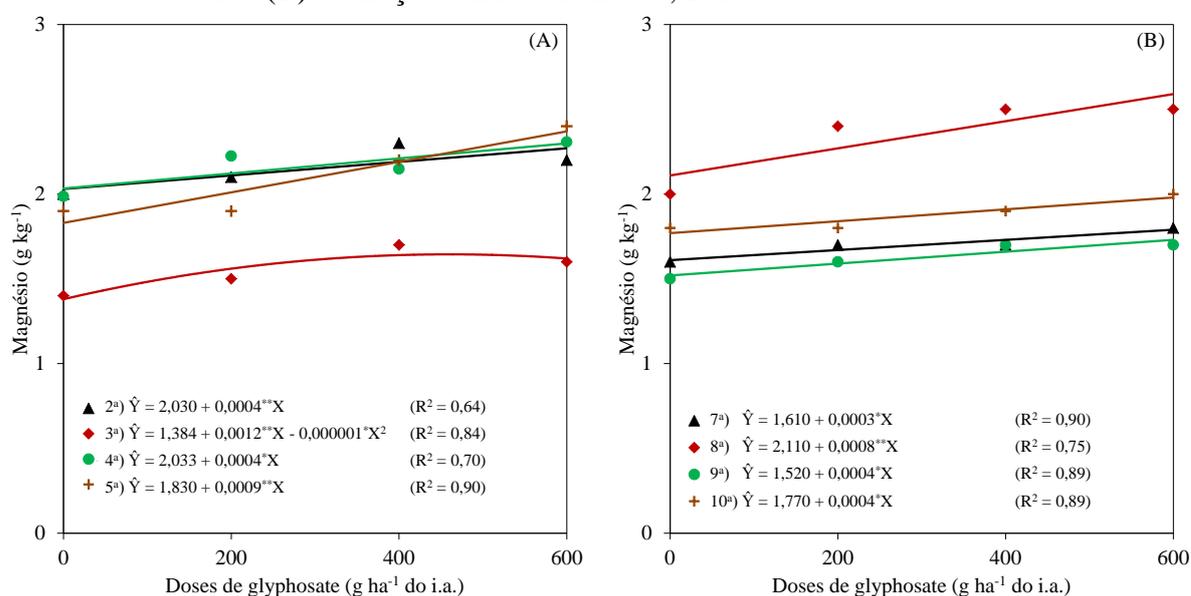
Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Houve aumento linear das concentrações de Mg nas folhas da grama esmeralda em função das doses de glyphosate, na segunda, quarta, quinta, sétima, oitava, nona e décima avaliações, que corresponderam, respectivamente, a 11,8; 11,8; 29,5; 11,2; 22,7; 15,8 e 13,6%, quando utilizada a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., em relação à ausência de herbicida. Constatou-se, na terceira avaliação, efeito quadrático das concentrações foliares de Mg quando o herbicida foi aplicado, com a máxima concentração de 1,7 g kg<sup>-1</sup> de Mg, para a máxima dose do glyphosate (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) (Tabela 13 e Figura 13).

**Figura 13** - Concentrações de Mg nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda, terceira, quarta, quinta (A), sétima, oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Da mesma forma que para as concentrações de N, P, K e Ca nas folhas da grama esmeralda (Tabelas 9, 10, 11 e 12 e Figuras 9, 10, 11 e 12) o aumento das concentrações de Mg obtido deve-se ao efeito concentração deste nas folhas do gramado.

Santos et al. (2007) avaliaram as concentrações de nutrientes das folhas do eucalipto sob efeito da deriva simulada do glyphosate (0; 43,2; 86,4; 172,8; 345,6 e 691,2 g ha<sup>-1</sup> do e.a.), aplicado 60 dias após o plantio das mudas e notaram que as doses do herbicida de 345,6 e 691,2 g ha<sup>-1</sup> propiciaram maiores concentrações foliares de Mg, correspondendo ao menor acúmulo de matéria seca. Como no atual estudo, os autores atribuíram esse resultado ao efeito concentração desse nutriente nas folhas, por redução do crescimento.

Tanto para a adubação nitrogenada quanto para a aplicação do herbicida, as concentrações foliares de Mg (Tabela 13 e Figura 13) ficaram dentro ou pouco acima da faixa considerada adequada, para a grama esmeralda, por Mills e Jones Junior (1996), de 1,3 a 1,5 g kg<sup>-1</sup> de Mg. É relevante manter concentrações foliares adequadas do nutriente, pois o mesmo faz parte da molécula de clorofila sendo essencial para a fotossíntese das gramas, além de ser o principal ativador de enzimas, participando de uma série de reações, incluindo a síntese proteica (GODOY et al., 2012). Além disso, de acordo com Cakmak (2007), plantas crescendo em condições de deficiência de Mg (componente da molécula de clorofila, pigmento responsável pela cor verde) são muito sensíveis ao glyphosate.

#### 4.4.6 Enxofre

Com relação à adubação nitrogenada, na segunda avaliação, as menores concentrações de S nas folhas da grama esmeralda foram obtidas com a aplicação de 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar, a qual diferiu das concentrações obtidas para a adubação com 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar e para a testemunha, que propiciaram maiores concentrações do nutriente. Na quarta avaliação, a aplicação de 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo com e sem N via foliar e de 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar proporcionaram as menores concentrações de S nas folhas do gramado em relação à testemunha (Tabela 14).

Para essas avaliações, assim como para as concentrações foliares de Ca (Tabela 12), houve a ocorrência do efeito diluição do nutriente nas folhas do gramado, pois, com doses maiores de N as plantas desenvolveram-se mais, apresentando maiores valores de altura e matéria seca foliar (Tabelas 4 e 6) e, assim, diluíram o nutriente absorvido e, conseqüentemente, houve menor concentração desse em relação à testemunha (sem N).

Dinalli (2014) notou, para a grama esmeralda, assim como no atual trabalho, menores concentrações foliares de S com o aumento das doses de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia), em cinco das oito avaliações realizadas, demonstrando a ocorrência do efeito diluição deste nutriente nas folhas do gramado. Para a grama santo agostinho, Godoy (2005) verificou decréscimo das concentrações de S com as doses de N (0, 15, 30, 45 e 60 g m<sup>-2</sup>, parceladas em três aplicações, utilizando como fonte a ureia), aos 124, 192 e 227 DAC, corroborando com o verificado na presente pesquisa.

**Tabela 14** - Concentrações de S nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Enxofre (g kg <sup>-1</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	2,2 a	2,3 a	2,1 a	2,0 a	2,1 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	2,2 a	2,2 ab	2,0 a	1,7 ab	2,1 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	2,1 a	2,0 bc	2,0 a	1,5 b	2,1 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	2,1 a	2,0 bc	2,0 a	1,6 b	2,0 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	2,3 a	1,9 c	2,1 a	1,5 b	2,1 a
D.M.S. (5%)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	2,1 <sup>ns</sup>	2,0 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>**</sup>	1,5 <sup>**</sup>	2,0 <sup>**</sup>
200	2,1	2,0	1,8	1,6	2,0
400	2,2	2,2	2,2	1,7	2,1
600	2,2	2,1	2,2	1,8	2,2
C.V. (%)	6,43	9,65	14,46	18,28	6,92
F adubação x doses	1,90 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	2,9 a	2,9 a	3,1 a	2,8 a	3,1 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	2,7 a	2,7 a	2,8 a	3,1 a	3,7 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	2,9 a	2,6 a	2,8 a	2,9 a	3,6 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	2,6 a	2,6 a	2,8 a	3,2 a	3,7 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	2,7 a	2,6 a	2,9 a	3,3 a	3,6 a
D.M.S. (5%)	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	2,8 <sup>ns</sup>	2,7 <sup>ns</sup>	2,7 <sup>**</sup>	3,0 <sup>ns</sup>	3,1 <sup>**</sup>
200	2,7	2,7	2,8	3,0	3,5
400	2,8	2,7	3,0	3,0	3,8
600	2,7	2,6	3,0	3,3	3,9
C.V. (%)	9,37	12,19	10,66	12,52	15,23
F adubação x doses	1,73 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns e \*\* - não significativo e significativo a 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

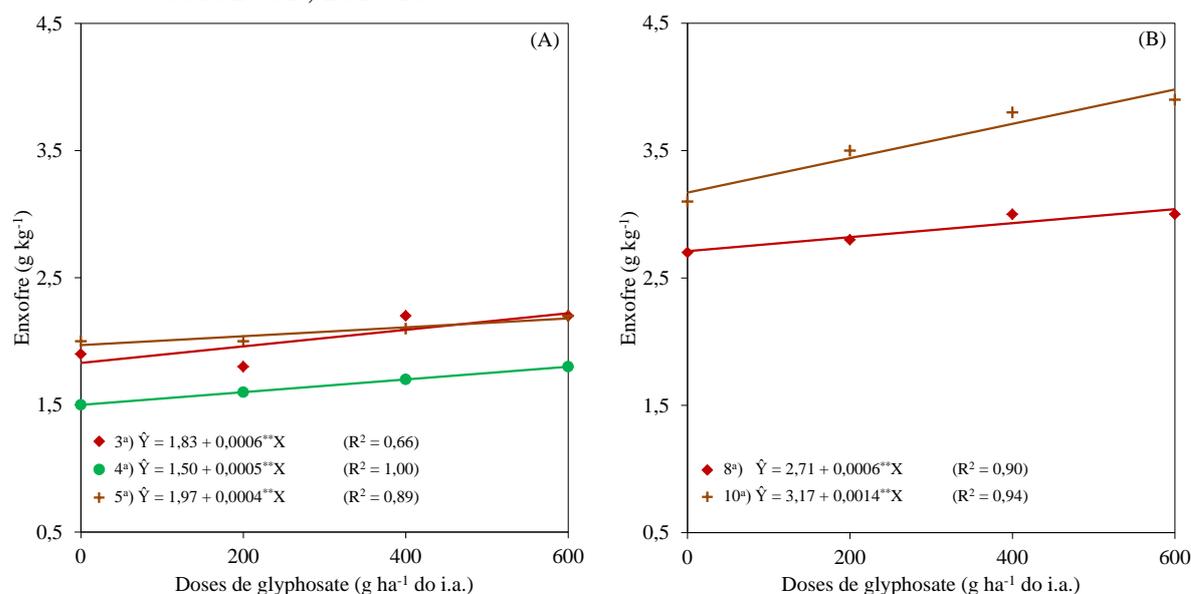
As concentrações de S nas folhas da grama esmeralda aumentaram linearmente com o incremento das doses de glyphosate, na terceira, quarta, quinta, oitava e décima avaliações, sendo este aumento de 19,7; 20,0; 12,2; 13,3 e 26,5% (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) em relação à não aplicação do herbicida, respectivamente (Tabela 14 e Figura 14). Os resultados obtidos

justificam-se pelo efeito concentração do S nas folhas do gramado, como foi constatado para o N, P, K, Ca e Mg (Tabelas 9, 10, 11, 12 e 13 e Figuras 9, 10, 11, 12 e 13).

Mills e Jones Junior (1996) mencionaram como adequadas, para a grama esmeralda, concentrações de S de 3,2 a 3,7 g kg<sup>-1</sup>. Dessa forma, as concentrações verificadas na atual pesquisa, tanto referentes à adubação nitrogenada quanto à aplicação do herbicida ficaram abaixo desse intervalo, diminuindo na quarta avaliação, em que foram, de modo geral, inferiores a 2 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 14), valor indicativo de deficiência severa para esta grama, quando cultivada em solução nutritiva (GODOY et al., 2012). Notou-se, com esse resultado, a necessidade de aplicação de fonte que contenha S, como o gesso, o qual foi aplicado (500 kg ha<sup>-1</sup>), manualmente, a lanço, sobre a superfície do gramado no mesmo dia da sexta aplicação de N via solo (16/10/2015). Salienta-se que o teor de S no solo, de 1 mg dm<sup>-3</sup> (Tabela 1) estava baixo, segundo Raij et al. (1997). Além disso, o atual trabalho foi desenvolvido em um Argissolo, cujo horizonte A é bastante arenoso, com baixo teor de M.O. e de S.

A aplicação do gesso justifica o aumento das concentrações foliares de S da grama esmeralda, a partir da sexta avaliação (Tabela 14), ficando mais próximas ou dentro do intervalo adequado (MILLS; JONES JUNIOR, 1996).

**Figura 14** - Concentrações de S nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na terceira, quarta, quinta (A), oitava e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F

Fonte: Elaboração da própria autora.

O S é nutriente estrutural, assim como o N, e faz parte da constituição de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas e vitaminas, além de ter papel importante no crescimento e na coloração verde dos gramados, daí a importância da grama apresentar concentrações adequadas deste nutriente (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003; GODOY et al., 2012).

#### 4.5 CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MICRONUTRIENTES

##### 4.5.1 Cobre

Quando da adubação nitrogenada, as concentrações foliares de Cu da grama esmeralda não diferiram entre si, nem em relação à testemunha (ausência de N) (Tabela 15). Ao contrário deste resultado, Dinalli (2014) constatou, em uma das oito avaliações efetuadas, incremento das concentrações foliares de Cu da grama esmeralda com o aumento das doses de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia).

Na segunda, terceira, quarta e décima avaliações, as concentrações foliares de Cu aumentaram com as maiores doses de glyphosate (Tabela 15 e Figura 15), sendo a porcentagem de aumento de 4,5; 15,2; 19,3 e 4,3% com a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., em relação à não aplicação de glyphosate, respectivamente. Também esses aumentos devem-se ao efeito concentração do Cu nas folhas da grama esmeralda, como verificado para os macronutrientes (Tabelas 9, 10, 11, 12, 13 e 14 e Figuras 9, 10, 11, 12, 13 e 14).

O Cu colabora na fotossíntese, respiração, regulação hormonal, fixação de N (efeito indireto) e na tolerância a doenças (MESCHEDE et al., 2009; GODOY et al., 2012). Neste trabalho, quando da adubação nitrogenada e da aplicação do herbicida (Tabela 15 e Figura 15), as concentrações foliares de Cu ficaram muito acima das consideradas ideais, para a grama esmeralda, por Mills e Jones Junior (1996), de 2 a 4 mg kg<sup>-1</sup>. Essa maior concentração ocorreu, provavelmente, em função do alto teor de Cu no solo, de 2,9 mg dm<sup>-3</sup> (Tabela 1), favorecendo a maior absorção do nutriente pela planta, posto que teores acima de 0,8 mg dm<sup>-3</sup> são considerados altos por Raij et al. (1997).

**Tabela 15** - Concentrações de Cu nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Cobre (mg kg <sup>-1</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	6,3 a	9,4 a	8,3 a	11,8 a	10,4 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	6,7 a	9,6 a	8,2 a	11,8 a	9,9 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	6,5 a	9,6 a	8,1 a	9,8 a	10,4 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	6,5 a	9,7 a	8,9 a	11,5 a	10,6 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	6,4 a	9,4 a	9,0 a	11,2 a	10,1 a
D.M.S. (5%)	1,1	0,6	2,1	3,3	2,6
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	6,1 <sup>ns</sup>	9,3 <sup>*</sup>	7,9 <sup>*</sup>	10,8 <sup>*</sup>	9,7 <sup>ns</sup>
200	6,7	9,4	8,1	10,3	9,1
400	6,4	9,9	9,1	11,3	11,8
600	6,7	9,6	8,9	12,7	10,5
C.V. (%)	11,13	5,16	20,70	25,02	21,20
F adubação x doses	1,91 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	10,8 a	11,5 a	9,2 a	13,2 a	14,1 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	10,6 a	11,7 a	10,2 a	14,4 a	14,0 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	11,2 a	11,2 a	9,8 a	13,1 a	14,4 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	11,3 a	11,9 a	10,2 a	14,2 a	14,6 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	10,5 a	12,6 a	10,2 a	14,3 a	14,5 a
D.M.S. (5%)	1,8	1,6	1,1	2,1	0,8
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	12,3 <sup>ns</sup>	12,2 <sup>ns</sup>	9,9 <sup>ns</sup>	13,9 <sup>ns</sup>	14,1 <sup>*</sup>
200	9,6	11,7	10,3	14,3	14,2
400	11,4	11,3	9,0	13,2	14,3
600	10,3	12,0	10,6	13,9	14,7
C.V. (%)	14,48	11,85	9,72	13,04	4,48
F adubação x doses	1,32 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>	1,79 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

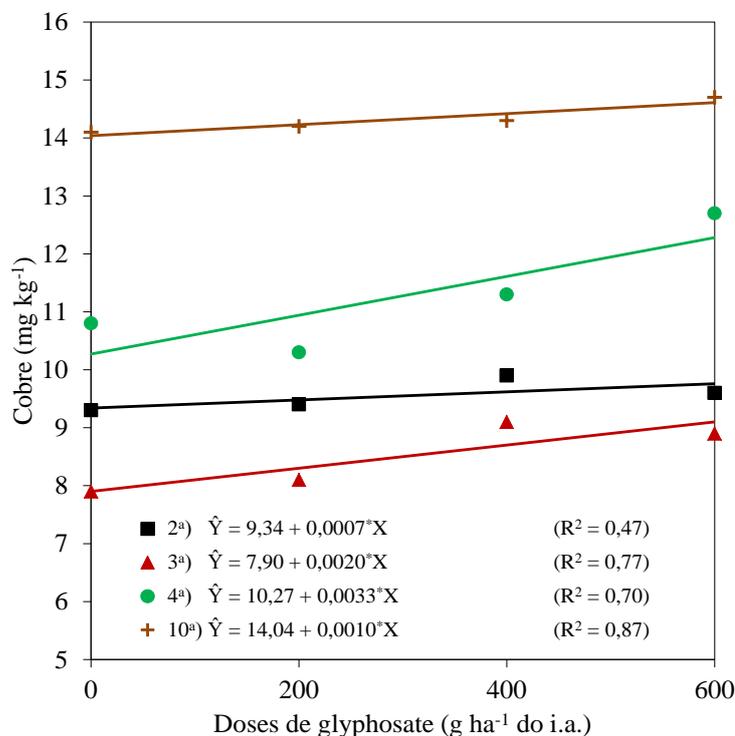
ns e \* - não significativo e significativo a 5% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

**Figura 15** - Concentrações de Cu nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda, terceira, quarta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* - significativo a 5% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

#### 4.5.2 Ferro

Não houve diferença para as concentrações de Fe nas folhas da grama esmeralda quando da adubação nitrogenada (Tabela 16), corroborando com os resultados obtidos por Dinalli (2014), para a mesma espécie vegetal adubada com doses de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia).

As doses de glyphosate também não influenciaram as concentrações foliares de Fe do gramado (Tabela 16).

Dada a importância do Fe como constituinte de citocromos e ferro-proteínas não heme envolvidas na fotossíntese e respiração das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013), bem como catalisador da síntese de clorofila (GODOY et al., 2012), influenciando a coloração verde do gramado, é relevante manter concentrações foliares adequadas do nutriente.

**Tabela 16** - Concentrações de Fe nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Ferro (mg kg <sup>-1</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	121,4 a	212,2 a	209,8 a	168,3 a	95,2 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	102,5 a	257,0 a	188,4 a	133,7 a	94,9 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	124,7 a	208,1 a	183,1 a	138,1 a	93,7 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	112,9 a	203,6 a	206,8 a	174,7 a	85,6 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	117,6 a	185,4 a	224,5 a	175,7 a	85,3 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	50,6	78,5	63,7	57,3	11,0
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	141,9 <sup>ns</sup>	207,7 <sup>ns</sup>	182,3 <sup>ns</sup>	158,7 <sup>ns</sup>	87,4 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	104,5	226,7	188,9	168,1	93,1
<b>400</b>	114,0	230,1	223,5	122,4	90,4
<b>600</b>	102,9	188,5	215,3	183,4	92,8
<b>C.V. (%)</b>	29,02	15,52	26,90	14,96	10,30
<b>F adubação x doses</b>	1,99 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	76,5 a	65,3 a	104,1 a	84,1 a	96,5 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	71,8 a	68,5 a	96,2 a	84,0 a	97,7 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	75,3 a	77,5 a	98,8 a	88,8 a	94,8 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	75,9 a	75,5 a	101,3 a	87,3 a	106,8 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	68,7 a	73,6 a	98,1 a	88,7 a	102,2 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	13,6	13,3	24,1	10,2	15,3
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	69,5 <sup>ns</sup>	66,7 <sup>ns</sup>	92,9 <sup>ns</sup>	89,4 <sup>ns</sup>	98,7 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	74,4	73,6	101,2	90,7	99,2
<b>400</b>	72,3	78,5	98,5	84,6	102,4
<b>600</b>	78,2	69,5	106,3	81,7	101,2
<b>C.V. (%)</b>	15,80	15,75	20,69	10,09	13,12
<b>F adubação x doses</b>	1,24 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

As concentrações inerentes à adubação nitrogenada e à aplicação do glyphosate (Tabela 16) ficaram abaixo ou dentro da faixa considerada ideal por Mills e Jones Junior (1996), para a grama esmeralda, de 188 a 318 mg kg<sup>-1</sup> de Fe e do intervalo verificado por Dinalli (2014), que além da adubação nitrogenada estudou a aplicação de herbicidas (glyphosate, imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl, na dose de, respectivamente, 200,

420, 80 e 140 g ha<sup>-1</sup> do i.a. mais a testemunha, sem herbicida) como reguladores de crescimento, e constataram intervalo de 101,2 a 284,9 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, 30 DAA dos herbicidas.

#### 4.5.3 Manganês

As concentrações foliares de Mn da grama esmeralda não diferiram entre si e nem em relação à testemunha, quando da adubação nitrogenada (Tabela 17). Em contrapartida, Dinalli (2014) constatou, em grama esmeralda, diminuição das concentrações foliares de Mn com o aumento das doses de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia), em três de oito avaliações.

Na segunda avaliação, as concentrações de Mn nas folhas do gramado diminuíram linearmente com o aumento das doses de glyphosate (Tabela 17 e Figura 16), sendo a redução de 14,3%, com a aplicação de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., em relação à grama em que o herbicida não foi aplicado. O glyphosate é antagonista na absorção, transporte e acúmulo de Mn, possivelmente, pela formação de complexos pouco solúveis com este cátion (EKER et al., 2006; ÇAKMAK, 2007; PEREIRA, 2009), explicando tal redução, embora esta tenha ocorrido em apenas uma das dez avaliações, provavelmente devido à aplicação de subdoses.

De modo geral, as concentrações de Mn na lâmina foliar do gramado (Tabela 17) ficaram acima das considerados ideais por Mills e Jones Junior (1996), de 25 a 34 mg kg<sup>-1</sup>, para a espécie em estudo.

Mesmo sendo requerido em menores quantidades pelas gramas, o nutriente atua na fotossíntese, na assimilação do N, na ativação de várias enzimas e na tolerância a estresses e doenças (GODOY et al., 2012), portanto, é ideal que a planta apresente concentrações adequadas de Mn.

**Tabela 17** - Concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Manganês (mg kg <sup>-1</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	37,9 a	49,5 a	56,8 a	34,3 a	57,2 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	35,5 a	48,8 a	57,1 a	32,2 a	56,5 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	34,7 a	48,4 a	59,4 a	30,2 a	57,3 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	40,4 a	43,3 a	50,1 a	34,9 a	53,4 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	34,7 a	44,5 a	61,4 a	36,3 a	56,4 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	8,2	11,2	17,9	7,1	7,4
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	32,9 <sup>ns</sup>	51,9 <sup>*</sup>	56,0 <sup>ns</sup>	32,3 <sup>ns</sup>	53,0 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	38,7	45,5	52,3	32,2	60,3
<b>400</b>	38,9	46,7	58,2	36,2	58,1
<b>600</b>	36,1	43,5	61,3	33,7	53,3
<b>C.V. (%)</b>	14,87	20,51	26,92	18,04	11,33
<b>F adubação x doses</b>	1,72 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	31,4 a	32,8 a	44,0 a	54,5 a	52,3 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	27,3 a	28,8 a	42,9 a	50,8 a	53,0 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	28,9 a	30,8 a	45,5 a	53,2 a	52,1 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	25,4 a	28,3 a	42,0 a	50,2 a	57,9 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	29,2 a	30,7 a	44,2 a	50,0 a	56,8 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	6,7	7,9	5,1	4,8	6,0
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	32,4 <sup>ns</sup>	30,0 <sup>ns</sup>	40,7 <sup>ns</sup>	50,8 <sup>ns</sup>	54,9 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	25,3	28,5	45,1	52,7	51,7
<b>400</b>	26,9	31,8	46,2	51,2	56,7
<b>600</b>	29,2	30,9	42,8	52,3	54,7
<b>C.V. (%)</b>	20,20	22,42	9,99	7,98	9,35
<b>F adubação x doses</b>	1,76 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	1,84 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

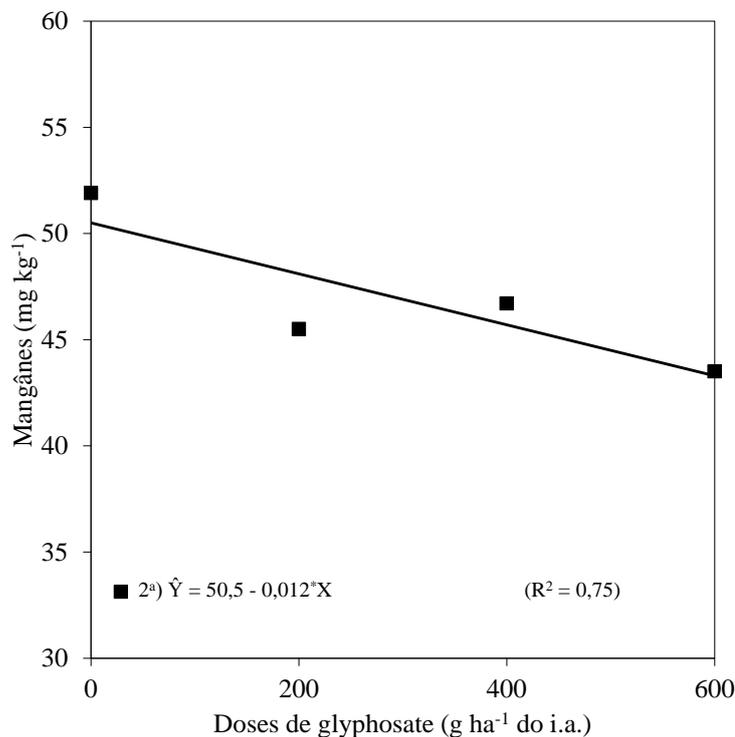
ns e \*- não significativo e significativo a 5% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

**Figura 16** - Concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda avaliação. Ilha Solteira/SP, 2014/15.



Nota: \* - significativo a 5% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

#### 4.5.4 Zinco

A adubação nitrogenada propiciou as maiores concentrações foliares de Zn do gramado em relação à não aplicação de N (testemunha), na segunda, quarta e oitava avaliações (Tabela 18).

Esses resultados estão em consonância com os de Dinalli (2014), que verificou aumento nas concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda com o incremento das doses de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia), em três das oito avaliações efetuadas, bem como com os resultados obtidos por Backes (2008), que constatou aumento das concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda em função das doses de lodo de esgoto (0, 10, 20, 30 e 40 g m<sup>-2</sup> de N, sem parcelamento), aos 45 e 105 DAA, explicando que esse aumento poderia ter sido resposta à alta concentração desse nutriente no lodo aplicado, aumentando a disponibilidade para a cultura. Como neste estudo a fonte utilizada foi a ureia (via solo e via foliar), a justificativa dada pela autora não é válida. O aumento verificado pode ter ocorrido pelo fato de que a absorção de Zn pelas raízes e folhas

ser favorecida pela maior disponibilidade de nitrato como íon acompanhante (MALAVOLTA, 2006). Deve-se considerar, ainda, que o aumento do sistema radicular proporciona maior absorção do nutriente presente no solo (BACKES, 2008) e o gramado está estabelecido (formado) há quase cinco anos.

**Tabela 18** - Concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Zinco (mg kg <sup>-1</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	9,1 a	23,6 b	11,7 a	15,6 c	20,3 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	10,7 a	25,9 a	12,5 a	21,7 b	20,9 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	10,6 a	26,2 a	14,7 a	22,7 ab	21,7 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	11,0 a	26,4 a	12,2 a	24,2 ab	22,0 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	10,1 a	26,6 a	14,6 a	26,3 a	22,7 a
D.M.S. (5%)	3,9	2,1	4,8	3,9	3,0
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	8,7 <sup>ns</sup>	27,2 <sup>**</sup>	11,0 <sup>ns</sup>	23,9 <sup>*</sup>	22,2 <sup>*</sup>
200	12,3	25,2	14,1	22,3	21,5
400	10,1	25,8	13,3	23,0	21,6
600	10,2	24,7	14,1	20,8	20,8
C.V. (%)	25,07	6,98	14,30	14,78	11,82
F adubação x doses	0,77 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	21,7 a	23,7 a	21,4 c	20,8 a	22,7 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	21,4 a	24,2 a	29,4 b	20,8 a	22,8 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	21,9 a	24,4 a	30,2 ab	20,6 a	22,8 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	21,6 a	26,0 a	30,0 ab	21,3 a	22,8 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	21,5 a	27,8 a	31,9 a	21,1 a	22,8 a
D.M.S. (5%)	2,4	4,3	2,2	1,9	0,3
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	22,7 <sup>*</sup>	25,5 <sup>ns</sup>	29,3 <sup>ns</sup>	21,1 <sup>ns</sup>	22,8 <sup>ns</sup>
200	21,4	24,4	28,3	20,4	22,8
400	21,3	24,7	28,4	20,7	22,9
600	21,0	26,4	28,3	21,5	22,8
C.V. (%)	9,38	14,75	6,50	7,87	4,05
F adubação x doses	1,18 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns;\* e \*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

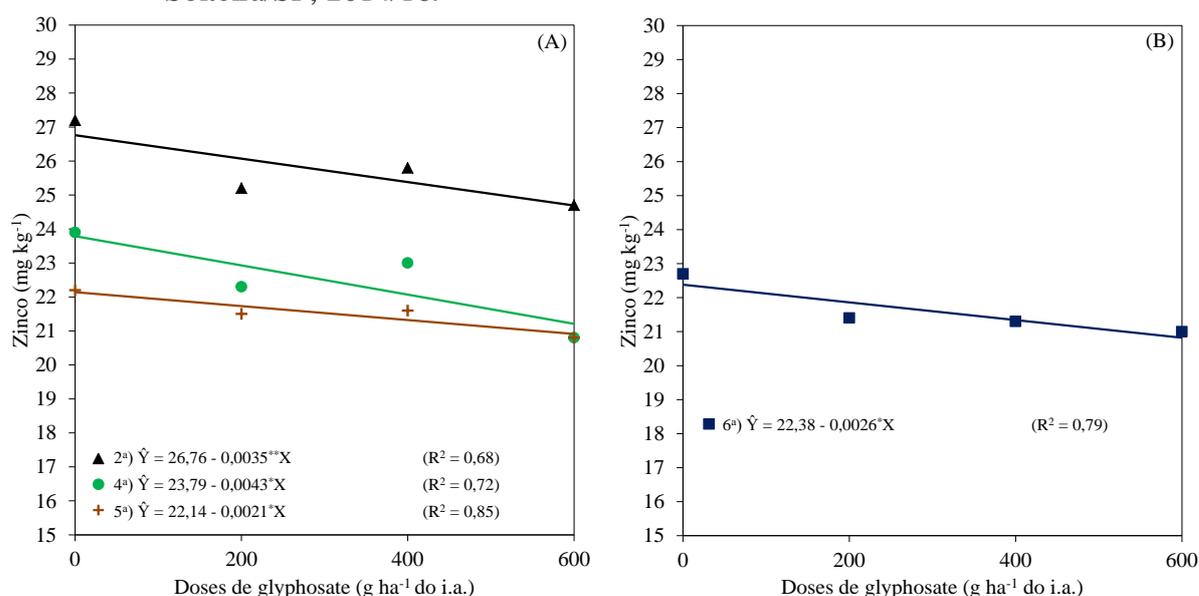
Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015; 5<sup>a</sup>: 23/07/2015; 6<sup>a</sup>: 30/11/2015; 7<sup>a</sup>: 21/01/2016; 8<sup>a</sup>: 12/03/2016; 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

As concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda diminuíram linearmente com o incremento das doses de glyphosate, na segunda, quarta, quinta e sexta avaliações (Tabela 18 e Figura 17), sendo esta redução de, respectivamente, 7,8; 10,8; 5,7 e 7,0% para a grama que recebeu 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., em comparação à que não recebeu glyphosate.

**Figura 17** - Concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate na segunda, quarta, quinta (A) e sexta (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Em experimento realizado em casa de vegetação com a cultura da soja, Moreira e Moraes (2012) avaliaram os efeitos da aplicação de glyphosate (720 g ha<sup>-1</sup> do e.a., mais a testemunha – sem aplicação; aplicado no estágio V<sub>3</sub>) na absorção de Zn (9 e 5 mg kg<sup>-1</sup> - fonte ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) e concluíram que a aplicação do herbicida ocasionou a imobilização dos carreadores de íons na membrana, diminuindo a absorção de Zn pela cultura, o que também pode ter ocorrido para a grama esmeralda, no presente estudo.

As maiores concentrações de Zn verificadas quando da adubação nitrogenada e as obtidas com a aplicação do herbicida (Tabela 18 e Figura 17), ficaram abaixo das consideradas adequadas por Mills e Jones Junior (1996), para a grama esmeralda, de 36 a 55 mg kg<sup>-1</sup> de Zn. Porém, ressalta-se que o teor de Zn no solo (Tabela 1), de 2,0 mg dm<sup>-3</sup>, é considerado alto (> 1,2 mg dm<sup>-3</sup>) por Rajj et al. (1997). Assim, fica difícil explicar a baixa concentração foliar do nutriente. O Zn é ativador enzimático, atuando na síntese de proteínas

e do triptofano, precursor da auxina (GODOY et al., 2012) e, como os demais micronutrientes, deve estar presente em concentrações adequadas nas plantas.

#### 4.6 ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES PELAS FOLHAS

A avaliação de acúmulo de macronutrientes pelas folhas do gramado foi realizada com a intenção de verificar, além do possível efeito do glyphosate no acúmulo foliar, o aproveitamento do N total aplicado. Como foram considerados os acúmulos referentes às dez avaliações, a adubação nitrogenada foi mencionada como tal, ou seja, 30 e 60 g m<sup>-2</sup> de N, que corresponderam à adubação com 3 e 6 g m<sup>-2</sup> de N, respectivamente, em dez aplicações (avaliações).

Houve interação entre a aplicação de N e as doses do herbicida, para o acúmulo de N e de K pelas folhas da grama esmeralda, considerando os dados das dez avaliações (Tabelas 19, 20 e 21 e Figuras 18 e 19).

**Tabela 19** - Quantidade de N, P e K acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Quantidade acumulada (g m <sup>-2</sup> )		
	N	P	K
<b>Testemunha</b>	12,9	5,0 c	8,4
<b>30 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	20,2	6,5 b	10,5
<b>30 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	20,6	6,6 b	11,8
<b>60 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	27,5	7,9 a	14,6
<b>60 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	27,0	7,6 a	14,2
<b>D.M.S. (5%)</b>	2,2	0,7	1,1
<b>Doses de ghyphosate</b>			
<b>(g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>			
<b>0</b>	25,8	7,9**	14,4
<b>200</b>	21,4	6,9	12,2
<b>400</b>	20,2	6,1	11,5
<b>600</b>	19,1	5,9	10,5
<b>C.V. (%)</b>	8,89	9,62	7,46
<b>F adubação x doses</b>	3,09**	1,28 <sup>ns</sup>	4,36**

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns e \*\* - não significativo e significativo a 1% pelo teste F, respectivamente.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Pela avaliação do desdobramento das interações (Tabela 20), quando não foi aplicado herbicida (dose 0) e quando foram aplicados 200 e 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. do glyphosate, os maiores acúmulos foliares de N foram obtidos para a grama adubada com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com aplicação foliar de N, em relação à testemunha (sem N) e aos demais tratamentos. Com a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., os maiores acúmulos foliares de N foram obtidos para a grama adubada com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com aplicação foliar de N, em relação à testemunha (sem N) e à adubação com 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar (Tabela 20).

**Tabela 20** - Quantidade de N acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Doses de glyphosate (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)	Quantidade de N acumulada (g m <sup>-2</sup> )				
	Testemunha	30 g m <sup>-2</sup> de N		60 g m <sup>-2</sup> de N	
		sem foliar	com foliar	sem foliar	com foliar
0	13,5 c	23,6 b	24,3 b	34,6 a	32,9 a
200	12,7 c	21,6 b	20,4 b	26,2 a	26,2 a
400	13,3 c	18,8 b	18,0 b	26,1 a	24,9 a
600	12,1 c	16,8 b	19,8 ab	22,9 a	24,0 a
D.M.S. (5%)			4,5		

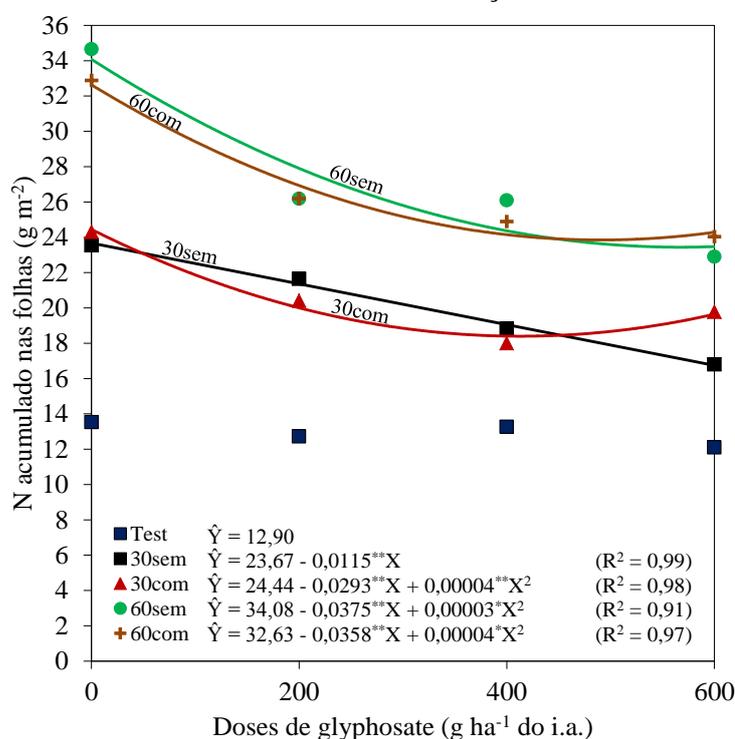
Nota: Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Houve redução linear da quantidade acumulada de N nas folhas do gramado com o aumento das doses de glyphosate, quando foram aplicados 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar, sendo a mesma de 29,2%, para a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., em relação a não aplicação do herbicida. Quando a grama esmeralda foi adubada com 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar e de 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar verificou-se efeito quadrático, sendo que o menor acúmulo foi de 19,1 g m<sup>-2</sup> de N, com a dose estimada de glyphosate de 366 g ha<sup>-1</sup> do i.a.; de 22,4 g m<sup>-2</sup> de N com a dose de 625 g ha<sup>-1</sup> do i.a. e de 24,6 g m<sup>-2</sup> de N, com a dose de 448 g ha<sup>-1</sup> do i.a., respectivamente (Figura 18).

**Figura 18** - Quantidade de N acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento, entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Para o K (Tabela 21), quando não foi aplicado herbicida (dose 0) e com a aplicação da dose de glyphosate de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a., os maiores acúmulos foliares foram obtidos para a grama adubada com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com aplicação foliar de N, diferindo dos valores obtidos para a testemunha e demais tratamentos. Para a dose de glyphosate de 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a., todos os tratamentos (adubação nitrogenada) propiciaram maiores acúmulos em relação à testemunha (sem N). A dose de glyphosate de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. propiciou maiores acúmulos de K para a grama adubada com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com aplicação foliar de N, em relação à testemunha e à aplicação de 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar (Tabela 21).

Para a aplicação de 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar, e de 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar constatou-se declínio linear do acúmulo foliar de K com o aumento das doses de glyphosate, sendo a mesma de, respectivamente, 34,6; 32,0 e 28,3%, para a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., em relação a não aplicação do herbicida. Para a aplicação de

30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar houve efeito quadrático, sendo o menor acúmulo de 11,1 g m<sup>-2</sup> de K, com a dose de glyphosate estimada de 385 g ha<sup>-1</sup> do i.a. (Figura 19).

**Tabela 21** - Quantidade de K acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

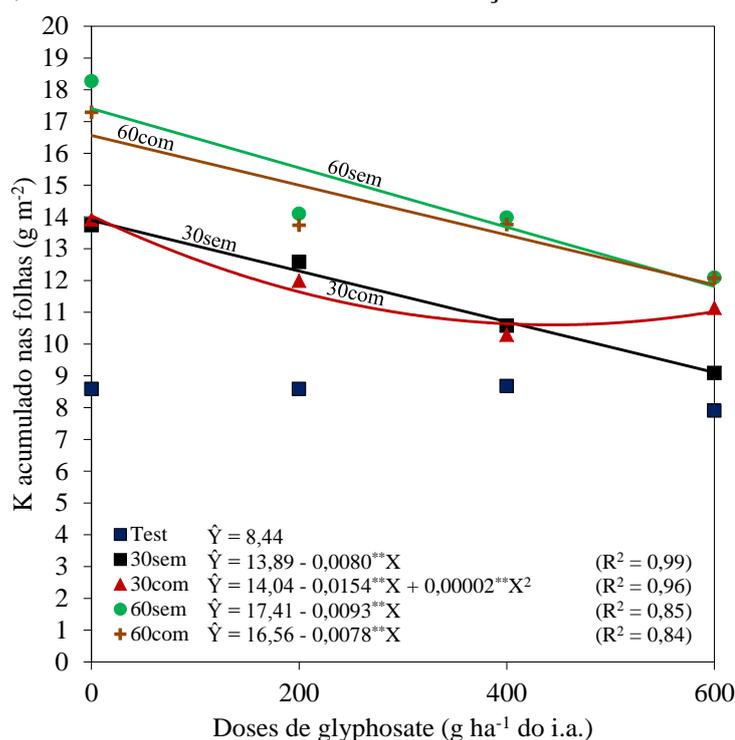
Doses de glyphosate (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)	Quantidade de K acumulada (g m <sup>-2</sup> )				
	Testemunha	30 g m <sup>-2</sup> de N		60 g m <sup>-2</sup> de N	
		sem foliar	com foliar	sem foliar	com foliar
0	8,6 c	13,7 b	13,9 b	18,3 a	17,3 a
200	8,6 b	12,6 a	12,0 a	14,1 a	13,7 a
400	8,7 b	10,6 b	10,3 b	14,0 a	13,8 a
600	7,9 c	9,1 bc	11,1 ab	12,1 a	12,1 a
D.M.S. (5%)		2,1			

Nota: Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

**Figura 19** - Quantidade de K acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento, entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



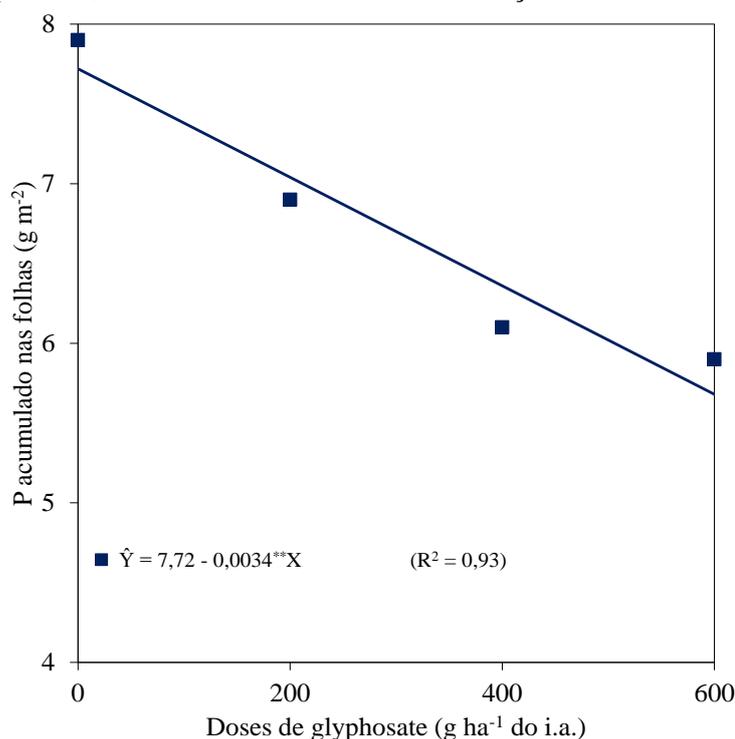
Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Quanto ao acúmulo de P nas folhas da grama esmeralda, os maiores valores foram obtidos para a grama que recebeu  $60 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, sem e com N via foliar, em relação à testemunha e aos demais tratamentos (Tabela 19).

Houve diminuição linear das quantidades de P acumuladas pelas folhas com o aumento das doses de glyphosate, sendo a mesma de 26,4% (Tabela 19 e Figura 20).

**Figura 20** - Quantidade de P acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, considerando a soma das avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Houve interação entre a aplicação de N e as doses do herbicida, para o acúmulo de Ca e de S pelas folhas da grama esmeralda, considerando os dados das dez avaliações (Tabelas 22, 23 e 24 e Figuras 21 e 22).

Para o desdobramento da interação (Tabela 23), o acúmulo de Ca nas folhas da grama esmeralda, quando não foi aplicado herbicida (dose 0) e com a dose de glyphosate de  $400 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a., os maiores acúmulos foram obtidos quando da adubação com  $60 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, sem e com N via foliar, diferindo dos acúmulos verificados para a testemunha (sem N), e demais tratamentos. Para a dose de glyphosate de  $200 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a., os maiores acúmulos de Ca foram obtidos para a grama adubada com  $60 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, sem e com aplicação

foliar de N, em relação à testemunha (sem N) e à adubação com 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar. A dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. propiciou maiores acúmulos de Ca para a grama adubada com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem com aplicação foliar de N, em relação à testemunha e à adubação de 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar (Tabela 23).

**Tabela 22** - Quantidade de Ca, Mg e S acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Quantidade acumulada (g m <sup>-2</sup> )		
	Ca	Mg	S
<b>Testemunha</b>	2,4	1,4 c	2,1
<b>30 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	3,1	1,9 b	2,6
<b>30 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	3,1	2,0 b	2,6
<b>60 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	3,6	2,4 a	3,1
<b>60 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	3,6	2,3 a	3,1
<b>D.M.S. (5%)</b>	0,3	0,2	0,2
<b>Doses de glyphosate</b>			
<b>(g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>			
<b>0</b>	3,4	2,2**	3,1
<b>200</b>	3,2	2,0	2,7
<b>400</b>	3,1	1,9	2,6
<b>600</b>	3,0	1,8	2,5
<b>C.V. (%)</b>	6,77	8,19	7,32
<b>F adubação x doses</b>	3,04**	1,82 <sup>ns</sup>	2,32*

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns; \* e \*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

**Tabela 23** - Quantidade de Ca acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Doses de glyphosate (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)	Quantidade de Ca acumulada (g m <sup>-2</sup> )				
	Testemunha	30 g m <sup>-2</sup> de N		60 g m <sup>-2</sup> de N	
		sem foliar	com foliar	sem foliar	com foliar
0	2,2 c	3,4 b	3,3 b	4,2 a	3,9 a
200	2,4 c	3,2 ab	3,0 b	3,5 a	3,6 a
400	2,4 c	2,9 bc	3,0 b	3,6 a	3,5 a
600	2,4 c	2,7 bc	3,1 ab	3,2 a	3,6 a
<b>D.M.S. (5%)</b>			0,5		

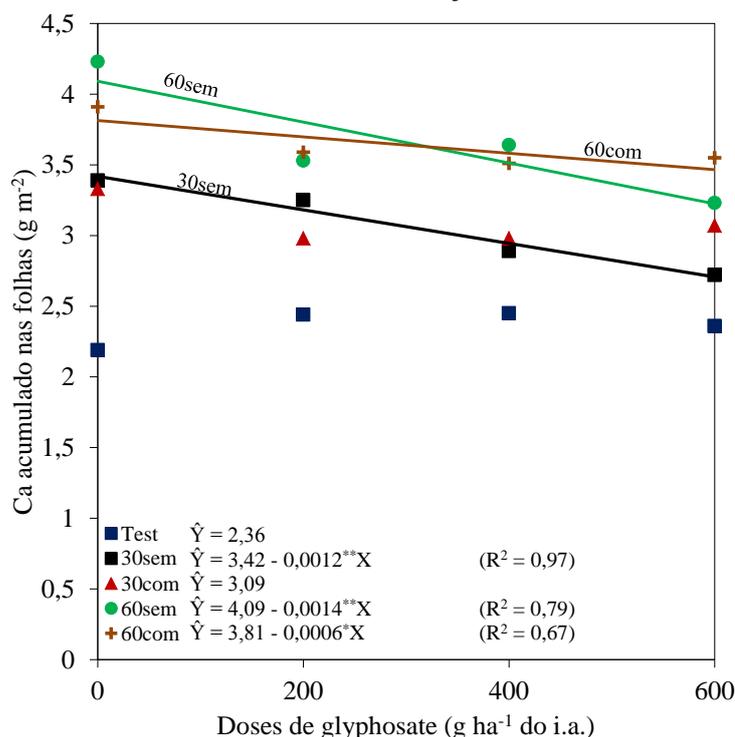
Nota: Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Houve redução linear da quantidade foliar de Ca acumulada pelo gramado com o aumento das doses de glyphosate (Figura 21), quando da adubação com  $30 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar, bem como com  $60 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, sem e com N via foliar, sendo a mesma de, respetivamente, 21,0; 20,5 e 9,4%, para a dose de  $600 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a. em relação à não aplicação do herbicida (Figura 21).

**Figura 21** - Quantidade de Ca acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Quanto ao desdobramento da interação (Tabela 24) para o acúmulo de S, a grama que não recebeu herbicida (dose 0) apresentou os maiores acúmulos foliares com  $60 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem aplicação foliar de N, diferindo dos constatados para a testemunha (sem N) e demais tratamentos. Para a dose de glyphosate de  $200 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a., todas as parcelas que receberam a adubação nitrogenada propiciaram maiores acúmulos, em relação à testemunha (sem N). Quando aplicados  $400 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a., os maiores acúmulos foliares foram obtidos com  $60 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem aplicação foliar de N, diferindo dos constatados para a testemunha (sem N) e para a grama adubada com  $30 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, sem e com N via

foliar. Com a dose de glyphosate de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., os maiores acúmulos de S foram obtidos para a grama adubada com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com aplicação foliar de N, diferindo dos acúmulos da testemunha e das parcelas adubadas com 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N foliar (Tabela 24).

**Tabela 24** - Quantidade de S acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Doses de glyphosate (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)	Quantidade de S acumulada (g m <sup>-2</sup> )				
	Testemunha	30 g m <sup>-2</sup> de N		60 g m <sup>-2</sup> de N	
		sem foliar	com foliar	sem foliar	com foliar
0	2,1 c	3,0 b	2,9 b	3,7 a	3,5 a
200	2,1 b	2,6 a	2,6 a	2,9 a	3,0 a
400	2,1 c	2,5 bc	2,5 bc	3,1 a	2,9 ab
600	2,1 c	2,3 c	2,5 bc	2,8 ab	3,1 a
D.M.S. (5%)		0,5			

Nota: Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Houve redução linear da quantidade foliar de S acumulada pelo gramado com o aumento das doses de glyphosate (Figura 22), quando da adubação com 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar, sendo esta de, respectivamente, 22,4 e 14,8%, para a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., em relação à não aplicação do herbicida. Para a aplicação de 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar verificou-se efeito quadrático, sendo o menor acúmulo de 2,9 g m<sup>-2</sup> de S, com a dose de glyphosate estimada de 438 g ha<sup>-1</sup> do i.a. e de 2,9 g m<sup>-2</sup> de S, com a dose do herbicida de 388 g ha<sup>-1</sup> do i.a., respectivamente.

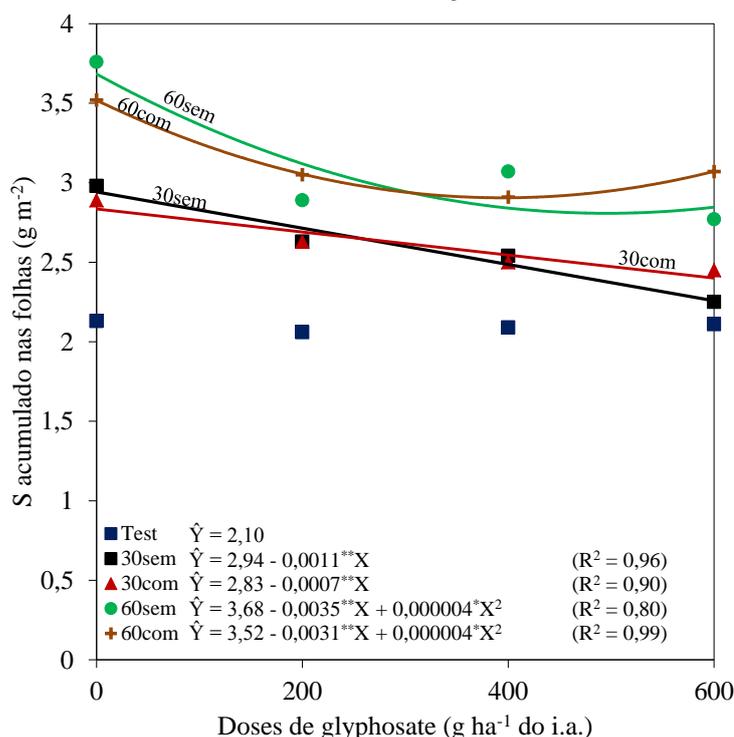
As maiores quantidades de Mg acumuladas nas folhas (Tabela 22) foram obtidas com a aplicação de 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar, em relação à testemunha e aos demais tratamentos.

Houve diminuição linear das quantidades de Mg acumuladas pelas folhas do gramado, em função das doses de glyphosate, sendo esta de 19,4%, para a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. em relação à não aplicação do herbicida (Tabela 22 e Figura 23).

De maneira geral, os maiores acúmulos de macronutrientes nas folhas do gramado foram propiciados pela adubação com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, quando da aplicação ou não de N foliar, em comparação aos demais tratamentos (Tabelas 19, 20, 21, 22, 23 e 24). A maior quantidade de macronutrientes acumulada com a maior dose de N ocorreu, provavelmente,

em função da maior quantidade de matéria seca foliar que foi produzida com as maiores doses de N, na maioria das avaliações (Tabelas 6 e 7). Além disso, o N promove o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, há maior absorção de nutrientes.

**Figura 22** - Quantidade de S acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

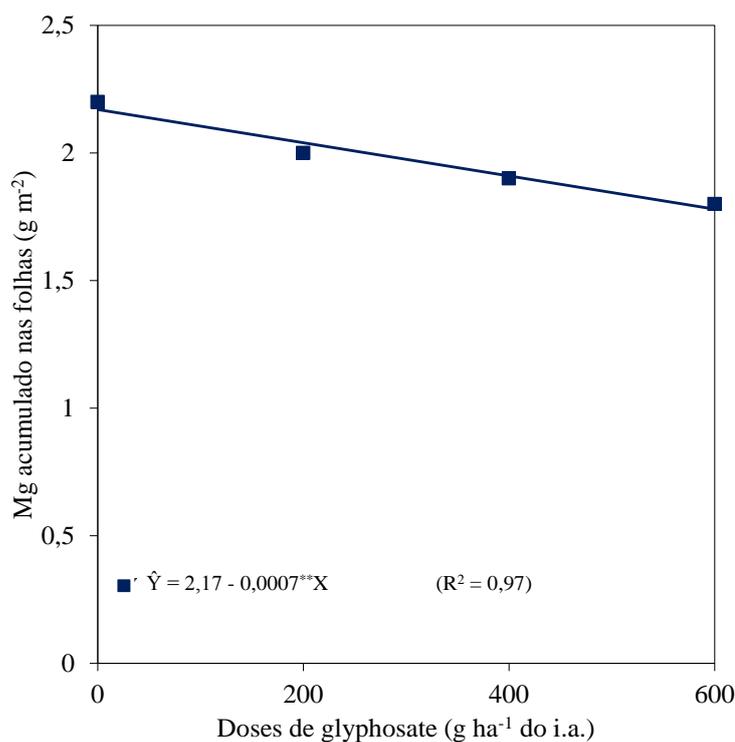
Em estudos com a grama esmeralda, Backes (2008) constatou aumento da quantidade de N e Mg acumulada nas folhas + caules com as maiores doses de lodo de esgoto (0, 10, 20, 30 e 40 g m<sup>-2</sup> de N, sem parcelamento) e Lima (2009) também verificou para o acúmulo de N, P, K e Ca nas folhas + caules, aumento com as maiores doses de N-ajifer (0, 10, 20, 30 e 40 g m<sup>-2</sup> de N, parceladas em três aplicações). Dinalli (2014) verificou aumento das quantidades de P, Ca e Mg acumuladas pelas folhas com as maiores doses de N (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia), resultados estes que estão de acordo com o observado no presente estudo.

Notou-se que, quando o gramado foi adubado com 30 e 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, não houve diferença para os valores de N, P, K, Ca, Mg e S acumulados pelas folhas em relação à

adição ou não do N via foliar (Tabelas 19, 20, 21, 22, 23 e 24), sendo assim, pode-se optar pela não aplicação do N via foliar.

O aumento da quantidade acumulada dos macronutrientes nas folhas do gramado resulta em maior necessidade de reposição por meio da adubação, pois as folhas são removidas na operação de corte. Portanto, a maior dose de N utilizada não foi adequada. Além disso, as quantidades mínimas de macronutrientes acumuladas, de modo geral, foram propiciadas quando aplicadas doses de glyphosate entre 400 e 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. (Figuras 18, 19, 20, 21 e 23). O que é interessante, considerando o exposto, pois haveria menos gastos com o corte e, também, menor necessidade de reposição dos nutrientes exportados, por meio da adubação.

**Figura 23** - Quantidade de Mg acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Apesar de serem poucos os trabalhos científicos que relatem a influência do glyphosate na assimilação e transporte nutricional (EKER et al., 2006; MESCHÉDE et al., 2009; RABELLO; MONNERAT; VASCONCELOS JÚNIOR, 2014), bem como no acúmulo

de nutrientes, cabe ressaltar que, o herbicida altera o metabolismo do N da planta (DAMIN; TRIVELIN, 2011) e é antagonista na absorção, transporte e acúmulo de Ca e Mg, possivelmente, pela formação de complexos pouco solúveis com estes cátions (CAKMAK, 2007), justificando seu efeito no acúmulo desses nutrientes, sendo, por isso, relevante analisar a concentração foliar do nutriente.

Baseando-se nos resultados obtidos, o N foi o nutriente mais acumulado nas folhas da grama esmeralda, seguido do K, P, Ca, S e Mg, independente da adubação nitrogenada e da aplicação das doses de glyphosate (Tabelas 19, 20, 21, 22, 23 e 24 e Figuras 18, 19, 20, 21 e 23). Segundo Backes (2008), o K é o segundo nutriente mais acumulado nas folhas e caules das gramas, o que está em consonância com o resultado obtido.

#### 4.7 ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES PELAS FOLHAS

Houve interação entre a adubação nitrogenada e as doses de glyphosate aplicadas, para o acúmulo de Cu e Zn pelas folhas da grama esmeralda, considerando os dados das dez avaliações (Tabelas 25, 26 e 27 e Figuras 24 e 25).

**Tabela 25** - Quantidade de micronutrientes acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Quantidade acumulada (mg m <sup>-2</sup> )			
	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>Testemunha</b>	8,4	97,2 c	36,8 c	15,7
<b>30 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	11,1	124,6 b	45,6 b	22,0
<b>30 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	10,9	127,0 b	47,9 b	22,6
<b>60 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	13,8	161,9 a	54,4 a	27,6
<b>60 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	13,6	159,2 a	57,7 a	27,9
<b>D.M.S. (5%)</b>	1,0	19,7	5,2	2,3
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>				
<b>0</b>	13,6	162,2**	57,5**	28,0
<b>200</b>	11,3	133,1	47,6	23,3
<b>400</b>	10,9	122,7	46,1	21,7
<b>600</b>	10,4	117,9	42,7	19,7
<b>C.V. (%)</b>	7,09	12,58	9,23	8,51
<b>F adubação x doses</b>	4,86**	1,23 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	3,72**

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns e \*\* - não significativo e significativo a 1% pelo teste F, respectivamente.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

No desdobramento para o acúmulo do cobre (Tabela 26), verificou-se que com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, com ou sem N foliar, obteve-se as maiores quantidades de Cu acumuladas pelas folhas, em relação à testemunha e aos demais tratamentos, quando o glyphosate não foi aplicado (dose 0). Na dose de 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a. do herbicida, os maiores acúmulos de Cu pelas folhas foram obtidos com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar, diferindo dos valores da testemunha (sem N) e dos obtidos com a adubação com 30 g m<sup>-2</sup> de N. Para a dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a., os maiores acúmulos de Cu pelas folhas foram obtidos com a aplicação de 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar, em relação à testemunha e à aplicação de 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar. Na dose de 600 g ha<sup>-1</sup>, a adubação com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, com e sem N via foliar, resultou nos maiores acúmulos de Cu pelas folhas, diferindo dos constatados para a testemunha e para a aplicação de 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar (Tabela 26).

**Tabela 26** - Quantidade de Cu acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Doses de glyphosate (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)	Quantidade de Cu acumulada (mg m <sup>-2</sup> )				
	Testemunha	30 g m <sup>-2</sup> de N		60 g m <sup>-2</sup> de N	
		sem foliar	com foliar	sem foliar	com foliar
0	8,8 c	12,6 b	12,3 b	17,4 a	16,6 a
200	8,3 c	11,8 ab	10,7 b	12,5 ab	13,3 a
400	8,3 d	10,6 bc	10,1 cd	13,6 a	12,1 ab
600	8,1 c	9,2 bc	10,7 ab	11,7 a	12,3 a
D.M.S. (5%)		1,9			

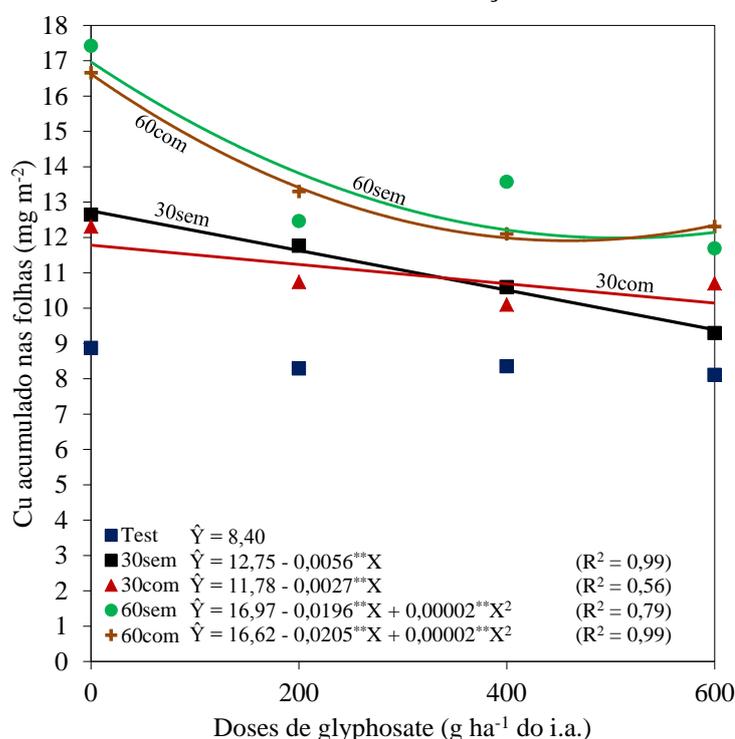
Nota: Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

As quantidades acumuladas de Cu pelas folhas do gramado diminuiriam linearmente (Figura 24) com as doses de glyphosate, para a adubação com 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar, sendo a porcentagem de redução de, respectivamente, 26,4 e 13,7%. Houve efeito quadrático para o acúmulo foliar de Cu, quando da adubação com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar, com a quantidade mínima acumulada de 12,2 mg m<sup>-2</sup> de Cu, propiciada pela dose estimada do herbicida de 490 g ha<sup>-1</sup> do i.a. e de 11,4 mg m<sup>-2</sup> de Cu, obtida quando o herbicida foi aplicado na dose estimada de 513 g ha<sup>-1</sup> do i.a., respectivamente (Figura 24).

**Figura 24** - Quantidade de Cu acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento, entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Para o desdobramento da interação no acúmulo de Zn, verificou-se que a grama adubada com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar, apresentou as maiores quantidades de Zn acumuladas, em relação à testemunha e aos demais tratamentos, quando o glyphosate não foi utilizado (dose 0) e quando foi aplicado na dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. Quando aplicado na dose de 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a., os maiores acúmulos de Zn pelas folhas foram obtidos com a adubação com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar, diferindo dos valores da testemunha (sem N) e de 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar. Enquanto que na dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., a adubação com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar resultou nos maiores acúmulos de Zn pelas folhas, em relação à testemunha e à adubação com 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar (Tabela 27).

**Tabela 27** - Quantidade de Zn acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento entre a aplicação de N dentro das doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

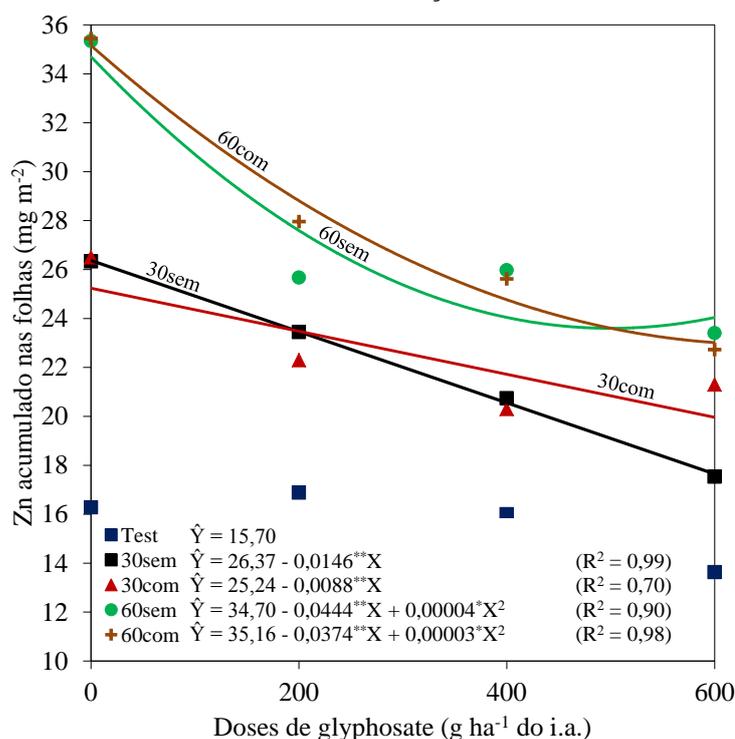
Doses de glyphosate (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)	Quantidade de Zn acumulada (mg m <sup>-2</sup> )				
	Testemunha	30 g m <sup>-2</sup> de N		60 g m <sup>-2</sup> de N	
		sem foliar	com foliar	sem foliar	com foliar
0	16,3 c	26,3 b	26,5 b	35,3 a	35,4 a
200	16,9 c	23,4 ab	22,3 b	25,7 ab	27,9 a
400	16,0 c	20,7 b	20,3 bc	25,9 a	25,6 a
600	13,6 c	17,5 bc	21,3 ab	23,4 a	22,7 a
D.M.S. (5%)		4,6			

Nota: Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

**Figura 25** - Quantidade de Zn acumulada pelas folhas da grama esmeralda obtida do desdobramento, entre a aplicação de doses de glyphosate dentro da aplicação de N, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

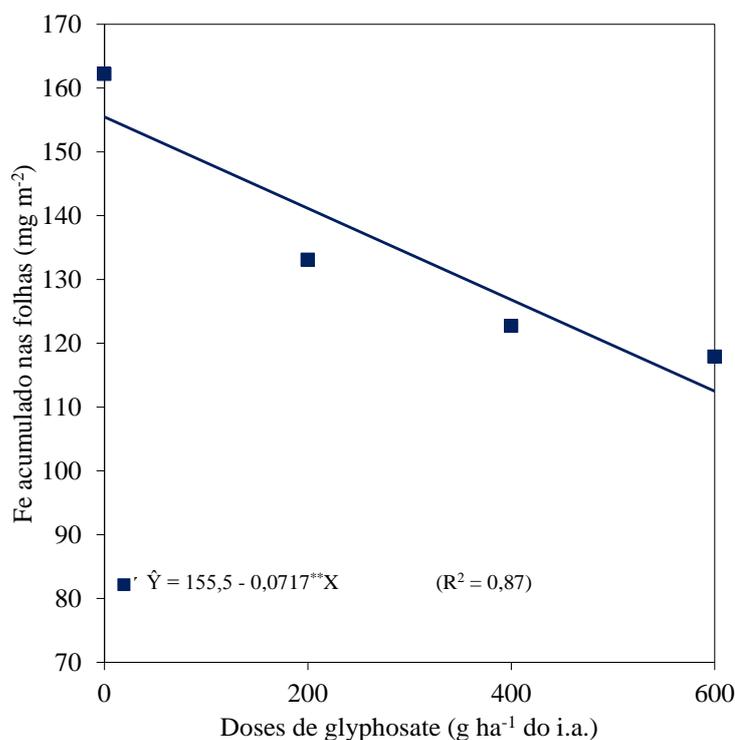
As quantidades acumuladas de Zn pelas folhas do gramado diminuiram linearmente (Figura 25) com as doses de glyphosate, para a adubação com 30 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar, sendo a porcentagem de redução de, respectivamente, 33,2 e de 19,0%. Houve efeito quadrático para o acúmulo foliar de Zn, quando da adubação com 60 g m<sup>-2</sup> de N

via solo, sem e com N via foliar, com a quantidade mínima acumulada de 22,4 mg m<sup>-2</sup> de Zn, na dose estimada do herbicida de 555 g ha<sup>-1</sup> do i.a., e de 23,5 mg m<sup>-2</sup> de Zn, na dose estimada do herbicida de 623 g ha<sup>-1</sup> do i.a., respectivamente (Figura 25).

A adubação com 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar, proporcionou os maiores acúmulos de Fe e de Mn pelas folhas da grama esmeralda, em relação à testemunha (sem N) e aos demais tratamentos (Tabela 25).

Houve diminuição linear do acúmulo de Fe e de Mn pelas folhas do gramado, em função das doses de glyphosate, sendo esta de 27,7 e de 24,9%, respectivamente, para a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., em relação à sua não aplicação (Tabela 25 e Figuras 26 e 27).

**Figura 26** - Quantidade de Fe acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



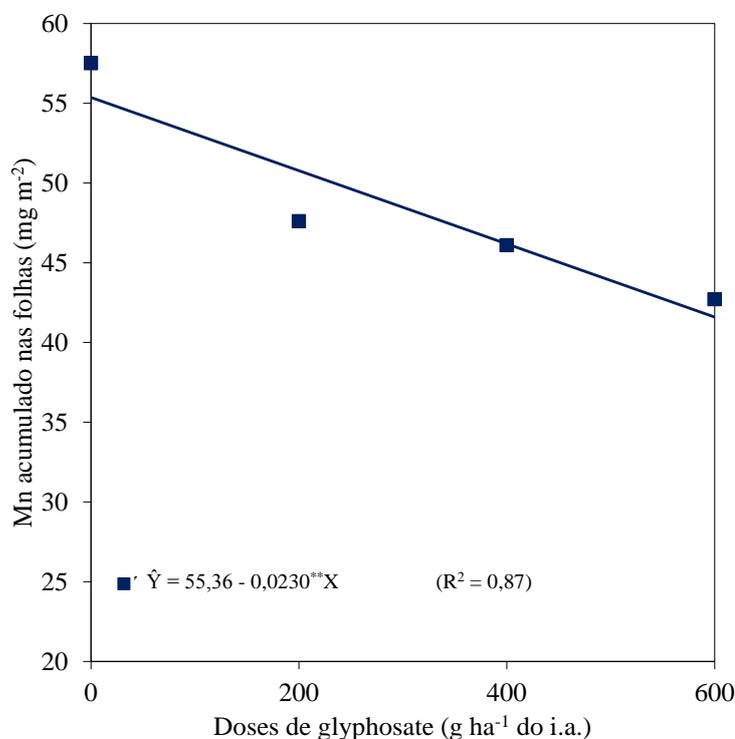
Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Baseando-se nos resultados obtidos, não houve diferença para os acúmulos de micronutrientes nas folhas, em relação à adição ou não do N via foliar, tanto para a dose de 30 quanto de 60 g m<sup>-2</sup> de N via solo (Tabelas 25, 26 e 27), portanto, pode-se optar pela não aplicação do N via foliar.

A adubação com a maior quantidade de N ( $60 \text{ g m}^{-2}$ ) propiciou os maiores acúmulos de micronutrientes pelas folhas da grama esmeralda, quando da presença ou não de N foliar, em comparação aos demais tratamentos (Tabelas 25, 26 e 27). Isso ocorreu, provavelmente, em função do incremento da matéria seca foliar com a maior quantidade de N fornecida, constatado na maioria das avaliações (Tabelas 6 e 7). Além disso, o N promove o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, há maior possibilidade de absorção de nutrientes.

**Figura 27** - Quantidade de Mn acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, considerando a soma das dez avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Dinalli (2014), que verificou aumento das quantidades acumuladas de Fe, Cu, Mn e Zn pelas folhas da grama esmeralda com as maiores doses de N (0, 5, 10 e  $20 \text{ g m}^{-2}$ , parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia) e por Backes (2008), para o acúmulo de Cu e Zn nas folhas + caules da grama esmeralda com as doses de lodo de esgoto (0, 10, 20, 30 e  $40 \text{ g m}^{-2}$  de N, sem parcelamento).

O aumento da quantidade acumulada dos micronutrientes nas folhas resulta em maior necessidade de reposição por meio da adubação, pois as folhas são removidas na operação de corte, portanto, a maior quantidade de N utilizada não foi adequada. As quantidades de micronutrientes acumuladas pelas folhas da grama esmeralda, de maneira geral, foram mínimas quando aplicadas doses do glyphosate entre 400 e 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a. (Figuras 24, 25, 26 e 27). Resultado que é interessante, pois além da redução dos gastos com o corte, isso também ocorreria com a adubação, devido à menor da necessidade de reposição dos nutrientes, ainda mais de micronutrientes que na maioria das vezes não se aplica em gramados, no Brasil.

O glyphosate é antagonista na absorção, transporte e acúmulo de Mn e Fe, possivelmente, pela formação de complexos pouco solúveis com estes cátions (CAKMAK, 2007), sendo importante, como complemento aos dados e interpretação da quantidade acumulada, a análise foliar.

Vale destacar que é difícil a visualização de sintomas de deficiência de micronutrientes em gramados, bem como o efeito destes no crescimento da grama, devido à pequena demanda; entretanto estes micronutrientes são importantes na tolerância a estresses, doenças e no processo fotossintético. Geralmente, as quantidades presentes no solo são capazes de atender às exigências da planta (GODOY et al., 2012).

O micronutriente mais acumulado (exportado) pelas folhas da grama esmeralda foi o Fe, seguido do Mn, Zn e Cu (Tabela 25). Isso pode ser atribuído ao fato de que os solos brasileiros são ricos em Fe. Segundo Godoy et al. (2012), as quantidades de micronutrientes acumuladas pelas gramas são baixas, normalmente menores que 100 mg m<sup>-2</sup>, com exceção do Fe. Assertiva que confirma o verificado, neste trabalho, para a quantidade acumulada nas folhas.

#### 4.8 RELAÇÕES LOG-ISOMÉTRICAS NO BALANÇO DOS MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS

Houve diferença, quando da aplicação de N, para os valores do balanço [N, P, S | K, Ca, Mg], na primeira e terceira avaliações. Os maiores valores foram obtidos quando da adubação com 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo, tanto com a aplicação ou não do N via foliar, os quais diferiram da testemunha (sem N), na primeira avaliação e quando da adubação com 6 g m<sup>-2</sup> de

N via solo e com N via foliar em relação à testemunha e à adubação com  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar, na terceira avaliação (Tabela 28).

Montes (2013) avaliou em cinco ciclos de um pomar de goiabeiras os efeitos da adubação nitrogenada na planta, e constatou, no quarto ciclo, o aumento no balanço [N, P, S | K, Ca, Mg], em função da adubação nitrogenada. De acordo com Faquin (2005), o N apresenta a maior quantidade de interações com nutrientes no tecido vegetal. Além disso, o aumento da disponibilidade desse nutriente, em função da sua aplicação, estimula o crescimento da planta e, conseqüentemente, a absorção dos demais nutrientes (FAGERIA, 2001; FAQUIN, 2005), corroborando com os resultados aqui obtidos.

Malavolta (2006) relatou alguns casos de interações entre o N com os demais macronutrientes, tais como a sua relação com o K, que foi muito forte na cultura da cana-de-açúcar, em que o aumento da concentração foliar de um foi acompanhada do outro. A aplicação de N aumentou a concentração de Ca na folha, exceto quando ocorreu aumento acentuado da matéria seca que causou decréscimo aparente da sua concentração. Também citou que a fonte de N utilizada pode influenciar nos teores de K, Ca e Mg, sendo que, na utilização de fontes amoniacais, as concentrações foliares desses nutrientes tendem a diminuir devido à competição na absorção.

No presente estudo, a adubação nitrogenada não influenciou as concentrações foliares de P e de Mg (Tabelas 10 e 13), aumentou as de N, em todas as avaliações (Tabela 9) e as de K apenas na quarta avaliação (Tabela 11). Além disso, propiciou a redução das concentrações foliares de Ca (terceira avaliação) e S (segunda e quarta avaliações) (Tabelas 12 e 14). Nesse sentido, o maior balanço entre os macronutrientes aniônicos (N, P e S) nas folhas do gramado, em relação aos catiônicos (K, Ca e Mg) obtido quando da adubação com N (Tabela 28), ocorreu devido ao aumento das concentrações foliares de N propiciadas pela adubação nitrogenada, na forma nítrica.

Na terceira avaliação, constatou-se efeito quadrático e na oitava e nona avaliações, redução linear para o balanço [N, P, S | K, Ca, Mg] nas folhas da grama esmeralda, em relação às doses do glyphosate (Tabela 28 e Figura 28). Na terceira avaliação, a menor relação, de 0,60, foi obtida com a dose de glyphosate estimada de  $249 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a. Na oitava e nona avaliações, a menor relação foi de, respectivamente, 0,70 e de 1,05, quando o glyphosate foi aplicado na dose de  $600 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a., reduções de 14,8 e 10,5%, respectivamente, em relação ao balanço obtido com a não aplicação do herbicida (Figura 28).

**Tabela 28** - Balanço [N, P, S | K, Ca, Mg] nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Balanço [N, P, S   K, Ca, Mg]				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	0,59 b	0,36 a	0,54 b	0,39 a	0,55 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,67 ab	0,40 a	0,56 b	0,34 a	0,70 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,63 ab	0,31 a	0,67 ab	0,34 a	0,64 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,70 a	0,40 a	0,67 ab	0,35 a	0,62 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,69 a	0,37 a	0,78 a	0,47 a	0,64 a
D.M.S. (5%)	0,09	0,12	0,17	0,22	0,20
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	0,74 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>**</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>
200	0,59	0,36	0,60	0,34	0,70
400	0,63	0,37	0,56	0,34	0,59
600	0,65	0,36	0,70	0,40	0,56
C.V. (%)	12,00	28,93	23,24	10,65	27,51
F adubação x doses	1,10 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	0,76 a	0,75 a	0,75 a	1,01 a	0,49 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,82 a	0,72 a	0,70 a	1,12 a	0,50 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,76 a	0,69 a	0,72 a	1,07 a	0,45 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,80 a	0,75 a	0,82 a	1,10 a	0,54 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,81 a	0,71 a	0,75 a	1,07 a	0,49 a
D.M.S. (5%)	0,19	0,11	0,13	0,17	0,17
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	0,86 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>**</sup>	1,15 <sup>*</sup>	0,53 <sup>ns</sup>
200	0,75	0,73	0,72	1,12	0,51
400	0,76	0,71	0,73	0,98	0,47
600	0,79	0,71	0,70	1,05	0,47
C.V. (%)	20,73	13,14	14,11	13,66	29,80
F adubação x doses	1,07 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns; \* e \*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

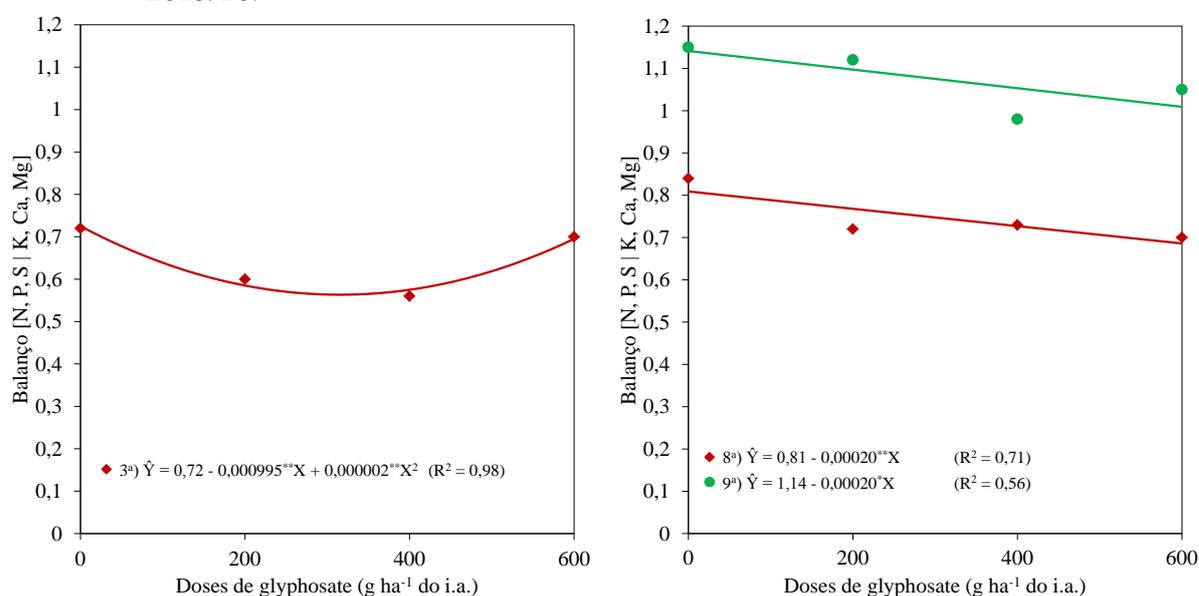
N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Esse decréscimo no balanço [N, P, S | K, Ca, Mg], com o aumento das doses do herbicida (Tabela 28 e Figura 28) está associada a redução do crescimento do gramado (Tabelas 4, 5, 6 e 7 e Figuras 4, 5, 6 e 7), o que proporcionou o efeito concentração, principalmente, para os macronutrientes catiônicos, no tecido foliar e sua ocorrência para os aniônicos. Os trabalhos presentes na literatura científica, que utilizaram a relação log-

isométrica para avaliar o balanço nutricional das plantas, estudaram o efeito da aplicação de fertilizantes e corretivos, sendo considerada técnica apropriada para análise da nutrição de plantas como verificado por Hernandez et al. (2012) e Montes (2013). No entanto, não há resultados de trabalhos que enfoquem a aplicação de doses de herbicida como regulador de crescimento em gramas e em outras culturas no seu balanço de nutrientes, portanto, é difícil confrontar dados com os obtidos nesta pesquisa.

**Figura 28** - Balanço [N, P, S | K, Ca, Mg] nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na terceira (A), oitava e nona (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Com a finalidade de avaliar os balanços nutricionais encontrados neste estudo, foram elaboradas faixas de balanços de nutrientes foliares baseadas nos teores-padrão de nutrientes indicados por Mills e Jones Junior (1996), sendo que as faixas consideradas adequadas para as concentrações foliares da grama esmeralda são: 20 a 24 g kg<sup>-1</sup> de N; 1,9 a 2,2 g kg<sup>-1</sup> de P; 11 a 13 g kg<sup>-1</sup> de K; 4 a 6 g kg<sup>-1</sup> de Ca; 1,3 a 1,5 g kg<sup>-1</sup> de Mg e 3,2 a 3,7 g kg<sup>-1</sup> de S. Os limites inferiores e superiores foram estabelecidos de acordo com Hernandez et al. (2012), em que os inferiores foram determinados usando os menores valores no numerador desta relação, e os mais elevados, no denominador, enquanto os limites superiores foram obtidos pela relação entre as maiores concentrações no numerador, e as menores, no denominador.

Portanto, o limite inferior para o balanço [N, P, S | K, Ca, Mg] foi de 0,02 e o superior de 0,44. Sendo assim, exceto na segunda (para a testemunha, adubação nitrogenada e aplicação de glyphosate) e na quarta avaliação (para a testemunha e para a grama adubada com 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar, bem como com 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar, tanto quanto para a aplicação das doses do herbicida) os valores obtidos ficaram acima do limite superior, mesmo nas condições da omissão da aplicação de N (testemunha) (Tabela 28), que deveria, teoricamente, estar abaixo do limite inferior, evidenciando baixa suplementação do nutriente.

Os elevados valores desse balanço, para a grama esmeralda, devem-se às concentrações foliares do gramado obtidas para os macronutrientes catiônicos, especificamente, para o K e Ca (Tabelas 11 e 12), que ficaram próximas, porém abaixo do limite inferior da faixa estabelecida por Mills e Jones Junior (1996) e às altas concentrações foliares do P (Tabela 10), acima do limite superior da faixa estabelecida por esses autores. Tal fato denotou que esses limites das faixas seriam inferiores ao estabelecido por Mills e Jones Junior (1996), para o K e o Ca, pois o gramado apresentou bom desenvolvimento, sem limitação ao seu crescimento, além de apresentar boa qualidade estética.

A aplicação de N, independentemente da quantidade aplicada via solo, tanto com ou sem aplicação foliar de N, propiciou maiores valores do balanço [N, P | S], em relação à testemunha, na primeira, segunda, quarta, quinta, sexta e oitava avaliações, sendo que na quarta avaliação, a aplicação de 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo e sem N via foliar e na quinta e sexta avaliações, a adubação com 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar resultaram em valores que não diferiram dos da testemunha (Tabela 29). Assim como no atual estudo, Montes (2013) constatou, em cinco ciclos em pomar de goiabeiras, que o balanço [N, P | S] médio aumentou quando da adubação nitrogenada.

Como explicações ao resultado obtido, tem-se que, de acordo com Malavolta (2006), as concentrações de N e S apresentam relação estreita na planta, de 15 de N para 1 de S (dependendo da cultura), para a síntese de proteínas. Somado a isso, a nutrição nitrogenada tem grande influência na regulação sobre a assimilação de N e de S, que estão altamente associadas (DUKE; REISENAUER, 1986; ZHAO et al., 1997). A adição de N também favorece a utilização do P, possivelmente, por promover melhor desenvolvimento do sistema radicular (REIS et al., 2005), além desse nutriente apresentar significativa interação com a

absorção de N e com o crescimento da planta (TERMAN; NOGGLE; HUNT, 1977; SUMNER; FARINA, 1986).

**Tabela 29** - Balanço [N, P | S] nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Balanço [N, P   S]				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	1,10 b	1,13 b	1,12 a	1,28 b	1,28 c
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	1,26 a	1,27 a	1,22 a	1,50 ab	1,46 ab
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	1,24 a	1,33 a	1,25 a	1,67 a	1,41 bc
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	1,26 a	1,35 a	1,26 a	1,66 a	1,55 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	1,21 a	1,39 a	1,25 a	1,67 a	1,48 ab
<b>D.M.S. (5%)</b>	0,09	0,13	0,15	0,22	0,13
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	1,21 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>**</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	1,26	1,27	1,30	1,56	1,47
<b>400</b>	1,17	1,28	1,15	1,55	1,43
<b>600</b>	1,22	1,29	1,16	1,53	1,39
<b>C.V. (%)</b>	6,58	8,47	10,47	12,29	7,80
<b>F adubação x doses</b>	0,28 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	1,00 b	1,08 a	1,09 b	1,15 a	0,75 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	1,15 a	1,14 a	1,27 a	1,17 a	0,69 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	1,12 ab	1,18 a	1,26 a	1,20 a	0,73 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	1,23 a	1,21 a	1,31 a	1,16 a	0,78 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	1,21 a	1,21 a	1,27 a	1,11 a	0,73 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	0,13	0,13	0,13	0,13	0,18
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	1,14 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>*</sup>	1,17 <sup>**</sup>	0,86 <sup>**</sup>
<b>200</b>	1,18	1,16	1,27	1,23	0,73
<b>400</b>	1,13	1,13	1,20	1,15	0,66
<b>600</b>	1,12	1,20	1,21	1,08	0,68
<b>C.V. (%)</b>	9,68	9,77	8,82	9,46	20,84
<b>F adubação x doses</b>	1,72 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns; \* e \*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

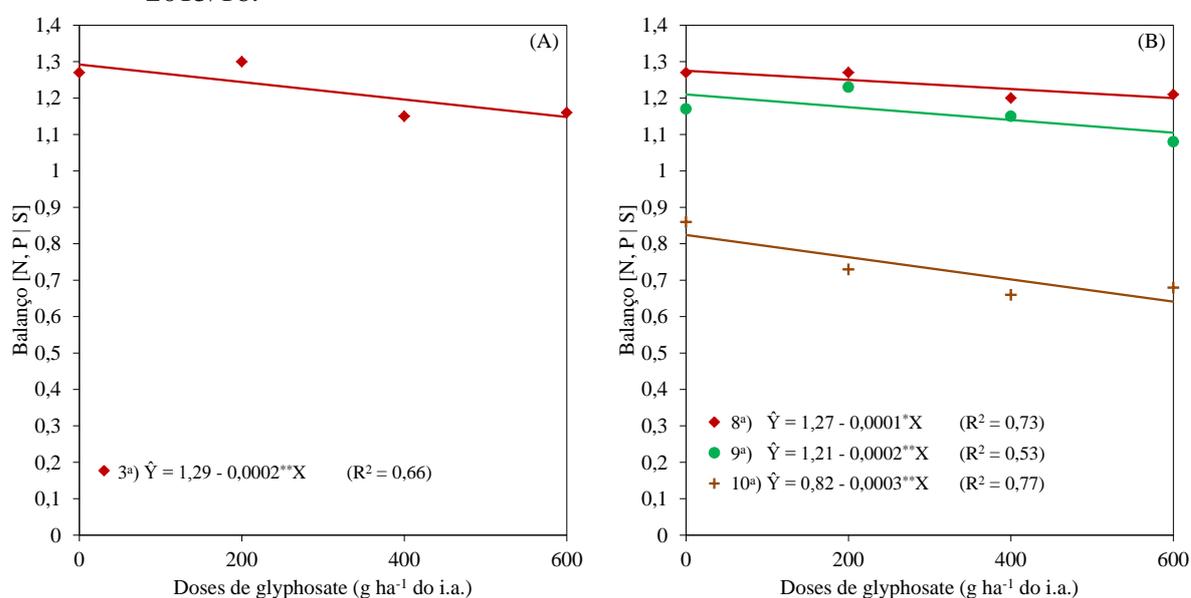
Fonte: Elaboração da própria autora.

A adubação nitrogenada não influenciou as concentrações foliares de P (Tabela 10), mas propiciou a redução das concentrações foliares de S (segunda e quarta avaliações)

(Tabela 14). Desse modo, o maior balanço de N e P em relação ao S (Tabela 29) ocorreu devido ao aumento das concentrações foliares de N em função da adubação nitrogenada (Tabela 9) e da redução das de S, devido ao efeito diluição desse nutriente propiciado pela produção de matéria seca com a aplicação de N (Tabelas 6 e 7).

Na terceira, oitava, nona e décima avaliações, o balanço [N, P | S] nas folhas da grama esmeralda diminuiu linearmente, com a aplicação das doses do glyphosate, sendo as menores relações de 1,16; 1,21; 1,08 e 0,68, obtidas com a dose de glyphosate de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., respectivamente (reduções de 9,3; 4,7; 9,9 e 21,9%) (Tabela 29 e Figura 29).

**Figura 29** - Balanço [N, P | S] nas folhas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na terceira (A), oitava, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Essa redução no balanço [N, P | S] com o aumento das doses do herbicida está associada ao menor crescimento do gramado (Tabelas 4, 5, 6 e 7 e Figuras 4, 5, 6 e 7), o que propiciou a ocorrência do efeito concentração, principalmente para o S, no tecido foliar (Tabela 14 e Figura 14). Como verificado para o balanço [N, P, S | K, Ca, Mg] é difícil confrontar dados referentes à relação [N, P | S] como a obtida nesta pesquisa, pois não há, na literatura científica, resultados de trabalhos que enfoquem a aplicação de doses de herbicida como regulador de crescimento em gramados e em outras culturas, no balanço dos nutrientes nas folhas.

O limite inferior para esse balanço foi de 0,42 e o superior de 0,67, com base no cálculo de Hernandez et al. (2012), já exposto. Portanto, os valores constatados (Tabela 29) ficaram muito acima do limite superior, mesmo nas condições da omissão da aplicação de N (testemunha), que deveria, teoricamente, estar abaixo do limite inferior, evidenciando baixa suplementação de N. Os elevados valores desse balanço devem-se às baixas concentrações foliares do S (Tabela 14), que ficaram abaixo do limite inferior da faixa estabelecida por Mills e Jones Junior (1996) de  $3,2 \text{ g kg}^{-1}$  e às altas concentrações de P nas folhas (Tabela 10), acima do limite superior estabelecido pelos autores mencionados, de  $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ .

A adubação nitrogenada propiciou os maiores valores para o balanço [N | P], em relação à testemunha (sem N), nas dez avaliações, sendo que na primeira avaliação, a adubação com  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar e com  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N foliar não diferiu do balanço verificado para a testemunha. O mesmo foi constatado na segunda e na sexta avaliações, para a grama adubada com  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, sem e com N via foliar; na terceira, sétima e nona avaliações, quando foram aplicados  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e com N via foliar e na oitava avaliação, para as parcelas que receberam  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar. Na segunda, quarta, sexta e nona avaliações, com a adição de N via foliar, o balanço, quando da aplicação de  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, foi superior ao tratamento que recebeu a metade da quantidade via solo ( $3 \text{ g m}^{-2}$ ) (Tabela 30).

Montes (2013) também verificou que o balanço [N | P], em pomar de goiabeiras, variou com a adubação nitrogenada, e que o seu aumento em função das doses de N foi devido à maior concentração do nutriente no tecido vegetal e à maior absorção de N em relação ao P, em função da sua maior disponibilidade. De acordo com Reis et al. (2005), a adição de N favorece a utilização do P, possivelmente, por promover melhor desenvolvimento do sistema radicular, além desse nutriente apresentar, segundo Summer e Farina (1986) e Terman, Noggle e Hunt (1977), interação com a absorção de N e com o crescimento da planta.

A adubação nitrogenada não influenciou as concentrações foliares de P (Tabela 10), mas propiciou maiores concentrações de N, em todas as avaliações (Tabela 9), o que justifica o aumento do balanço [N | P] quando a mesma foi aplicada (Tabela 30).

**Tabela 30** - Balanço [N | P] nas folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Balanço [N   P]				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	0,81 b	0,77 c	0,89 b	0,61 c	0,54 b
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,83 b	0,85 abc	1,06 a	0,75 ab	0,73 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,92 a	0,83 bc	0,98 ab	0,72 b	0,73 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,92 a	0,89 ab	1,11 a	0,81 ab	0,74 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,89 ab	0,95 a	1,06 a	0,84 a	0,70 a
D.M.S. (5%)	0,08	0,11	0,14	0,10	0,13
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
0	1,09 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>*</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>*</sup>	0,73 <sup>ns</sup>
200	0,88	0,89	1,03	0,76	0,66
400	0,95	0,88	1,05	0,79	0,68
600	0,76	0,84	0,98	0,68	0,68
C.V. (%)	8,00	10,95	11,95	12,03	16,80
F adubação x doses	1,10 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	0,62 c	0,72 b	0,53 c	0,69 d	0,73 b
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,71 bc	0,86 a	0,59 bc	0,87 bc	1,05 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,74 bc	0,80 ab	0,64 ab	0,84 cd	0,96 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,81 ab	0,83 a	0,70 a	1,07 a	1,06 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,93 a	0,87 a	0,70 a	1,01 ab	1,13 a
D.M.S. (5%)	0,16	0,10	0,10	0,16	0,18
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
0	0,76 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>
200	0,74	0,79	0,61	0,80	0,97
400	0,78	0,85	0,60	0,95	1,05
600	0,75	0,82	0,66	0,96	1,03
C.V. (%)	17,53	10,89	14,22	15,04	16,37
F adubação x doses	0,96 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

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

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

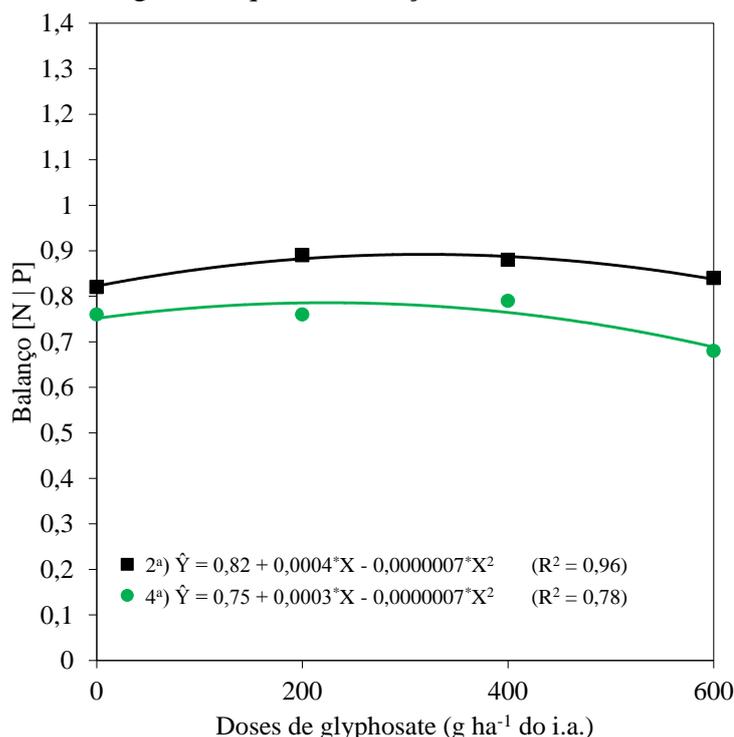
Fonte: Elaboração da própria autora.

Na segunda e quarta avaliações, constatou-se efeito quadrático para o balanço [N | P] nas folhas da grama esmeralda, em relação às doses do glyphosate (Tabela 30 e Figura 30).

As maiores relações, de 0,88 e 0,78, foram obtidas com as doses estimadas de 286 e 214 g ha<sup>-1</sup> do i.a. de glyphosate (segunda e quarta avaliações, respectivamente) (Figura 30). Esse aumento no balanço [N | P] com aplicação de doses crescentes do herbicida está

associado à redução do crescimento do gramado (Tabelas 4, 5, 6 e 7 e Figuras 4, 5, 6 e 7), o que acarretou no efeito concentração para o N e o P, na quarta avaliação (Figuras 9 e 10). Como verificado e explicado para os balanços [N, P, S | K, Ca, Mg] e [N, P | S] é difícil confrontar dados referentes a relação [N | P], como a obtida nesta pesquisa.

**Figura 30** - Balanço [N | P] nas folhas da grama esmeralda em função das doses de glyphosate, na segunda e quarta avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/15.



Nota: \* - significativo a 5% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

O limite inferior para esse balanço, com base no cálculo de Hernandez et al. (2012), foi de 1,56 e o superior de 1,79. Portanto, os valores obtidos (Tabela 30) ficaram muito abaixo do limite inferior, mesmo com a aplicação de N, que deveria, teoricamente, propiciar valores acima do limite superior, evidenciando boa suplementação de N. Os baixos valores desse balanço devem-se às altas concentrações foliares do P (Tabela 10), que ficaram acima do limite superior da faixa estabelecida por Mills e Jones Junior (1996), de 2,2 g kg<sup>-1</sup>.

Com base nos três balanços estudados [N, P, S | K, Ca, Mg], [N, P | S] e [N | P], ficou evidente a influência da adubação nitrogenada e da aplicação do glyphosate. No caso do herbicida, devido à redução do crescimento que, de forma geral, propiciou o efeito concentração de todos os macronutrientes, principalmente, dos catiônicos e do S. Enquanto

que devido à adubação com N, houve maior disponibilidade dos nutrientes, em função da sua aplicação. No entanto, são necessários estudos que estabeleçam novas faixas adequadas dos nutrientes para a grama esmeralda, principalmente, em gramados implantados, permitindo comparações com as de Mills e Jones Junior (1996), bem como com os resultados obtidos com a atual pesquisa, gerando, assim, inferências mais precisas e atuais quanto à adubação em condições brasileiras.

#### 4.9 INTENSIDADE DA COLORAÇÃO VERDE DA FOLHA

##### **4.9.1 Leituras em clorofilômetro nas folhas (Índice de clorofila foliar - ICF) - medida indireta de clorofila**

Na primeira e segunda avaliações, o maior ICF foi obtido quando a grama foi adubada com  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar, em relação à ausência de adubação (testemunha). Na terceira, quinta, sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliações, todos os tratamentos propiciaram ICF maiores que o da testemunha, exceto, na terceira avaliação, quando foram aplicados  $3 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo e sem N via foliar. (Tabela 31).

Assim como neste estudo, Dinalli et al. (2015) constataram, para a grama esmeralda, valores maiores de ICF com a adubação nitrogenada (0, 5, 10 e  $20 \text{ g m}^{-2}$ , parceladas em cinco vezes ao ano e utilizando como fonte a ureia), em três das cinco avaliações efetuadas. O mesmo foi verificado por Dinalli et al. (2016), em quatro avaliações. Deve-se ressaltar que são poucos os estudos que avaliaram o ICF em gramados implantados, sem focar em produção de grama.

Dinalli et al. (2015) obtiveram valores máximos de ICF ( $20 \text{ g m}^{-2}$  de N, parcelada em cinco vezes) entre 17,4 e 19,9 e Dinalli (2011) verificou, em trabalho também desenvolvido em Ilha Solteira/SP, para a grama esmeralda adubada com  $10 \text{ g m}^{-2}$  de N (fonte ureia), parcelada em cinco aplicações ao ano, valores de ICF de 14,3 a 22,1, 30 dias após a adubação. Os valores obtidos, na presente pesquisa (Tabela 31), de maneira geral, ficaram próximos aos máximos valores citados ou dentro do intervalo constatado por Dinalli (2011).

A leitura indireta realizada com clorofilômetro estima com precisão o teor de clorofila foliar e apresenta as vantagens de maior rapidez, menor custo e de não resultar em destruição de folhas (ARGENTA et al., 2001). Os resultados obtidos para o ICF (Tabela 31)

confirmaram a influência do N na coloração verde dos gramados e enfatizaram que doses maiores de N proporcionam coloração verde mais intensa, desejável do ponto de vista estético e, fisiologicamente, plantas com coloração verde mais intensa possuem maior capacidade de fotossintetizar carboidratos pela maior concentração de clorofila, moléculas responsáveis pela captação da energia luminosa da radiação solar (GODOY et al., 2012).

**Tabela 31** - Índice de clorofila foliar (ICF) da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	ICF (adim.)				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	21,4 b	21,2 b	18,9 b	21,2 a	18,9 b
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	23,0 ab	22,5 ab	20,7 ab	24,5 a	22,9 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	22,6 ab	22,1 ab	23,5 a	22,8 a	22,2 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	24,5 a	23,6 a	23,2 a	24,5 a	23,1 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	23,3 ab	22,4 ab	22,5 a	24,2 a	23,2 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	1,9	1,9	3,2	3,4	2,2
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	24,5**	23,2**	20,6 <sup>ns</sup>	22,9 <sup>ns</sup>	21,7 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	23,4	22,7	21,7	23,4	22,3
<b>400</b>	22,3	21,9	23,1	23,6	22,7
<b>600</b>	21,6	21,6	21,7	23,8	21,5
<b>C.V. (%)</b>	7,05	7,24	12,43	12,41	8,62
<b>F adubação x doses</b>	0,40 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	18,6 b	16,8 b	17,0 b	16,8 b	16,0 b
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	22,2 a	20,7 a	22,0 a	20,6 a	19,4 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	21,1 a	19,6 a	21,8 a	21,3 a	19,0 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	21,4 a	20,3 a	22,0 a	20,2 a	19,1 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	22,1 a	20,6 a	22,0 a	21,4 a	19,5 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	1,3	2,3	1,9	2,4	2,9
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	23,4**	20,1 <sup>ns</sup>	21,6**	19,1 <sup>ns</sup>	18,4 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	20,5	18,7	21,4	20,5	19,0
<b>400</b>	20,3	19,9	21,6	20,8	19,2
<b>600</b>	20,2	19,9	19,2	19,9	17,9
<b>C.V. (%)</b>	5,39	10,18	7,86	10,26	13,43
<b>F adubação x doses</b>	1,58 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns e \*\* - não significativo e significativo a 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

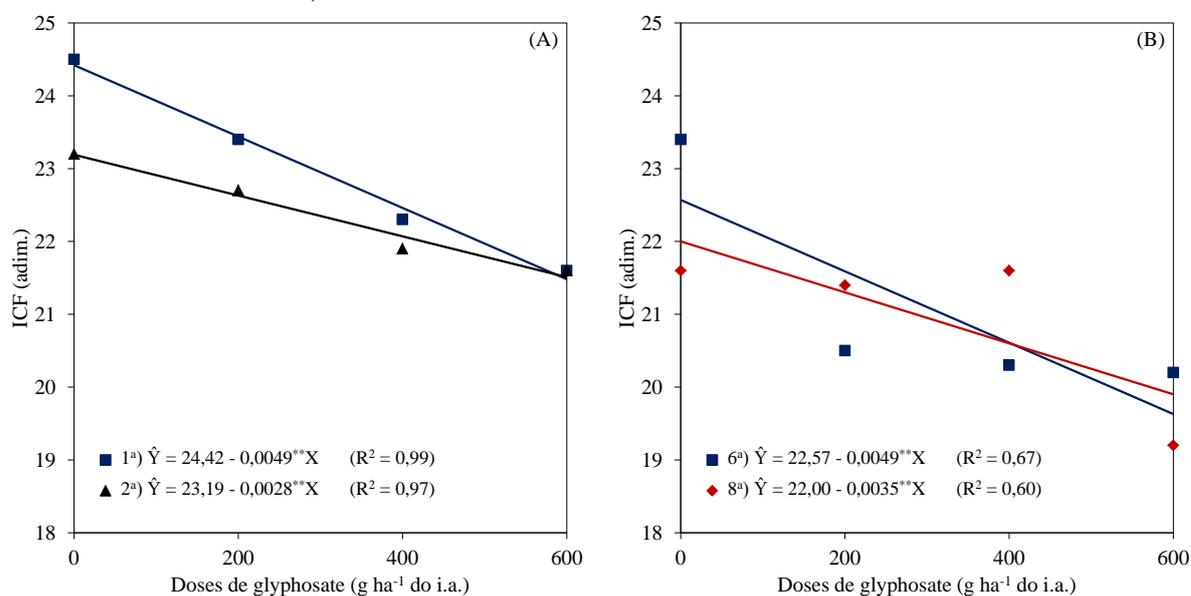
As concentrações de N do tecido vegetal estão diretamente relacionadas à concentração de pigmentos fotossintéticos como a clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2013), o que se confirmou pela correlação positiva entre as concentrações foliares de N e os valores de ICF ( $r = 0,91^{**}$ ) do gramado, considerando os dados das dez avaliações, assim como constatado por Dinalli et al. (2015), por Dinalli et al. (2016) e por Santos e Castilho (2015), em grama esmeralda. Tal relação se deve ao fato de 50 a 70% do N total das folhas serem integrantes de enzimas que estão associadas ao cloroplasto (CHAPMAN; BARRETO, 1997).

Esperava-se que o N via foliar tivesse algum efeito na cor do gramado, contudo este não foi constatado na análise do ICF, posto que não houve diferença, nas avaliações, entre a aplicação ou não de N via foliar (Tabela 31). Ao contrário deste estudo, Totten et al. (2008) constataram que a dose de  $19 \text{ g m}^{-2}$  de N foi necessária para manter a qualidade visual (coloração verde) do gramado de creeping bentgrass aceitável e que a combinação da adubação granular (via solo) (50% ureia granular) + líquida (via foliar) (50% ureia líquida - dissolvida) propiciou melhores resultados quando comparada à adubação granular (100% ureia) ou líquida (100% ureia), isoladamente.

Por outro lado, Conard (2013), avaliando a adubação foliar e granular, na grama *Agrostis estoloniifera* L., verificou que, em geral, a coloração do gramado aumentou com o incremento da dose de N, utilizando como fonte a ureia (0,5; 1,0; 2,0 e  $4,0 \text{ g m}^{-2}$ ), independente do método de aplicação (granular irrigada; foliar irrigada e foliar não irrigada), semelhante ao resultado obtido na presente pesquisa.

Houve redução linear do ICF do gramado com o aumento das doses de glyphosate na primeira, segunda, sexta e oitava avaliações, sendo a porcentagem de redução de 12,0; 7,2; 13,0 e de 9,5%, respectivamente (Tabela 31 e Figura 31). Portanto, a maior dose de glyphosate ( $600 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a.) não foi adequada, pois interferiu no aspecto estético (cor verde). O herbicida, utilizado como regulador de crescimento, deve reduzir o crescimento da grama, mantendo a sua qualidade, ou seja, sua beleza (estética) e coloração verde (CHRISTOFFOLETI; ARANDA, 2001; RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; MARCH; MARTINS; McELROY, 2013), sendo que a estética dos gramados ornamentais é extremamente importante, pois para o usuário sua qualidade depende dela (PINEDA et al., 2006).

**Figura 31** - Índice de clorofila foliar (ICF) da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na primeira, segunda (A), sexta e oitava (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Esse resultado com a aplicação do glyphosate (Figura 31) pode estar relacionado à degeneração dos cloroplastos, verificada por Campbell, Evans e Reed (1976), em *Agropyron repens*, 24 horas após a aplicação do herbicida (560; 1120; 1680; 2240 e 4490 g ha<sup>-1</sup> do i.a.). Outra justificativa pode estar ligada aos efeitos do herbicida sobre a inibição da formação de clorofila (COLE; CASELEY; DODGE, 1983), pois o mesmo tem efeito na sua síntese (YAMADA; CASTRO, 2007). Cabe enfatizar, também, que a enzima EPSPs (inibida pelo glyphosate) é codificada no núcleo celular e desempenha sua ação catalítica no cloroplasto (MOREIRA; CHRISTOFFOLETI, 2008).

Os valores de ICF quando da aplicação do herbicida (Figura 31) foram maiores que os verificados por Dinalli (2011) e por Dinalli et al. (2015), porém muito próximos aos máximos valores obtidos pelos autores.

#### 4.9.2 Clorofilas a e b

Verificou-se que a adubação nitrogenada propiciou os maiores valores de clorofila a e b, independentemente de dose via solo e foliar em relação à testemunha (sem N) (Tabela 32). Silva e Moura (2013) obtiveram a maior quantidade de clorofilas a e b, na cultura do girassol,

quando da adubação com doses crescentes de N (0, 3, 6, 9, 12 e 15 g m<sup>-2</sup>, fonte ureia), corroborando com o constatado no presente estudo.

**Tabela 32** - Clorofilas a e b das folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.

Adubação Nitrogenada	Clorofilas a e b (mg L <sup>-1</sup> )			
	5 <sup>a</sup>		10 <sup>a</sup>	
	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila a	Clorofila b
<b>Testemunha</b>	1,48 b	0,93 b	1,37 b	0,86 b
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	1,99 a	1,17 a	1,94 a	1,05 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	1,97 a	1,19 a	2,00 a	1,05 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	2,20 a	1,37 a	2,09 a	1,12 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	2,20 a	1,37 a	2,10 a	1,15 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	0,23	0,23	0,37	0,13
<b>Doses de glyphosate</b>				
<b>(g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>				
<b>0</b>	1,93 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>	1,95 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	1,95	1,38	1,96	1,19
<b>400</b>	1,92	1,15	1,80	1,02
<b>600</b>	2,08	1,22	1,89	0,94
<b>C.V. (%)</b>	10,05	16,25	16,54	10,42
<b>F adubação x doses</b>	0,95 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

Avaliações: 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Notou-se, para os valores de ICF do gramado (Tabela 31), resultado semelhante ao das clorofilas a e b, na maioria das avaliações. Como a determinação da intensidade de cor verde da folha da grama, medida com o clorofilômetro, é realizada com base na quantidade de luz absorvida, transmitida ou refletida pelas moléculas de clorofila (SILVA, 2016) e, assim, o índice de coloração verde, representado pelo valor SPAD (ou ICF) está diretamente relacionado com a concentração foliar de clorofila (MOTA, 2016), pode-se correlacionar tais avaliações. Houve correlação positiva entre os valores de ICF e de clorofila a ( $r = 0,88^{**}$ ) e clorofila b ( $r = 0,81^{**}$ ), considerando os dados das duas avaliações. Nesse sentido, a leitura realizada com o clorofilômetro estimou com precisão o teor de clorofila foliar da grama esmeralda, como constatado por Argenta et al. (2001), na cultura do milho e por Silva e Moura (2013), em girassol.

Como neste estudo, Silva et al. (2014) também notaram, em cana-de-açúcar, que as leituras indiretas em clorofilômetro foram positivamente correlacionadas com as clorofilas a e b. O mesmo foi constatado por Argenta et al. (2001), para o milho e por Barbieri Junior et al. (2012), para o capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) ( $r = 0,646$  e  $r = 0,797$ , para as clorofilas a e b, respectivamente).

Houve, considerando os dados das duas avaliações, correlação positiva dos valores de clorofila a e b com as concentrações foliares de N do gramado, sendo esta de, respectivamente,  $r = 0,96^{**}$  e  $r = 0,76^{**}$ . Tal resultado justifica-se devido à maior parte do N da planta estar presente nos cloroplastos e clorofila (SILVA, 2016) e de que as concentrações de N do tecido vegetal estão diretamente relacionadas à concentração de pigmentos fotossintéticos como a clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2013). Chapman e Barreto (1997) relataram que 50 a 70% do N total das folhas são integrantes de enzimas que estão associadas ao cloroplasto. Argenta et al. (2001) também verificaram, como no atual estudo, correlação positiva entre a concentração foliar de N e a clorofila extraível (a e b), nos estádios de dez a onze folhas completamente desenvolvidas e de espigamento do milho.

Não foram verificadas diferenças entre a aplicação ou não de N via foliar, quanto aos teores de clorofila a e b nas folhas da grama esmeralda (Tabela 32). Portanto, a adubação foliar não é necessária. O contrário foi constatado por Steinke e Stier (2003) que compararam, em Verona (Estados Unidos), para o manejo de gramados sob sombra (*Poa supina* Schrad., *Poa pratensis* L. e *Agrostis stolonifera* L.), a adubação líquida (foliar) versus granular (via solo) de N ( $12 \text{ kg ha}^{-1}$ , a cada 14 dias, utilizando como fonte a ureia) e notaram que a aplicação líquida de N aumentou os teores de clorofila (determinados em laboratório), se comparada à aplicação granular de N, mesmo não sendo detectadas diferenças quanto à cor.

De acordo com Cole, Caseley e Dodge (1983), há efeitos do glyphosate sobre a inibição da formação de clorofila, posto que o mesmo tem ação na sua síntese (YAMADA; CASTRO, 2007). Porém, não se constatou influência das doses de glyphosate nos valores de clorofila a e b das folhas da grama esmeralda (Tabela 32).

Da mesma forma que no atual estudo, Albrecht et al. (2012) não constataram efeito do glyphosate (0, 720, 1440, 2160 e 2880  $\text{g ha}^{-1}$  do e.a.), aplicadas em pós-emergência, sob o desenvolvimento da cultura de milho RR, para os teores de clorofila a e b. Por outro lado, Kitchen, Witt e Rieck (1981) notaram, 48 horas após a aplicação de glyphosate (2240  $\text{g ha}^{-1}$  do i.a.), decréscimo no conteúdo de clorofila de plantas de soja. Também, Oliveira, Duarte e

Fassio (2008) constataram que o glyphosate influenciou os teores de clorofilas a e b do cedro australiano (*Toona ciliata* var. *australis*), com redução de 30,4 e 49,8%, respectivamente, para as doses de 1440 e 2880 g ha<sup>-1</sup> do i.a.. Todavia, as doses do herbicida utilizadas pelos autores citados foram bem superiores às estudadas no atual estudo, com a grama esmeralda.

Não foram encontrados estudos semelhantes à presente pesquisa (adubação nitrogenada – via solo e via foliar, e aplicação de glyphosate), na literatura científica brasileira, que avaliassem a extração de clorofila a e b, em gramados ornamentais e que possibilitassem a comparação do resultados obtidos.

#### **4.9.3 Análise por imagem digital da parte aérea**

O componente verde da imagem digital (G) não foi influenciado pela adubação nitrogenada e nem pelas doses de glyphosate (Tabela 33).

Godoy (2005) não constatou, para o G, em grama santo agostinho, ajuste em função da adubação com N (0, 15, 30, 45 e 60 g m<sup>-2</sup>, divididas em três aplicações, utilizando como fonte a ureia) bem como em grama esmeralda, em que não houve influência da adubação (0, 15, 30, 45 e 60 g m<sup>-2</sup> de N, utilizando como fonte a ureia) nem do parcelamento das doses (em três ou seis aplicações). Dinalli (2014) também não constatou, em grama esmeralda, influência da adubação nitrogenada (0, 5, 10 e 20 g m<sup>-2</sup>, parcelada em cinco vezes ao ano, utilizando como fonte a ureia) nem dos herbicidas aplicados como reguladores de crescimento (glyphosate, imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl, na dose de, respectivamente, 200, 420, 80 e 140 g ha<sup>-1</sup> do i.a. mais a testemunha, sem herbicida), no G, 30 DAA dos herbicidas. Entretanto, Backes et al. (2010b) verificaram que o G foi influenciado pelas doses de lodo de esgoto (0, 10, 20, 30 e 40 g m<sup>-2</sup> de N, sem parcelamento), aos 45 DAA, no entanto, não houve ajuste dos valores em função das doses, aos 105 e 165 DAA. Dessa forma, segundo os autores citados, esta característica não serviu como ferramenta para avaliar a cor verde das espécies estudadas, corroborando com os resultados obtidos nesta pesquisa.

**Tabela 33** - Componente verde da imagem digital (G) das folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	G (adim.)				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	103 a	122 a	142 a	137 a	130 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	106 a	121 a	142 a	139 a	131 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	105 a	122 a	130 a	138 a	137 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	107 a	117 a	140 a	141 a	134 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	110 a	119 a	138 a	144 a	137 a
D.M.S. (5%)	7	8	17	11	9
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	107 <sup>ns</sup>	118 <sup>ns</sup>	147 <sup>ns</sup>	141 <sup>ns</sup>	135 <sup>ns</sup>
200	104	118	137	137	131
400	108	120	138	142	136
600	106	123	131	139	133
C.V. (%)	5,58	5,89	10,51	6,46	5,45
F adubação x doses	0,87 <sup>ns</sup>	1,51 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	141 a	127 a	129 a	131 a	128 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	140 a	130 a	137 a	129 a	129 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	140 a	130 a	131 a	129 a	133 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	141 a	126 a	129 a	134 a	131 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	136 a	133 a	143 a	133 a	134 a
D.M.S. (5%)	8	7	16	6	8
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	146 <sup>ns</sup>	128 <sup>ns</sup>	131 <sup>ns</sup>	133 <sup>ns</sup>	132 <sup>ns</sup>
200	148	130	141	132	127
400	131	128	128	127	133
600	134	131	136	131	129
C.V. (%)	4,65	4,72	10,54	4,12	5,43
F adubação x doses	1,45 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Na primeira, terceira, quarta, quinta, sexta, sétima, oitava, nona e décima avaliações, todos os tratamentos (adubação com N) propiciaram maiores valores de índice de cor verde escuro (ICVE) das folhas da grama esmeralda em relação à testemunha (sem N). O mesmo foi verificado na segunda avaliação, exceto quando foram aplicados 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar, cujo ICVE não diferiu do da testemunha (Tabela 34).

**Tabela 34** - Índice de cor verde escuro (ICVE), obtido da imagem digital das folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	ICVE (adim.)				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	0,72 b	0,63 b	0,57 b	0,68 b	0,62 b
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,80 a	0,69 a	0,71 a	0,73 a	0,68 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,79 a	0,68 ab	0,68 a	0,72 a	0,71 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,81 a	0,71 a	0,70 a	0,74 a	0,70 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,80 a	0,71 a	0,69 a	0,73 a	0,70 a
D.M.S. (5%)	0,04	0,05	0,06	0,03	0,03
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	0,77 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>*</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>
200	0,80	0,69	0,69	0,73	0,69
400	0,78	0,69	0,66	0,72	0,68
600	0,78	0,67	0,65	0,72	0,69
C.V. (%)	4,93	6,00	8,18	4,14	4,04
F adubação x doses	0,57 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	0,66 b	0,59 b	0,51 b	0,54 b	0,58 b
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,75 a	0,70 a	0,71 a	0,64 a	0,66 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,74 a	0,68 a	0,65 a	0,66 a	0,68 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	0,74 a	0,70 a	0,69 a	0,64 a	0,67 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	0,75 a	0,70 a	0,68 a	0,67 a	0,67 a
D.M.S. (5%)	0,04	0,03	0,07	0,04	0,03
<b>Doses de glyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	0,78 <sup>**</sup>	0,68 <sup>**</sup>	0,69 <sup>**</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>
200	0,78	0,68	0,68	0,65	0,66
400	0,68	0,67	0,61	0,61	0,65
600	0,67	0,66	0,61	0,61	0,65
C.V. (%)	4,37	4,27	8,36	5,19	4,01
F adubação x doses	1,03 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns, \* e \*\* - não significativo e significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Todos os tratamentos (adubação com N) propiciaram matiz da cor verde (H) da parte aérea do gramado maiores que o da testemunha (sem N), exceto na décima avaliação em que não houve diferença (Tabela 35).

**Tabela 35** - Matiz da cor verde (H), obtida da imagem digital das folhas da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	H (graus)				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	89 b	82 b	76 b	82 b	75 b
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	97 a	90 a	89 a	89 a	84 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	96 a	89 a	87 a	88 a	87 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	99 a	92 a	95 a	89 a	85 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	98 a	93 a	88 a	90 a	87 a
D.M.S. (5%)	5	5	8	4	4
<b>Doses de ghyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	96 <sup>ns</sup>	89 <sup>ns</sup>	89 <sup>*</sup>	87 <sup>ns</sup>	83 <sup>ns</sup>
200	97	89	88	89	84
400	96	90	85	88	84
600	95	89	84	87	83
C.V. (%)	4,31	5,34	7,82	3,66	3,67
F adubação x doses	0,79 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	79 b	71 b	68 c	69 b	71 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	91 a	84 a	89 ab	79 a	80 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	91 a	84 a	84 b	82 a	83 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	91 a	86 a	94 a	81 a	80 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	93 a	85 a	87 ab	83 a	83 a
D.M.S. (5%)	5	5	8	5	3
<b>Doses de ghyphosate</b>					
(g ha <sup>-1</sup> do i.a.)					
0	97 <sup>**</sup>	85 <sup>**</sup>	90 <sup>**</sup>	81 <sup>ns</sup>	78 <sup>ns</sup>
200	95	84	86	81	80
400	82	80	80	77	80
600	82	80	81	76	79
C.V. (%)	4,81	4,89	7,87	5,00	3,69
F adubação x doses	0,45 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns, \* e \*\* - não significativo e significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Da mesma forma, Godoy (2005) verificou que tanto o ICVE quanto a H aumentaram com a adubação nitrogenada (0, 15, 30, 45 e 60 g m<sup>-2</sup>, divididas em três aplicações, utilizando como fonte a ureia), nas três épocas de avaliação (192, 227 e 296 DAC) da grama santo agostinho. Tibães, Godoy e Latorre (2015) também notaram aumento do ICVE em cultivares

de grama Bermuda (Tifway, Celebration e Tifgrand) com a adubação nitrogenada (0, 60, 121, 242 e 483 mg dm<sup>-3</sup>, parceladas em quatro aplicações).

O gramado bem nutrido apresentará coloração verde (ARANTES et al., 2015), desde que não tenha nenhum outro estresse biótico ou abiótico. Logo, esta maior tonalidade de verde das folhas, dada pelo maior ICVE e H, quando da adubação nitrogenada pode estar associada à maior quantidade de clorofilas a e b nas folhas da grama esmeralda (Tabela 32), como foi constatado também para o ICF (Tabela 31).

Os resultados de ICVE da grama esmeralda (Tabela 34) foram bem superiores aos constatados por Karcher e Richardson (2003), de 0,45; 0,46 e 0,48 quando da aplicação de, respectivamente, 4,8; 7,2 e 9,6 g m<sup>-2</sup> de N (reaplicadas em quatro vezes); por Godoy (2005), de 0,53 para a grama adubada com 20 g m<sup>-2</sup> de N, aos 90 DAC e por Backes et al. (2010b) que constataram valor de 0,55 para a grama que recebeu a dose de 40 g m<sup>-2</sup> de N. Porém, próximos aos máximos valores obtidos por Dinalli (2014), de 0,71 (2,06 g m<sup>-2</sup> de N), de 0,66 (2,9 g m<sup>-2</sup> de N), de 0,74 (2,5 g m<sup>-2</sup> de N) e de 0,76 (2,4 g m<sup>-2</sup> de N), em que a espécie estudada foi a grama esmeralda.

Também em estudos com a grama esmeralda, Dinalli (2014) constatou H de 86° (3,3 g m<sup>-2</sup> de N); de 90° (2,7 g m<sup>-2</sup> de N) e de 92° (2,4 g m<sup>-2</sup> de N). Godoy (2005) verificou H de 87°, quando foram aplicados 15 e 20 g m<sup>-2</sup> de N, aos 90 DAC; Backes et al. (2010b) constataram valor de 98°, para a grama adubada com lodo de esgoto (40 g m<sup>-2</sup> de N) e Karcher e Richardson (2003) obtiveram H de 83,6 a 86,6°, com a aplicação de 4,8; 7,2 e 9,6 g m<sup>-2</sup> de N (reaplicadas em quatro vezes), valores próximos aos obtidos no presente estudo (Tabela 35).

Valores de H próximos a 60°, indicam aproximação da cor amarela e, próximos a 120°, da cor verde. Assim, apenas a testemunha (sem N) propiciou valores de H que se aproximaram mais da cor amarela (Tabela 35), indicando perda da coloração verde intensa, causado pela redução da concentração de clorofila, como verificado para a testemunha, quando da determinação das clorofilas a e b (Tabela 32).

Levando em conta os dados das dez avaliações, houve correlação positiva do ICVE e do H com relação à concentração de N na folha, sendo respectivamente de  $r = 0,82^{**}$  e  $r = 0,89^{**}$ . Assim como neste estudo, Backes et al. (2010b) obtiveram alta correlação positiva do ICVE ( $r = 0,91^{**}$  e  $0,93^{**}$ , aos 45 e 105 DAA do lodo de esgoto, respectivamente) e do H ( $r = 0,83^{**}$  e  $0,88^{**}$ , respectivamente, aos 45 e 105 DAA do lodo) com a concentração foliar de N, sendo o mesmo obtido por Dinalli (2014) ( $r = 0,81^*$  e  $r = 0,83^*$ , respectivamente, para o ICVE

e a H). Enquanto que para o G foi constatada correlação linear negativa em relação à concentração foliar de N ( $r = -0,37^{ns}$ ), semelhante ao constatado por Backes et al. (2010b) ( $r = -0,81^{**}$ ,  $-0,48^*$  e  $-0,31^{ns}$ , respectivamente, aos 45, 105 e 165 DAA do lodo) e por Dinalli (2014) ( $r = -0,75^{ns}$ ).

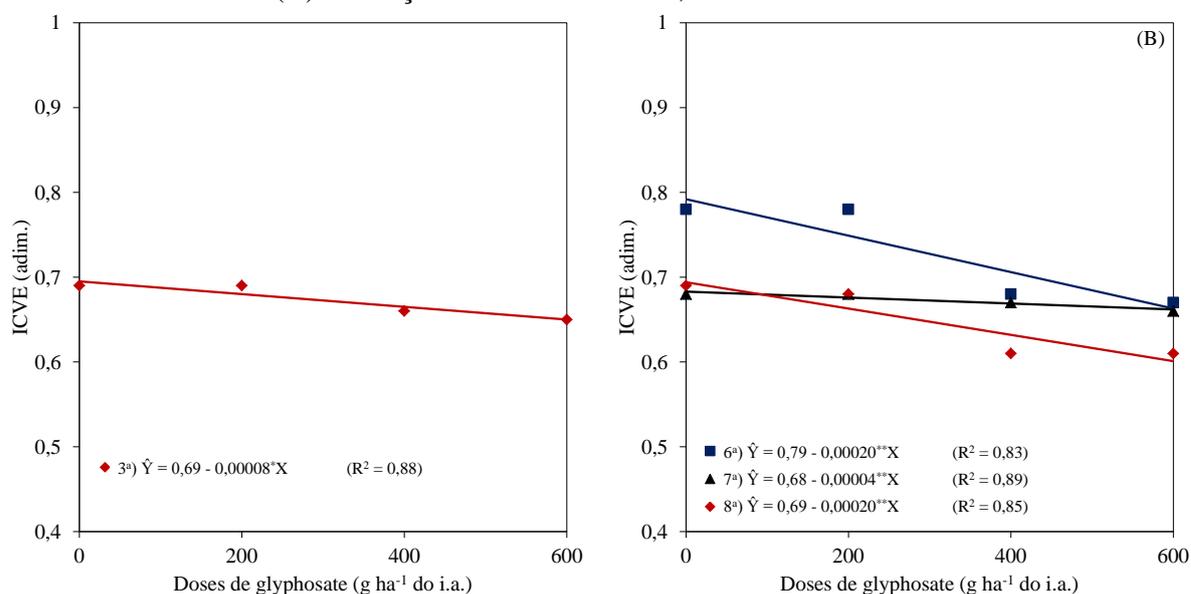
As correlações positivas verificadas para os componentes da imagem digital com relação à concentração de N nas folhas foram próximas da verificada para o ICF ( $r = 0,91^{**}$ ), indicando que tanto a análise por imagem digital quanto o uso do clorofilômetro foram eficientes para quantificar a cor verde da grama esmeralda. No entanto, existem problemas com a utilização do clorofilômetro relacionados à dificuldade de medida das folhas da grama esmeralda, que são muito finas, curtas e enrolam rapidamente após a coleta, além da área de leitura do aparelho ser muito pequena. Outra comparação relevante é que a área amostrada para calcular os índices com base na imagem digital é muito maior, pois é utilizada a imagem de milhares de folhas por parcela, ao contrário das medidas no clorofilômetro (GODOY, 2005; BACKES et al., 2010b) em que foram amostradas, neste estudo, 15 folhas por parcela. Nesse sentido, o método por imagem digital é mais adequado.

Esperava-se que o N aplicado via foliar tivesse algum efeito na cor do gramado, contudo este não foi constatado na análise do ICF (Tabela 31), na determinação das clorofilas a e b (Tabela 32), nem na análise por imagem digital da parte aérea, posto que não houve diferença, nas avaliações, entre a aplicação ou não de N foliar (Tabelas 33, 34 e 35). Sendo válidas as inferências feitas, anteriormente, quanto aos trabalhos de Totten et al. (2008), de Steinke e Stier (2003) e de Conard (2013). Nesse sentido, deve-se optar pela não aplicação do N foliar.

O ICVE e a H do gramado diminuíram linearmente com o aumento das doses de glyphosate, na terceira, sexta, sétima e oitava avaliações, sendo a redução de, respectivamente, 7,0; 15,2; 3,5 e 17,4%, para o ICVE e de 6,0; 17,8; 6,7 e 11,1%, para a H, quando aplicada a maior dose do herbicida ( $600 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a.), em relação à sua não aplicação (Tabelas 34 e 35 e Figuras 32 e 33).

Com a maior dose, o valor de H do gramado aproximou-se mais da cor amarela ( $60^\circ$ ), em relação aos resultados obtidos com as demais doses. Apesar de ter sido constatada apenas em quatro avaliações (Tabelas 34 e 35 e Figuras 32 e 33), a redução do ICVE e do H, índices que expressam a qualidade do gramado, não é desejável, pois o regulador de crescimento (herbicida) não deve prejudicar a estética da grama, principalmente, a relacionada à cor verde.

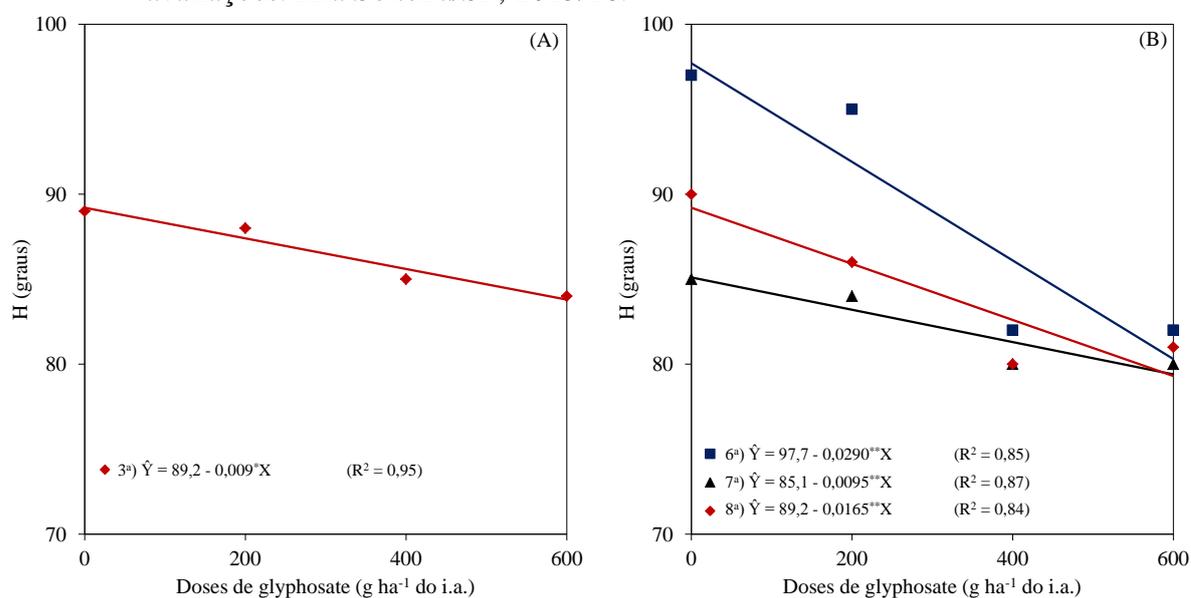
**Figura 32** - Índice de cor verde escuro (ICVE) das folhas da grama esmeralda, obtido da imagem digital, em função de doses de glyphosate, na terceira (A), sexta, sétima e oitava (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

**Figura 33** - Matiz da cor verde (H) das folhas da grama esmeralda, obtida da imagem digital, em função de doses de glyphosate, na terceira (A), sexta, sétima e oitava (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Considerando a importância da coloração verde intensa em gramados ornamentais, além de poder ser utilizada para determinar a cor verde da grama esmeralda e servir como índice para auxiliar na determinação da adubação nitrogenada (dose de N) adequada para a sua manutenção, como verificado por Godoy (2005), para a grama santo agostinho e esmeralda, por Backes et al. (2010b) e por Dinalli (2014), para a grama esmeralda, a análise da imagem digital teve ainda mais importância, neste estudo, auxiliando a avaliar possíveis alterações na coloração quando do uso das doses de glyphosate e, conseqüentemente, na escolha da melhor delas, além de inferir quanto ao efeito ou não da adubação foliar com N na cor verde da grama. Além disso, de acordo com Lima et al. (2012), para cada espécie de grama, deverão ser estabelecidos ICVEs de referência para auxiliar no manejo correto da adubação nitrogenada.

#### **4.9.4 Fitointoxicação da parte aérea**

Comparando as análises de ICF (Tabela 31), das clorofilas a e b (Tabela 32), da imagem digital (Tabelas 33, 34 e 35) e da fitointoxicação (Tabela 36) quanto ao coeficiente de variação (C.V.) constatou-se que o mesmo foi bem superior para a última, pois esta é mais subjetiva, e conseqüentemente, menos minuciosa para detectar diferenças entre os tratamentos quanto à coloração verde intensa que as demais. No entanto, optou-se pela sua realização com o objetivo de verificar se as possíveis diferenças avaliadas pelas outras técnicas seriam visualizadas com clareza pelos avaliadores e se a/as dose (s) que reduziram o crescimento (altura e matéria seca foliar) não prejudicaram a qualidade visual estética do gramado.

Na primeira, segunda, terceira, quarta, quinta, sexta, nona e décima avaliações, houve aumento da porcentagem de fitointoxicação da parte aérea da grama esmeralda com o aumento das doses de glyphosate (Tabela 36 e Figura 34). As porcentagens atribuídas para a quarta e quinta avaliações foram menores que as demais, o que se justifica pelo maior tempo entre a aplicação de N via solo e do herbicida, de 30 dias, por tratar-se de época correspondente ao outono/inverno, em que a grama cresce menos. A nona e décima avaliações também referem-se ao outono/inverno, contudo, nestas, não foram verificadas porcentagens menores (Tabela 36). Nas demais avaliações, o herbicida foi aplicado 15 dias após a adubação com N via solo.

**Tabela 36** - Fitointoxicação da parte aérea da grama esmeralda, em dez avaliações, em função das doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Doses de glyphosate (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)	Fitointoxicação (%)				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
0	0,0**	0,0**	0,0**	0,0**	0,0**
200	2,5	2,2	2,0	0,5	1,8
400	7,5	7,2	7,0	5,2	6,7
600	12,5	12,2	11,7	9,5	11,5
C.V. (%)	19,14	18,15	18,61	18,41	15,98

Doses de glyphosate (g ha <sup>-1</sup> do i.a.)	Fitointoxicação (%)				
	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
0	0,0**	0,0 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,0**	0,0**
200	5,2	8,3	8,0	7,5	6,0
400	6,5	8,3	10,2	9,5	8,2
600	9,3	10,3	9,5	12,2	10,4
C.V. (%)	12,98	13,76	25,17	25,50	21,87

Nota: Obs.: Dados transformados em  $(x + 1)^{0,5}$

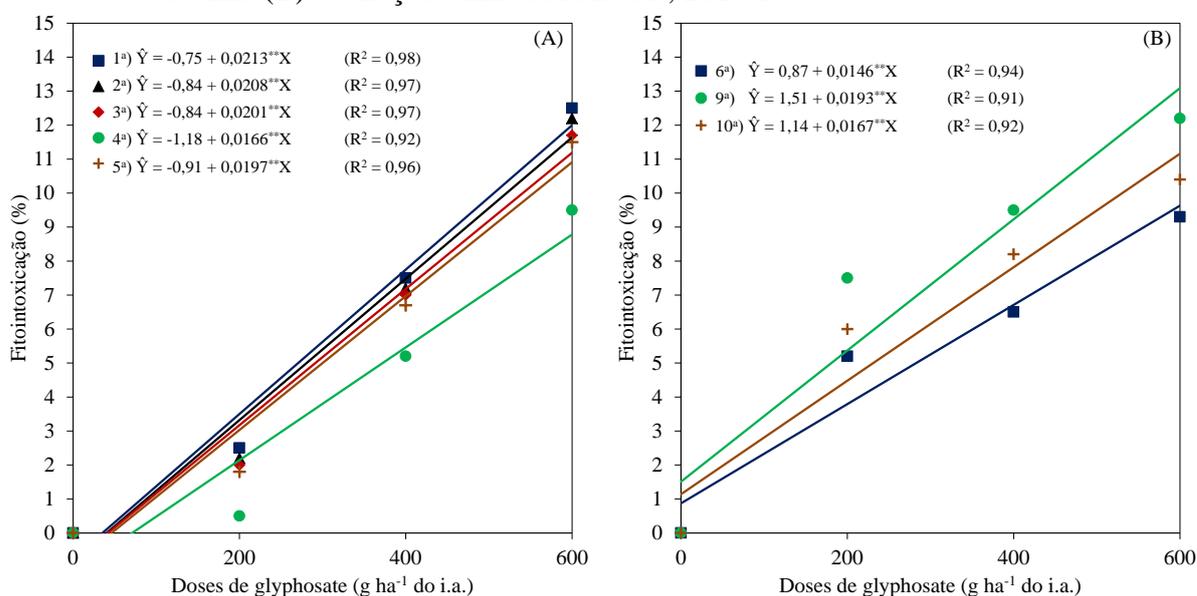
ns e \*\* - não significativo e significativo a 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

**Figura 34** - Fitointoxicação da parte aérea da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na primeira, segunda, terceira, quarta, quinta (A), sexta, nona e décima (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

De acordo com Costa et al. (2010), as porcentagens atribuídas nas avaliações, para as doses de glyphosate de 200 e 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. foram consideradas sintomas leves (inferiores

a 10,0%), exceto para a oitava avaliação (10,2%, quando aplicados 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), considerado sintoma moderado, e quando aplicado 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., verificaram-se sintomas moderados (entre 10,1 e 20,0%), exceto para a quarta, sexta e oitava avaliações (leves, menores que 10,0%) (Tabela 36). Para a grama que recebeu a maior dose do herbicida, verificou-se amarelecimento e perda da cor verde intensa, bem como o afinamento das folhas, o que prejudicou a densidade do gramado. Os sintomas classificados como leves foram a leve descoloração (amarelecimento), em algumas parcelas, porém sem comprometer a qualidade estética (verde intenso e a densidade).

Dinalli (2014) estudou a aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento (glyphosate, imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl, na dose de, respectivamente, 200, 420, 80 e 140 g ha<sup>-1</sup> do i.a. mais a testemunha, sem herbicida), em grama esmeralda, e obteve, 30 DAA, as maiores porcentagens de fitointoxicação da parte aérea quando do uso do metsulfuron-methyl, destacando também o glyphosate, em uma das oito avaliações. Os sintomas causados pelo glyphosate, da mesma forma que no atual trabalho, para as doses de glyphosate de 200 e 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a., foram classificados como leves, em todas as avaliações realizadas pela autora (3,3 a 7,5%).

Semelhante ao resultado obtido no presente estudo, Fry (1991) verificou, 28 DAA, que o glyphosate (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) aplicado em grama centípede, resultou em clorose severa (amarelecimento intenso) com baixa densidade, com o gramado apresentando-se desuniforme.

Castro e Meschede (2009) mencionaram que a clorose foliar é um dos sintomas comuns verificados após a aplicação do glyphosate. O amarelecimento relatado, na presente pesquisa, quando da aplicação do glyphosate pode estar relacionado à degeneração dos cloroplastos, verificada por Campbell, Evans e Reed (1976) além dos efeitos do herbicida sobre a inibição da formação de clorofila (COLE; CASELEY; DODGE, 1983; YAMADA; CASTRO, 2007).

Outra justificativa é que na biossíntese de aminoácidos e ureídeos verifica-se que a via do ácido chiquímico ramifica-se em síntese de triptofano, fenilalanina e tirosina (inibida pela presença do glyphosate) ou em síntese de glicina, serina, cisteína e metionina. Essa segunda ramificação é mais induzida quando a primeira é inibida e nela nota-se a presença de metionina, precursora da síntese de etileno. Este, por sua vez, pode causar perda de clorofila e aumentar o “desverdecimento” (YAMADA; CASTRO, 2007). Outra razão adicional para a clorose foliar induzida pelo glyphosate poderia estar relacionada com o comprometimento da

disponibilidade fisiológica de micronutrientes, como o Mn e Fe, devido à ação de complexação do herbicida na raiz (EKER et al., 2006).

O herbicida, utilizado como regulador de crescimento, deve inibir o crescimento da grama sem afetar sua coloração verde característica, ou seja, sem danificar ou reduzir a densidade de plantas ou causar danos visíveis, como manchas necróticas de fitotoxidez, descoloração ou o afinamento da planta, mantendo elevada qualidade na área tratada (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; MARCH; MARTINS; McELROY, 2013).

Nesse sentido, mesmo que, na maioria das avaliações, a maior dose do herbicida (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) tenha se destacado no controle do crescimento (altura) (Tabelas 4 e 5 e Figuras 4 e 5) e da produção de matéria seca foliar da grama esmeralda (Tabelas 6 e 7 e Figuras 6 e 7), esta propiciou maior fitointoxicação (Tabela 36 e Figura 34), menores valores de ICF, na primeira, segunda, sexta e oitava avaliações (Tabela 31 e Figura 31) bem como de ICVE (Tabela 34 e Figura 32) e de H (Tabela 35 e Figura 33), na terceira, sexta, sétima e oitava avaliações, não sendo, portanto, adequada.

#### 4.10 OCORRÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS

A única planta daninha presente no gramado foi a tiririca (*Cyperus rotundus*), pertencente à família Cyperaceae. Trata-se de espécie perene, com grande capacidade de reprodução. Espalha-se rapidamente devido ao grande sistema de tubérculos e rizomas subterrâneos, sendo, portanto, de difícil controle (KUHN, 2004).

Na segunda avaliação, a adubação com 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo e com N via foliar propiciou a maior ocorrência da tiririca em grama esmeralda, em relação à testemunha (sem N) e à adubação com 3 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar. Na terceira, quarta, quinta, sétima, oitava e nona avaliações, a presença da planta daninha foi maior para a grama adubada com a maior dose de N (6 g m<sup>-2</sup> via solo, sem e com N via foliar) em comparação com a testemunha (Tabela 37).

Maciel, Souza e Hama (2010) avaliaram a incidência de plantas daninhas em jardins residenciais formados pela grama esmeralda, em Ourinhos/SP, sendo analisadas 200 residências, e identificaram as maiores densidades (em ordem decrescente) para *Cyperus rotundus*, *Oxalis corniculata*, *Cyperus flavus* (58,05; 10,67 e 9,53 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente - em março); *O. corniculata*, *C. rotundus*, *O. latifolia* (37,9; 26,4 e 16,41

plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente - em julho) e *C. rotundus*, *O. corniculata*, *C. brevifolius* (34,9, 33,6 e 9,27 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente - em outubro), ou seja, a incidência de tiririca foi alta nas três épocas citadas, corroborando com os resultados obtidos (Tabela 37).

**Tabela 37** - Número de plantas de *Cyperus rotundus* presentes no gramado, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	<i>Cyperus rotundus</i> (nº de plantas m <sup>-2</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Testemunha	3,4 a	8,0 d	9,4 b	13,0 b	18,0 b
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	3,4 a	13,7 cd	16,6 ab	20,8 ab	30,2 ab
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	4,0 a	17,4 bc	21,4 ab	26,3 ab	32,8 ab
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	3,8 a	23,9 ab	29,4 a	34,9 a	41,5 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	4,0 a	24,4 a	31,7 a	39,9 a	43,2 a
D.M.S. (5%)	1,3	6,7	17,1	19,4	19,6
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
0	3,9 <sup>ns</sup>	29,0 <sup>**</sup>	34,7 <sup>**</sup>	39,9 <sup>**</sup>	42,2 <sup>ns</sup>
200	4,1	16,7	22,4	27,9	31,7
400	3,7	13,8	18,0	23,5	33,7
600	3,1	10,8	11,8	16,6	24,8
C.V. (%)	34,81	38,45	49,37	47,49	36,09
F adubação x doses	0,97 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Testemunha	29,0 a	32,2 b	36,2 b	40,6 b	71,3 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	39,4 a	45,0 ab	54,0 ab	60,0 ab	76,4 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	41,3 a	46,3 ab	54,3 ab	60,6 ab	80,3 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	46,5 a	53,2 a	60,2 a	67,3 a	82,3 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	47,2 a	53,7 a	60,2 a	67,4 a	84,0 a
D.M.S. (5%)	19,5	19,4	19,6	22,4	36,7
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
0	45,7 <sup>ns</sup>	49,5 <sup>ns</sup>	59,1 <sup>*</sup>	65,8 <sup>*</sup>	89,3 <sup>ns</sup>
200	37,3	46,9	56,5	62,5	76,1
400	44,3	48,5	52,7	59,4	83,4
600	35,4	39,4	43,6	48,9	66,6
C.V. (%)	48,28	42,62	37,07	37,93	46,77
F adubação x doses	1,05 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns, \* e \*\* - não significativo e significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Em gramados, as plantas daninhas podem interferir de várias formas sobre a sua qualidade ornamental, principalmente em sua aparência. Nos residenciais ou comerciais, a ausência de plantas daninhas aumenta o valor da propriedade bem como de sua atratividade. Em parques e áreas públicas da cidade, podem favorecer a erosão sazonal e diminuir a usabilidade dos espaços públicos. O mesmo é verdadeiro para gramados em rodovias e plantados para o controle da erosão (McELROY; MARTINS, 2013). Além disso, as plantas daninhas competem com a grama por água, luz, nutrientes e espaço físico e, em determinados casos, exercem efeitos alelopáticos (ALVES et al., 2012; OLIVEIRA, 2013).

Verificou-se que a presença da tiririca foi maior nas parcelas que receberam N em maior quantidade (Tabela 37), o que se deve à competição com a grama pelo nutriente. Nesse sentido, a maior dose de N não seria recomendada, pois a fertilização adequada é uma das práticas eficientes de controle das daninhas, em gramados (KUHN, 2004).

Avaliando, por 12 meses, a capacidade competitiva de acessos de *Paspalum* sp. com potencial uso como gramados, à interferência de plantas daninhas, Alves et al. (2012) notaram que, para os acessos que acumularam mais matéria seca, a ocorrência foi menor que naqueles que apresentaram menor produção de matéria seca ao longo do tempo, contrapondo os dados obtidos, na presente pesquisa, em que os tratamentos que propiciaram maiores valores de matéria seca foliar (Tabelas 6 e 7) não apresentaram menor incidência de tiririca (Tabela 37). Ou seja, mesmo o gramado estando denso (fechado), houve a presença da tiririca.

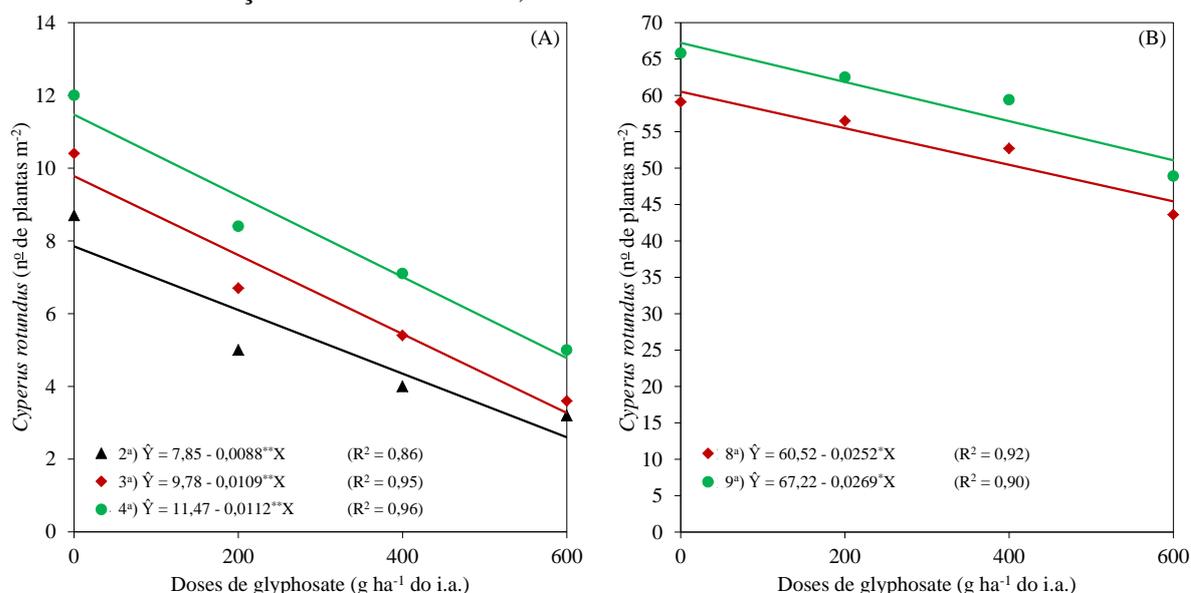
Houve redução linear da presença de plantas daninhas no gramado, com o aumento das doses de glyphosate, na segunda, terceira, quarta, oitava e nona avaliações, sendo a redução de, respectivamente, 67,3; 66,9; 58,6; 25,0 e 24,0% para a aplicação de 600 g ha<sup>-1</sup> do i.a., em relação à não aplicação do glyphosate (Tabela 37 e Figura 35).

Embora o principal intuito da aplicação do herbicida, neste estudo, tenha sido o controle do crescimento da grama esmeralda, a menor ocorrência da tiririca é desejável, posto ser planta daninha de difícil controle (KUHN, 2004). E, de acordo com Maciel et al. (2013), as daninhas são dos maiores problemas para usuários e profissionais, tanto na implantação quanto na manutenção de gramados.

Freitas et al. (2003) relataram que, dentre os métodos de controle de plantas daninhas, o mecânico é o mais utilizado, em gramados. Entretanto, em áreas extensas, com alto nível de infestação, o arranque manual é inviável, por apresentar custo elevado e pela dificuldade operacional. Para tanto, o controle químico, por meio de herbicidas, é alternativa que facilita a

manutenção dos gramados, melhorando o seu aspecto e reduzindo os custos. Todavia, não existem, no Brasil, herbicidas seletivos registrados para tal cultura, sendo difícil definir o que possa ser utilizado (BECKER, 2012; MARQUES, 2012), bem como a sua dose.

**Figura 35** - Número de plantas de *Cyperus rotundus* presentes no gramado em função de doses de glyphosate, na segunda, terceira, quarta (A), oitava e nona (B) avaliações. Ilha Solteira/SP, 2014/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Recentemente, 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, frente a essa existência de pouquíssimos produtos com registro de uso na cultura (ANTONIOLLI, 2015). Dessa forma, o uso de glyphosate, em gramados, passou a ser permitido, posto que o mesmo encontra-se registrado, no País, para uso em pastagens (GALLI, 2009).

O controle químico só deve ser praticado com o uso de herbicidas seletivos para os gramados, ao contrário, poderão surgir injúrias (MARQUES, 2012), prejudicando a qualidade estética. Dessa forma, a maior dose de glyphosate (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), apesar de ter reduzido, em maior quantidade, a infestação da tiririca (Tabela 37 e Figura 35), propiciou maiores porcentagens de fitointoxicação da parte aérea da grama esmeralda (Tabela 36 e Figura 34), não sendo portanto, indicada.

A recomendação para o controle de tiririca, quando do uso do glyphosate, é de 1920 a 2400 g ha<sup>-1</sup> do i.a. (ROUNDUP ORIGINAL, 2013). Mesmo menores que as recomendadas, as maiores doses (subdoses) utilizadas foram, de maneira geral, eficientes em tal controle, dentro da avaliação. Isso pode ser explicado, pois o herbicida, quando aplicado na planta alvo (gramado) para o controle de crescimento (altura), foi absorvido, em parte, pelas folhas e rizomas da planta daninha, como explicado por Yamada e Castro (2007) e por Römheld (2007).

#### 4.11 EMISSÃO DE INFLORESCÊNCIAS

A presença de inflorescências na grama esmeralda foi constatada apenas na terceira e na sétima avaliações, realizadas em março de 2015 e em janeiro de 2016, respectivamente (Tabela 38).

Quando da adubação nitrogenada, não houve diferença entre os tratamentos nem destes em relação à testemunha (sem N), e as doses de glyphosate não influenciaram a presença das inflorescências, em grama esmeralda (Tabela 38).

Apesar de não ter sido constatada em todos os períodos de avaliações, a intensidade de emissão de hastes florais altera a qualidade visual (aparência) do gramado, com tons de cores que, normalmente, diferem das das folhas da grama (MARCHI et al., 2013; MAXIMINO et al., 2014). Sua presença ou a ausência pode estar relacionada com a capacidade de rebrota após o corte, além do clima (MARQUES, 2012).

De acordo com March, Martins e McElroy (2013), o florescimento da grama, independente da espécie, ocorre, sobretudo, nos meses de outubro a março, aumentando a frequência do corte. Todavia, embora a primeira, segunda, sexta e oitava avaliações tenham ocorrido dentro deste período (novembro e janeiro), apenas na terceira e na sétima verificou-se o florescimento da grama (Tabela 38).

Freitas et al. (2002) constataram, para o trinexapac-ethyl (0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 e 1,25 kg ha<sup>-1</sup> do i.a.) aplicado em grama batatais, a maior emissão de inflorescência para a testemunha, em período de dias longos e maior insolação, corroborando com o verificado, neste estudo, para a terceira e sétima avaliações, pois Ilha Solteira/SP apresenta, de forma geral, insolação alta (altas temperaturas – Figura 1), principalmente, durante os meses de verão.

**Tabela 38** - Número de inflorescências da grama esmeralda, em dez avaliações, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate. Ilha Solteira/SP, 2014/16.

Adubação Nitrogenada	Número de inflorescência (n° m <sup>-2</sup> )				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	-	-	165,0 a	-	-
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	-	-	136,6 a	-	-
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	-	-	127,0 a	-	-
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	-	-	145,9 a	-	-
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	-	-	151,3 a	-	-
<b>D.M.S. (5%)</b>	-	-	77,9	-	-
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	-	-	153,1 <sup>ns</sup>	-	-
<b>200</b>	-	-	136,7	-	-
<b>400</b>	-	-	151,8	-	-
<b>600</b>	-	-	139,1	-	-
<b>C.V. (%)</b>	-	-	45,76	-	-
<b>F adubação x doses</b>	-	-	0,20 <sup>ns</sup>	-	-
Adubação Nitrogenada	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	-	132,0 a	-	-	-
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	-	118,8 a	-	-	-
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	-	118,1 a	-	-	-
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	-	137,2 a	-	-	-
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	-	136,2 a	-	-	-
<b>D.M.S. (5%)</b>	-	69,0	-	-	-
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	-	135,8 <sup>ns</sup>	-	-	-
<b>200</b>	-	120,6	-	-	-
<b>400</b>	-	134,3	-	-	-
<b>600</b>	-	123,1	-	-	-
<b>C.V. (%)</b>	-	53,91	-	-	-
<b>F adubação x doses</b>	-	0,31 <sup>ns</sup>	-	-	-

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

Obs.: o “-” significa ausência de inflorescência.

Avaliações: 1<sup>a</sup>: 30/11/2014; 2<sup>a</sup>: 24/01/2015; 3<sup>a</sup>: 12/03/2015; 4<sup>a</sup>: 17/05/2015, 5<sup>a</sup>: 23/07/2015, 6<sup>a</sup>: 30/11/2015, 7<sup>a</sup>: 21/01/2016, 8<sup>a</sup>: 12/03/2016, 9<sup>a</sup>: 18/05/2016 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

## 4.12 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Os teores de matéria orgânica (M.O.), valores de pH, acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), CTC e V% não foram influenciados pela adubação nitrogenada nem pelas doses de glyphosate (Tabela 39).

**Tabela 39** - Matéria orgânica M.O., pH, H+Al, SB, CTC e V% no solo (0,00-0,20 m) em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.

Adubação Nitrogenada	5ª avaliação					
	M.O. g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	H+Al	SB mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	CTC	V %
<b>Testemunha</b>	14,4 a	6,5 a	10,0 a	51,1 a	61,1 a	83,2 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	15,2 a	6,4 a	10,2 a	51,4 a	61,7 a	83,0 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	14,4 a	6,5 a	9,7 a	52,8 a	62,4 a	84,4 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	14,7 a	6,4 a	10,2 a	53,1 a	63,3 a	83,6 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	15,6 a	6,5 a	9,8 a	54,4 a	64,2 a	84,6 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	1,6	0,2	0,7	7,5	7,3	2,7
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>						
<b>0</b>	15,7 <sup>ns</sup>	6,5 <sup>ns</sup>	10,0 <sup>ns</sup>	53,1 <sup>ns</sup>	63,1 <sup>ns</sup>	83,9 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	14,7	6,4	9,9	52,1	62,0	83,5
<b>400</b>	14,2	6,5	9,9	51,4	61,4	83,6
<b>600</b>	14,9	6,5	10,1	53,6	63,7	84,1
<b>C.V. (%)</b>	9,28	1,86	6,40	12,21	10,01	2,76
<b>F adubação x doses</b>	0,89 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	10ª avaliação					
<b>Testemunha</b>	20,7 a	6,1 a	10,1 a	59,4 a	69,5 a	84,6 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	21,2 a	6,0 a	10,9 a	57,1 a	68,0 a	83,4 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	20,9 a	6,0 a	10,3 a	58,0 a	68,3 a	84,3 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	21,8 a	6,2 a	11,0 a	52,2 a	63,2 a	81,8 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	20,7 a	6,2 a	11,1 a	57,0 a	68,1 a	82,7 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	2,2	0,2	1,5	15,8	14,7	5,3
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>						
<b>0</b>	21,7 <sup>ns</sup>	6,1 <sup>ns</sup>	11,3 <sup>ns</sup>	53,6 <sup>ns</sup>	64,8 <sup>ns</sup>	81,8 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	22,2	6,0	10,5	62,5	73,0	84,8
<b>400</b>	19,8	6,1	10,3	55,2	65,5	83,7
<b>600</b>	20,5	6,1	10,7	55,6	66,4	83,2
<b>C.V. (%)</b>	9,00	2,97	12,34	11,66	9,13	5,41
<b>F adubação x doses</b>	0,41 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

Avaliações: 5ª: 23/07/2015 e 10ª: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Com relação à análise realizada no início do experimento e antes da aplicação dos tratamentos (adubação nitrogenada e doses de glyphosate) (Tabela 1), apesar de o fertilizante utilizado ter sido a ureia, que tem reação ácida no solo, não foi constatado decréscimo relevante nos valores do pH, embora os verificados para a décima avaliação tenham sido menores. Houve incremento no teor de M.O., na décima avaliação, que pode ter sido ocasionado em função de restos de folhas que acabam ficando após o corte da grama. A soma de bases não se modificou, já que a ureia não possui K, Ca ou Mg. Como não houve mudanças relevantes nos valores de pH, a V% e a H+Al também não se alteraram (Tabela 39).

Godoy et al. (2012) recomendaram, para que não ocorram problemas de deficiência de Ca ou Mg ou toxicidade por Al, a utilização de V de 70%, quando da implantação de gramados e 60%, para gramados implantados. Tanto no início do experimento quanto no fim (Tabelas 1 e 39) a V% ficou superior aos valores recomendados, no entanto, não prejudicou o desenvolvimento do gramado, nem sua nutrição. O pH mais adequado para gramados está na faixa entre 6,0-6,5, em que, praticamente, todos os nutrientes estão disponíveis à planta (AZEREDO NETO, 2004), intervalo este verificado, neste experimento, para os valores de pH do solo (Tabela 39).

Não houve influência da adubação com N, nem do herbicida nos teores de P, Ca, Mg e S do solo (Tabela 40), sendo que os teores de P estavam, em ambas as avaliações, altos (31-60 mg dm<sup>-3</sup>), exceto quando da adubação com 6 g m<sup>-2</sup> de N via solo, sem e com N via foliar, e quando o glyphosate foi aplicado nas doses de 200 e 400 g ha<sup>-1</sup> do i.a., cujos teores estavam médios (13-30 mg dm<sup>-3</sup>) (RAIJ et al., 1997). Estavam, também, acima dos considerados adequados, para gramados, por Christians (1998), de 10 a 20 mg dm<sup>-3</sup>. Isso demonstrou que a adubação fosfatada não foi necessária durante a condução, assim como no início do experimento.

Os teores de Ca e Mg estavam altos, maiores que 7 e 8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e de S estavam baixos (exceto para a testemunha - sem N e quando o glyphosate foi aplicado na dose de 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a., na décima avaliação) (entre 0 a 4 mg dm<sup>-3</sup>), de acordo com Raij et al. (1997), para culturas perenes (Tabela 40). Os altos teores de Ca e Mg podem ter sido propiciados pela calagem, realizada em 2012, posto que os mesmos estavam altos na análise química inicial do solo (Tabela 1). O S (ânion SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), não permanece retido na camada arável do solo, como os cátions Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> (RAIJ, 2011) e, dessa forma, pode ter lixiviado no perfil

do solo, explicando o baixo teor na camada superficial arenosa (0,00-0,20 m). Como isso também havia sido notado na análise química inicial (Tabela 1) aplicou-se o gesso ( $500 \text{ kg ha}^{-1}$ ), manualmente, a lanço, sobre a superfície do gramado no mesmo dia da sexta aplicação de N via solo (16/10/2015), visando suprir o gramado com esse nutriente. Nesse sentido, na décima avaliação, pôde-se notar o aumento do teor de S no solo, quando da aplicação dos tratamentos, em relação aos teores constatados para a quinta avaliação (Tabela 40).

Apesar de não terem diferido quando da adubação com N, os teores de K no solo aumentaram linearmente com o aumento das doses de glyphosate, em ambas as avaliações, sendo este de, respectivamente, 18,9 e 21,4% para o tratamento que recebeu  $600 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a., em relação à não aplicação de glyphosate (dose 0) (Tabela 40 e Figura 36).

Esse aumento do teor de K com as doses de glyphosate (Tabela 40 e Figura 36) pode ser justificado devido ao menor acúmulo do nutriente quando das maiores doses do herbicida (Tabelas 19 e 21 e Figura 19), ficando mais disponível no solo, o que foi confirmado pela correlação negativa entre o teor de K no solo e o acúmulo foliar de K (considerando dados das dez avaliações),  $r = -0,94^*$ .

Para o K, os teores variaram de 1,1 a  $1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Tabela 40), sendo considerados baixos ( $0,8-1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) por Raij et al. (1997). Embora a adubação com K tenha sido realizada no primeiro ano de condução do experimento, esta não foi feita no segundo ano, posto que os teores estavam muito próximos ao limite superior, de  $1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  da faixa de teores considerados médios pelos autores citados ( $1,6-3,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Na décima avaliação (final da condução do experimento) os teores de K estavam menores (Tabela 40), demonstrando, novamente, a necessidade da adubação potássica, como no início do experimento.

Em presença de teores mais elevados de Ca e Mg no solo, como os verificados nesta pesquisa, os teores de K trocável podem se revelar menos disponíveis (RAIJ, 2011), justificando os resultados. Nesse sentido, ressalta-se que os cátions trocáveis são retidos pelo solo em sequência denominada de série liotrópica ( $\text{Al}^{3+} \gg \text{Ca}^{2+} \gg \text{Mg}^{2+} \gg \text{K}^+ \gg \text{Na}^+$ ) (RAIJ, 2011), assim, neste trabalho, o K foi mais absorvido pela grama e também pode ter sido lixiviado no perfil do solo, por ter ficado mais em solução e não na forma trocável. Além disso, pode ter sido exportado pela remoção das folhas.

**Tabela 40** - Teores de macronutrientes no solo (0,00-0,20 m) em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.

Adubação Nitrogenada	5ª avaliação				
	P <sub>resina</sub>	S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	K	Ca	Mg
	mg dm <sup>-3</sup>		mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
<b>Testemunha</b>	33,1 a	1,7 a	1,3 a	30,8 a	18,9 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	34,1 a	1,6 a	1,4 a	29,9 a	20,1 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	32,5 a	1,8 a	1,3 a	31,9 a	19,6 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	29,3 a	1,7 a	1,5 a	32,1 a	19,5 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	30,3 a	1,8 a	1,5 a	32,4 a	20,4 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	7,0	0,5	0,3	4,5	4,0
<b>Doses de ghyphosate</b>					
<b>(g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	32,7 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	1,3*	30,9 <sup>ns</sup>	20,9 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	30,1	1,8	1,3	31,5	19,3
<b>400</b>	30,4	1,6	1,4	31,3	18,7
<b>600</b>	34,3	1,6	1,5	32,0	20,0
<b>C.V. (%)</b>	18,86	26,95	17,98	12,17	17,23
<b>F adubação x doses</b>	1,69 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	10ª avaliação				
	P <sub>resina</sub>	S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	K	Ca	Mg
	mg dm <sup>-3</sup>		mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
<b>Testemunha</b>	31,9 a	4,5 a	1,3 a	39,4 a	18,9 a
<b>30 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	32,2 a	3,6 a	1,3 a	35,5 a	20,2 a
<b>30 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	32,4 a	3,7 a	1,2 a	37,7 a	19,1 a
<b>60 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	29,5 a	3,8 a	1,2 a	33,6 a	17,4 a
<b>60 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	30,7 a	3,7 a	1,1 a	35,2 a	20,6 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	5,7	1,0	0,2	9,5	7,7
<b>Doses de ghyphosate</b>					
<b>(g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	34,2 <sup>ns</sup>	3,4 <sup>ns</sup>	1,1*	34,6 <sup>ns</sup>	17,8 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	30,8	4,2	1,2	38,9	22,6
<b>400</b>	27,8	3,7	1,3	35,1	18,9
<b>600</b>	32,6	3,9	1,3	36,8	17,5
<b>C.V. (%)</b>	15,43	21,43	16,11	22,38	16,48
<b>F adubação x doses</b>	0,42 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>

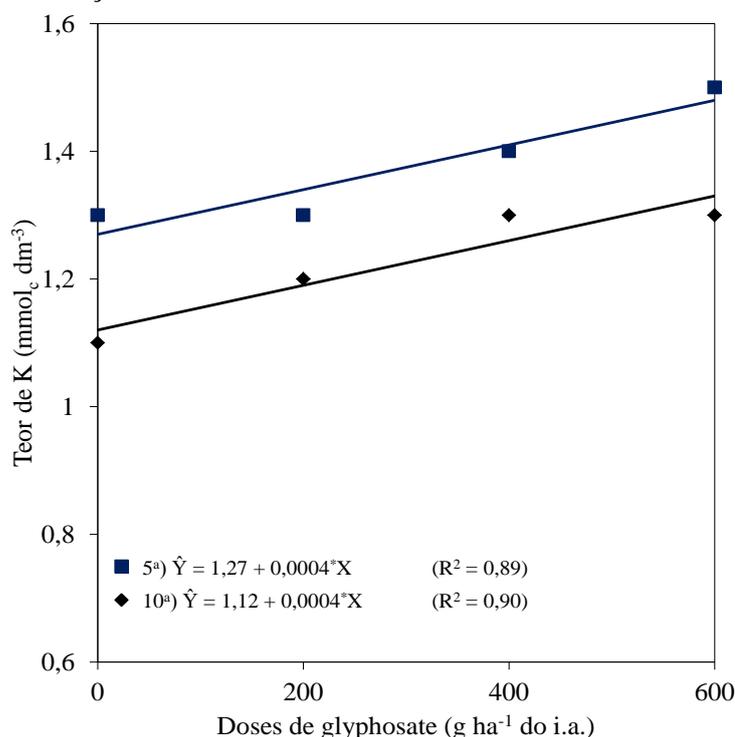
Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns e \* - não significativo e significativo a 5% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 5ª: 23/07/2015 e 10ª: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

**Figura 36** - Teores de K no solo (0,00-0,20 m) em função de doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.



Nota: \* - significativo a 5% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Os teores de micronutrientes no solo não foram influenciados pela adubação com N e pelas doses de glyphosate (Tabela 41). De acordo com Raij et al. (1997) os teores de B estavam baixos, de 0-0,20 mg dm<sup>-3</sup>, e os de Zn (>1,2 mg dm<sup>-3</sup>), Cu (>0,8 mg dm<sup>-3</sup>), Fe (>12 mg dm<sup>-3</sup>) e Mn (>5,0 mg dm<sup>-3</sup>) estavam altos. Isso demonstrou que, em dois anos (a análise química do solo discutida, refere-se à quinta e décima avaliações – final do primeiro e do segundo ano de condução do experimento, respectivamente), mesmo sendo absorvidos pelas plantas, os teores de micronutrientes no solo permaneceram altos, exceto para o B.

Esses resultados são importantes, pois, no Brasil, não há tabelas específicas de valores referenciais para fertilidade do solo de gramados, tanto quanto às suas finalidades (esportivos, ornamentais) quando às espécies de gramas. Dessa forma, há necessidade de estudos que gerem resultados em âmbito nacional, tais como esses. Os resultados obtidos podem, portanto, auxiliar e servir de parâmetro para a correta adubação de gramados implantados com a grama esmeralda.

**Tabela 41** - Teores de micronutrientes no solo (0,00-0,20 m) em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.

Adubação Nitrogenada	5ª avaliação				
	B	Zn	Cu	Fe	Mn
	mg dm <sup>-3</sup>				
<b>Testemunha</b>	0,12 a	4,1 a	1,1 a	21,1 a	12,2 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	0,12 a	4,4 a	1,0 a	22,6 a	12,1 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	0,12 a	4,1 a	1,0 a	17,2 a	11,8 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	0,12 a	4,4 a	1,1 a	19,2 a	12,6 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	0,12 a	4,5 a	1,0 a	18,7 a	11,1 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	0,02	1,5	0,2	6,0	5,3
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	0,12 <sup>ns</sup>	4,5 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	19,9 <sup>ns</sup>	10,4 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	0,12	4,0	1,1	21,7	11,6
<b>400</b>	0,12	3,5	1,1	17,5	14,2
<b>600</b>	0,13	5,0	1,0	19,9	11,7
<b>C.V. (%)</b>	17,76	13,00	18,11	25,98	18,05
<b>F adubação x doses</b>	0,57 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	10ª avaliação				
<b>Testemunha</b>	0,10 a	3,6 a	1,0 a	13,4 a	14,7 a
<b>30 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	0,10 a	3,7 a	1,1 a	16,1 a	16,9 a
<b>30 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	0,10 a	3,7 a	1,0 a	13,9 a	16,8 a
<b>60 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	0,10 a	3,9 a	1,1 a	16,7 a	18,5 a
<b>60 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	0,11 a	3,9 a	1,1 a	17,2 a	17,2 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	0,02	0,8	0,2	4,9	5,0
<b>Doses de ghyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>					
<b>0</b>	0,12 <sup>ns</sup>	4,2 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	17,3 <sup>ns</sup>	18,0 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	0,09	4,1	1,0	16,1	16,1
<b>400</b>	0,09	3,0	1,1	13,6	17,1
<b>600</b>	0,11	3,7	1,1	14,8	16,1
<b>C.V. (%)</b>	17,27	17,80	12,56	27,05	25,24
<b>F adubação x doses</b>	0,22 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>

Nota: Obs.: O extrator usado para os micronutrientes foi o DTPA, exceto para o boro que foi a água quente.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

Avaliações: 5ª: 23/07/2015 e 10ª: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

#### 4.13 BALANÇO CATIÔNICO NO SOLO (RELAÇÃO LOG-ISOMÉTRICA)

Não houve diferença, quando da aplicação de N e das doses do glyphosate, para os valores do balanço catiônico no solo [K, Ca, Mg | H+Al] com a grama esmeralda (Tabela 42).

**Tabela 42** - Balanço catiônico no solo [K, Ca, Mg | H+Al] da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.

Adubação Nitrogenada	balanço [K, Ca, Mg   H+Al]	
	5 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>Testemunha</b>	-0,09 a	-0,03 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	-0,08 a	-0,10 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	-0,04 a	-0,08 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	-0,04 a	-0,21 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	-0,02 a	-0,17 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	0,13	0,27
<b>Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>		
<b>0</b>	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	-0,06	-0,04
<b>400</b>	-0,05	-0,08
<b>600</b>	-0,02	-0,12
<b>C.V. (%)</b>	42,0	56,7
<b>F adubação x doses</b>	1,31 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

Avaliações: 5<sup>a</sup>: 23/07/2015 e 10<sup>a</sup>: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Ao contrário do atual estudo, Montes (2013) constatou que a adubação nitrogenada (0; 0,5; 1,0 e 2,0 kg planta<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, utilizando como fonte a ureia, o que corresponde para o espaçamento de 7 x 5 metros do pomar de goiabeira, à quantidade de 0,0; 143,0; 286,0 e 572,0 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de N), diminuiu os valores do balanço [K, Ca, Mg | H+Al] no solo, durante cinco ciclos produtivos consecutivos da goiabeira ‘Paluma’. Isso foi, segundo o autor, devido ao processo de nitrificação, que resultou na transformação do nitrogênio na forma amoniacal para a forma nítrica, ocasionando a liberação de íons H<sup>+</sup>, gerando aumentando da acidez potencial do solo (H+Al) e, conseqüentemente, a diminuição do balanço [K, Ca, Mg | H+Al], no solo.

No presente estudo, com a grama esmeralda, ao considerar a maior quantidade de N aplicada em cada ano, ou seja, cinco aplicações, de 6 g m<sup>-2</sup>, tem-se 30 g m<sup>-2</sup> (300 kg ha<sup>-1</sup>), sendo essa quase a metade da maior dose testada pelo autor citado, em apenas 1 ciclo da goiabeira. Portanto, a alteração, neste balanço, pode estar associada à aplicação de elevadas doses de N, diferente do atual estudo.

Além de não existirem resultados de trabalhos que enfoquem a adubação com N em gramados quando ao balanço catiônico no solo, faltam estudos que englobem a aplicação de doses de herbicida como regulador de crescimento em gramas e em outras culturas em tal balanço, portanto, é difícil comparar dados com os obtidos nesta pesquisa.

#### 4.14 MATÉRIA SECA DE RAÍZES + RIZOMAS

A adubação com  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, sem e com N via foliar, propiciou os maiores valores de matéria seca das raízes + rizomas da grama esmeralda, em relação à testemunha, na quinta avaliação. Na décima avaliação, todos os tratamentos que receberam N apresentaram maior matéria seca de raízes + rizomas em relação à testemunha (Tabela 43). Semelhante a esse estudo, Richardson (2002) verificou aumento da densidade dos rizomas da grama bermuda 'Tifway', com a adubação nitrogenada ( $5 \text{ g m}^{-2}$  de N), em relação à ausência de N.

Por outro lado, em estudos com a grama esmeralda, Backes (2008) constatou que a maior quantidade de lodo de esgoto ( $40 \text{ g m}^{-2}$  de N, sem parcelamento) resultou em redução na produção de rizomas + estolões e raízes e Lima (2009) verificou redução da matéria seca de estolões e rizomas, bem como de raízes, quando aplicadas maiores quantidades de N. Os autores notaram aumento do crescimento da parte aérea, porém, em detrimento do desenvolvimento das raízes e estolões, diferente do resultado obtido na presente pesquisa.

Os resultados do presente estudo confirmaram o fato de que o N aumentou o desenvolvimento das raízes, bem como da parte aérea do gramado (NOBILE; NUNES; NEVES, 2014). Logo, notou-se maior altura e matéria seca foliar da grama esmeralda, com a maior quantidade de N aplicada (Tabelas 4, 5, 6 e 7), demonstrando que os compostos de reserva estão sendo usados tanto para o crescimento da parte aérea quanto das raízes + rizomas. Ou seja, com o maior desenvolvimento da parte aérea, tem-se a necessidade de suprimento de nutrientes pelo sistema radicular o qual aumenta o seu crescimento em busca deles (GIACOMINI et al., 2005).

A máxima produção de matéria seca das raízes + rizomas do gramado propiciada pela adubação nitrogenada (Tabela 43) é positiva, pois com o maior crescimento do sistema radicular, há aumento da capacidade do gramado de tolerar estresses. Além disso, o sistema radicular profundo e vigoroso é mais eficiente em alcançar a água e nutrientes adequados, mesmo quando o solo está seco (TRENHOLM, 2000). Todavia, o excesso de N não é

desejável, pois fará as lâminas foliares crescerem mais rápido, reduzindo a produção de raízes devido ao transporte de N para a parte aérea (TRENHOLM, 2000; NOBILE; NUNES; NEVES, 2014; SILVA, 2016), aumentando a demanda por cortes e, conseqüentemente, o custo de manutenção do gramado.

**Tabela 43** - Matéria seca de raízes + rizomas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.

Adubação Nitrogenada	Matéria seca de raízes + rizomas ( $\text{g m}^{-2}$ )	
	5ª avaliação	10ª avaliação
<b>Testemunha</b>	125,5 b	158,9 b
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	150,6 ab	206,4 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	154,4 ab	208,3 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	160,7 a	206,4 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	165,2 a	203,9 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	30,5	13,9
<b>Doses de ghyphosate</b>		
<b>(g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>		
<b>0</b>	156,2*	206,5**
<b>200</b>	164,6	199,9
<b>400</b>	145,7	191,4
<b>600</b>	138,6	189,2
<b>C.V. (%)</b>	17,23	6,04
<b>F adubação x doses</b>	1,04 <sup>ns</sup>	1,37 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns; \* e \*\* - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 5ª: 23/07/2015 e 10ª: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

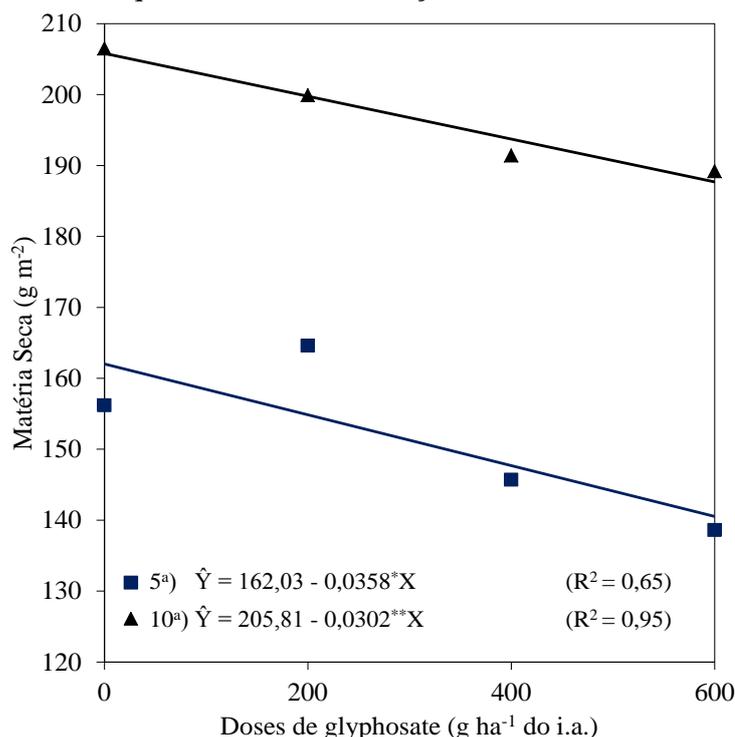
Fonte: Elaboração da própria autora.

Houve diminuição linear dos valores de matéria seca das raízes + rizomas do gramado com o aumento das doses de glyphosate (Tabela 43 e Figura 37), sendo a porcentagem de redução de 13,3 e de 8,8%, para a quinta e décima avaliações, respectivamente.

Portanto, a maior dose de glyphosate aplicada (600 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) não foi adequada, pois prejudicou o crescimento/desenvolvimento do sistema radicular da grama esmeralda, em relação às demais doses. O movimento do glyphosate pelo floema segue a mesma rota dos açúcares produzidos na fotossíntese, ocorrendo das folhas fotossinteticamente ativas em direção às partes das plantas que utilizam esses açúcares para crescimento, manutenção, metabolismo ou armazenamento para uso futuro (MONQUERO et al., 2004), como as raízes e rizomas. Sendo assim, pode ter ocorrido menor quantidade de fotoassimilados produzidos

quando do uso do herbicida na maior dose, o que pode ser confirmado, pois houve, de modo geral, redução da altura e matéria seca foliar (Tabelas 4, 5, 6 e 7 e Figuras 4, 5, 6 e 7), de ICF (Tabela 31 e Figura 31), de ICVE (Tabela 34 e Figura 32) e de H (Tabela 35 e Figura 33), bem como maior fitointoxicação da parte aérea do gramado (Tabela 36 e Figura 34).

**Figura 37** - Matéria seca de raízes + rizomas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.



Nota: \* e \*\* - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

O efeito do glyphosate na matéria seca de raízes + rizomas da grama esmeralda justifica-se, pois este é altamente móvel no floema, sendo, rapidamente, translocado da parte aérea para as raízes e, então, liberado na rizosfera (KREMER; MEANS; KIM, 2005; CAKMAK, 2007; YAMADA; ABDALLA, 2007). A menor produção de AIA, quando o herbicida é aplicado, explica, também, o menor desenvolvimento de raízes (YAMADA; CASTRO, 2007), pois dentre as várias funções desse hormônio na planta, destaca-se o crescimento de raízes (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Zobiole et al. (2011) avaliaram na cultura da soja (V2, V4 e V6), o efeito do glyphosate (800, 1200 e 2400 g ha<sup>-1</sup> do e.a.) e constataram que a matéria seca das raízes diminuiu com o aumento das doses do herbicida, condizente com o resultado deste estudo,

com a grama esmeralda. Os autores mencionaram que tal resultado foi indício da influência do herbicida no crescimento das plantas, por meio do seu efeito sobre componentes microbianos da rizosfera.

#### 4.15 CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES NAS RAÍZES + RIZOMAS

Apenas as concentrações de N nas raízes + rizomas da grama esmeralda foram influenciadas pela adubação nitrogenada, sendo que, na quinta avaliação, os maiores valores foram obtidos para a grama adubada com  $6 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, sem e com N via foliar, em relação à testemunha (sem N) e, na décima avaliação, todos os tratamentos que receberam N apresentaram maior concentração de N, em relação à testemunha (Tabela 44), resultado este adequado, uma vez que o N foi fornecido via adubação. O mesmo foi verificado para as concentrações de N nas folhas do gramado (Tabela 9), demonstrando que o nutriente foi transportado para a parte aérea, fato que se comprovou pela menor concentração de N nas raízes + rizomas (Tabela 44), quando comparada com a das folhas (Tabela 9).

Nobile, Nunes e Neves (2014) também constataram, em estudo com a grama *Cynodon dactylon* adubada com lodo de esgoto (D50% = 0,12 g, D100% = 0,24 g; D150% = 0,48 g, D200% = 0,72 g, sendo adotada, como referência, a dose de N igual a  $680 \text{ g m}^{-2}$ ), que a concentração de N no sistema radicular foi menor que a das folhas, demonstrando que o nutriente foi transportado para a parte aérea. Além do N, tal resultado foi obtido, na presente pesquisa, para as concentrações dos demais macronutrientes nas folhas (Tabelas 9, 10, 11, 12, 13 e 14), em relação às das raízes + rizomas (Tabela 44).

Diferente do atual estudo (Tabela 44), Godoy (2005) notou que a quantidade de N, K e Ca acumulada nos rizomas da grama esmeralda variou com a adubação nitrogenada (0, 15, 30, 45 e  $60 \text{ g m}^{-2}$ , utilizando como fonte a ureia, parcelada em três ou seis aplicações), e o parcelamento em três aplicações proporcionou maior acúmulo de P, K e Ca do que o parcelamento em seis aplicações. Nas raízes, o autor constatou que não houve efeito da adubação nitrogenada na quantidade de macronutrientes acumulada.

Em grama esmeralda, Lima (2009) verificou aumento no acúmulo de N e K nos rizomas e nas raízes, em função das doses de N-ajifer (0, 10, 20, 30 e  $40 \text{ g m}^{-2}$  de N, parceladas em três aplicações). Enquanto que Backes (2008) constatou incremento da quantidade de N acumulada pelos rizomas para os tratamentos que receberam a adubação

química ( $50 \text{ g m}^{-2}$ , do fertilizante misto de fórmula 04-14-08, 35 dias após a colheita dos tapetes e o restante do N e do K parcelado em três vezes, sendo a dose total aplicada de  $30 \text{ g m}^{-2}$  de N e  $20 \text{ g m}^{-2}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ), corroborando com o resultado obtido para o N, neste estudo (Tabela 44).

**Tabela 44** - Concentrações de macronutrientes nas raízes + rizomas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.

Adubação Nitrogenada	5ª avaliação					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	$\text{g kg}^{-1}$					
Testemunha	7,1 b	1,1 a	3,0 a	2,9 a	0,7 a	1,6 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	8,4 ab	1,1 a	2,9 a	2,6 a	0,6 a	1,5 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	8,7 ab	1,0 a	2,9 a	2,4 a	0,6 a	1,7 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	9,5 a	1,0 a	2,7 a	2,9 a	0,6 a	1,6 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	9,3 a	1,0 a	2,4 a	2,5 a	0,6 a	1,9 a
D.M.S. (5%)	1,8	0,2	0,8	1,1	0,2	0,6
<b>Doses de glyphosate</b>						
<b>(g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>						
0	8,8 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	2,3 <sup>**</sup>	2,8 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>
200	8,1	1,0	2,7	2,2	0,6	1,7
400	8,9	1,1	2,9	3,1	0,7	1,7
600	8,6	1,0	3,1	2,5	0,6	1,5
C.V. (%)	17,56	13,34	25,55	14,52	21,37	28,74
F adubação x doses	1,09 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>
<b>Adubação Nitrogenada</b>						
<b>10ª avaliação</b>						
Testemunha	5,1 c	1,0 a	2,8 a	2,9 a	0,6 a	2,7 a
3 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	7,5 b	1,0 a	2,8 a	2,8 a	0,6 a	2,4 a
3 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	7,4 b	1,0 a	2,8 a	2,8 a	0,6 a	2,5 a
6 g m <sup>-2</sup> de N sem foliar	9,8 a	1,0 a	2,7 a	2,6 a	0,5 a	2,4 a
6 g m <sup>-2</sup> de N com foliar	10,3 a	0,9 a	2,6 a	2,9 a	0,6 a	2,5 a
D.M.S. (5%)	1,3	0,2	0,4	0,5	0,2	0,8
<b>Doses de glyphosate</b>						
<b>(g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>						
0	8,5 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	2,7 <sup>ns</sup>	2,7 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	2,5 <sup>ns</sup>
200	7,6	1,0	2,6	3,0	0,6	2,6
400	7,6	0,9	2,9	2,7	0,6	2,3
600	8,3	0,9	2,8	2,8	0,6	2,5
C.V. (%)	14,21	12,26	11,81	14,38	23,71	28,63
F adubação x doses	1,21 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>	1,72 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns e \*\* - não significativo e significativo a 1% pelo teste F, respectivamente.

Avaliações: 5ª: 23/07/2015 e 10ª: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de  $200 \text{ L ha}^{-1}$ , correspondente a  $0,09 \text{ g m}^{-2}$  de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Assim como verificado nas raízes + rizomas (Tabela 44), as concentrações de P, K, Ca, Mg e S nas folhas da grama esmeralda, de maneira geral, também não foram influenciadas pela adubação nitrogenada (Tabelas 10, 11, 12, 13 e 14), demonstrando que os resultados referentes às concentrações foliares refletiram os das raízes + rizomas.

É importante conhecer o estado nutricional do sistema radicular e também dos rizomas (caules subterrâneos), visto que este reflete no crescimento, densidade e cor dos gramados e, quando os nutrientes não estão presentes em concentrações adequadas ou, por algum motivo, não estão disponíveis para a grama, tem-se um gramado fraco, descolorido e com lenta recuperação aparente (DUBLE, 1990). Porém, não há parâmetros nem resultados, na literatura científica, relacionados à concentração de macronutrientes nas raízes + rizomas de gramados implantados, que possam ser comparados com os obtidos, nesse estudo, a fim de inferir se o estado nutricional dessas partes estava adequado.

Neste contexto, baseando-se nos dados da matéria seca de raízes + rizomas (Tabela 43), o desenvolvimento do sistema radicular foi adequado, quando da adubação nitrogenada, podendo esse resultado ser atribuído, também, aos teores de P no solo, que estavam médios ou altos (Tabela 40), posto que este é mais importante para o desenvolvimento das raízes do que o N (JIMÉNEZ, 2008; GODOY et al., 2012). Além disso, gramas cultivadas em solos deficientes em P são incapazes de produzir sistema radicular bem desenvolvido (CHRISTIANS, 1998). No presente estudo, os teores de P no solo estavam médios, de acordo com Raij et al. (1997) (Tabela 40). Com o maior crescimento do sistema radicular, há maior absorção de nutrientes, resultando em concentração foliar adequada (Tabelas 9, 10, 11, 12, 13 e 14). Dessa forma, as concentrações de N e P bem como de K, Ca, Mg e S nas raízes + rizomas estavam adequadas (Tabela 44).

Ressalta-se que, nas folhas, apenas as concentrações de Ca ficaram pouco abaixo da faixa considerada adequada, para a grama esmeralda, por Mills e Jones Junior (1996) (Tabela 12). Todavia, no solo, os teores de Ca estavam altos, de acordo com Raij et al. (1997) (Tabela 40). Nesse sentido, enfatiza-se, novamente, a importância de estudos que estabeleçam novas faixas adequadas dos nutrientes para a grama esmeralda, principalmente, em gramados implantados, tanto nas folhas quanto nas partes subterrâneas (raízes + rizomas), gerando inferências mais precisas e atuais.

Em se tratando da adubação nitrogenada, notou-se, também, que não houve diferença para as concentrações de macronutrientes nas raízes + rizomas da grama esmeralda, em

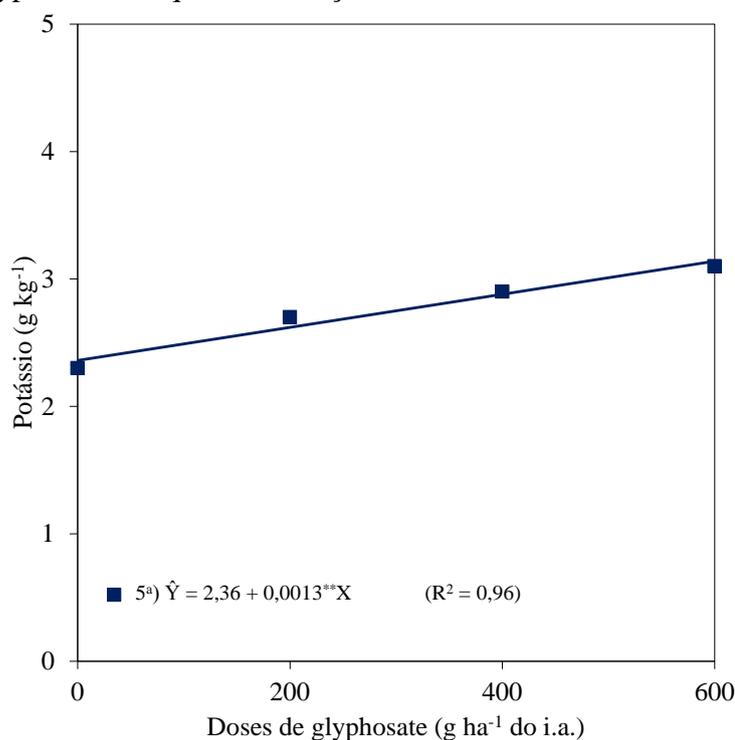
relação à adição ou não do N via foliar (Tabela 44). Sendo assim, pode-se optar pela não aplicação do N via foliar.

Quanto aos macronutrientes, além da importância do N e do P para o sistema radicular, tem-se que o K, segundo nutriente mais exigido pelas gramas, atua sobre a fotossíntese, sendo necessário para boa circulação dos produtos fotossintetizados, o que se traduz em boa movimentação de assimilados, favorecendo o acúmulo de carboidratos nos órgãos de reserva (JIMÉNEZ, 2008; GODOY et al., 2012), tais como as raízes e rizomas. Quanto ao Ca, seu papel mais importante é quanto ao crescimento das raízes (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). O Mg é o principal ativador de enzimas, participando de série de reações, incluindo a síntese proteica (GODOY et al., 2012) e o S é nutriente estrutural, assim como o N, e faz parte da constituição de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas e vitaminas, além de ter papel importante no crescimento e na coloração verde dos gramados (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003; GODOY et al., 2012), atuando, portanto, de forma indireta no desenvolvimento das raízes + rizomas.

Houve aumento linear das concentrações de K nas raízes + rizomas do gramado com o aumento das doses de glyphosate (Tabela 44 e Figura 38), na quinta avaliação, sendo a porcentagem de aumento de 33,0%. Isso ocorreu em função do efeito concentração do nutriente nas raízes + rizomas da grama esmeralda, devido à menor matéria seca obtida para a maior dose do herbicida, em relação à sua não aplicação (Tabela 43 e Figura 37). Além disso, no solo, os teores de K não diferiram quando da adubação com N, mas aumentaram linearmente com o aumento das doses de glyphosate (Tabela 40 e Figura 36), ficando mais disponível.

Mesmo com a aplicação do herbicida, houve menor concentração dos macronutrientes nas raízes + rizomas do gramado (Tabela 44), em relação à concentração foliar (Tabelas 9, 10, 11, 12, 13 e 14), demonstrando que estes foram transportados para a parte aérea do gramado.

**Figura 38** - Concentrações de K nas raízes + rizomas da grama esmeralda em função de doses de glyphosate, na quinta avaliação. Ilha Solteira/SP, 2015.



Nota: \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

#### 4.16 CONCENTRAÇÃO DE MICRONUTRIENTES NAS RAÍZES + RIZOMAS

As concentrações de micronutrientes nas raízes + rizomas da grama esmeralda não foram influenciadas pela adubação nitrogenada, nem pelas doses de glyphosate (Tabela 45).

Ao contrário deste estudo, Backes (2008) verificou que o acúmulo de Cu e Zn nos rizomas + estolões da grama esmeralda aumentou em função das doses de lodo de esgoto (0, 10, 20, 30 e 40 g m<sup>-2</sup> de N, sem parcelamento) e para o acúmulo de Fe e Mn houve efeito quadrático.

Nas folhas, as concentrações de micronutrientes também não foram influenciadas, na quinta e décima avaliações, pela adubação com N (Tabelas 15, 16, 17 e 18) nem pelas doses do herbicida (Figuras 15 e 16), demonstrando que os resultados referentes às concentrações foliares refletiram os das raízes + rizomas (Tabela 45), com exceção do Cu, cujas concentrações foliares aumentaram com as maiores doses do herbicida, na décima avaliação e do Zn, cuja concentração foliar diminuiu com o incremento das doses de glyphosate, na quinta avaliação (Tabelas 15 e 18 e Figuras 15 e 17).

**Tabela 45** - Concentrações de micronutrientes nas raízes + rizomas da grama esmeralda em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e doses de glyphosate, na quinta e décima avaliações. Ilha Solteira/SP, 2015/16.

Adubação Nitrogenada	5ª avaliação			
	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg <sup>-1</sup>			
<b>Testemunha</b>	18,5 a	207,6 a	60,6 a	22,1 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	21,7 a	194,3 a	58,5 a	19,7 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	17,3 a	184,2 a	56,0 a	22,3 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	21,4 a	221,7 a	64,9 a	20,5 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	20,6 a	262,6 a	62,5 a	21,7 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	5,5	103,5	21,4	4,3
<b>Doses de glyphosate</b>				
<b>(g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>				
<b>0</b>	20,9 <sup>ns</sup>	251,7 <sup>ns</sup>	68,2 <sup>ns</sup>	21,3 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	17,7	199,6	54,1	21,9
<b>400</b>	20,9	239,0	67,5	20,4
<b>600</b>	20,2	165,9	52,2	21,4
<b>C.V. (%)</b>	23,69	41,35	30,34	17,36
<b>F adubação x doses</b>	1,24 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>
Adubação Nitrogenada	10ª avaliação			
<b>Testemunha</b>	19,7 a	273,4 a	54,7 a	22,0 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	19,9 a	280,6 a	66,5 a	22,0 a
<b>3 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	20,2 a	202,9 a	61,1 a	22,0 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N sem foliar</b>	19,3 a	241,0 a	58,8 a	22,0 a
<b>6 g m<sup>-2</sup> de N com foliar</b>	19,1 a	228,8 a	64,6 a	22,0 a
<b>D.M.S. (5%)</b>	1,8	172,6	29,1	0,1
<b>Doses de glyphosate</b>				
<b>(g ha<sup>-1</sup> do i.a.)</b>				
<b>0</b>	19,8 <sup>ns</sup>	249,9 <sup>ns</sup>	59,5 <sup>ns</sup>	21,9 <sup>ns</sup>
<b>200</b>	20,2	271,3	71,8	22,0
<b>400</b>	19,0	220,7	59,0	21,9
<b>600</b>	19,6	239,4	54,3	22,0
<b>C.V. (%)</b>	7,71	27,92	40,68	2,31
<b>F adubação x doses</b>	1,19 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns - não significativo a 5% pelo teste F.

Avaliações: 5ª: 23/07/2015 e 10ª: 23/07/2016.

N via foliar: ureia a 1%, em calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 0,09 g m<sup>-2</sup> de N.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Da mesma forma que para os macronutrientes, não há parâmetros nem resultados, na literatura científica, relacionados à concentração de micronutrientes nas raízes + rizomas de gramados implantados, que possam ser comparados com os obtidos, nesse estudo, a fim de inferir se o estado nutricional dessas partes estava adequado. É ideal que os micronutrientes

estejam em concentrações adequadas nas raízes, indicando que estão sendo fornecidos do solo, corretamente, à planta.

Com o maior crescimento do sistema radicular (Tabela 43), há maior absorção de nutrientes, resultando em concentração foliar adequada. Notou-se que as concentrações dos micronutrientes nas raízes + rizomas (Tabela 45) foram maiores que as das folhas; apenas as de Zn foram menores, porém muito próximas quando comparadas às das folhas (Tabelas 15, 16, 17 e 18). Isso justifica-se pelo fato dos micronutrientes serem absorvidos em menores quantidades que os macronutrientes e, no solo, seus teores estavam altos, segundo Raij et al. (1997) (Tabela 41). Nas folhas, suas concentrações estavam muito acima (Cu), dentro ou acima (Mn) das consideradas ideais, por Mills e Jones Junior (1996), demonstrando que o nutriente estava presente em grande quantidade nas raízes + rizomas do gramado. Para o Fe e o Zn, embora suas concentrações foliares estivessem abaixo ou dentro da faixa considerada adequada pelos últimos autores citados, estes estavam, assim como no solo, em grandes quantidades nas raízes + rizomas, sendo difícil explicar a sua baixa concentração foliar.

Como para os macronutrientes (Tabela 44), não houve diferença para as concentrações de micronutrientes nas raízes + rizomas da grama esmeralda, em relação à adição ou não do N via foliar (Tabela 45), pode-se optar pela não aplicação foliar de N.

Com relação ao herbicida, ao contrário do atual estudo, Eker et al. (2006) notaram redução acentuada no transporte de Mn e Fe da raiz para as folhas, em função do decréscimo na concentração radicular de tais micronutrientes, quando da aplicação do glyphosate (1,25 e 2,50% da dose recomendada, de 1,44 kg ha<sup>-1</sup> do i.a.), em plantas de girassol, explicando tal resultado pela ação de complexação do glyphosate na raiz. Os autores verificaram, ainda, diminuição das concentrações de Zn e Cu na raiz com as doses do herbicida, porém a magnitude desse decréscimo foi menor.

## 5 CONCLUSÕES

A adubação com  $15 \text{ g m}^{-2}$  de N via solo, parcelada em cinco vezes ao ano, e sem aplicação de N via foliar propiciou boa qualidade visual (verde intenso) e concentração de nutrientes suficiente para a manutenção da grama esmeralda.

O glyphosate aplicado na dose de  $400 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a. foi eficiente na redução do crescimento da grama esmeralda, não prejudicou sua coloração e propiciou menor acúmulo de nutrientes pelas folhas (exportação), reduzindo a necessidade de reposição pela adubação.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, J. P. J. L.; ANDRADE, T. F.; SILVA, T. B. G.; KOTAMA, E. K.; VILLAS BÔAS, R. L. Produção de matéria seca e crescimento da grama bermuda tifway submetida a diferentes doses de nitrogênio. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7., 2015, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015. PEN-DRIVE.
- AFFONSO, C. H. A.; FREITAS, L. G. B. Implantação e manejo de gramíneas em estradas e rodovias. In: VILLAS BÔAS, R. L.; GODOY, L. J. G.; OLIVEIRA, M. V. A. M.; KAGI, F. Y.; KAWAHARADA, I. D.; SALES, M. R. P.; ARIGONI, P.; SOLER, S. R.; BRIZOLLA, T. F. (Org.). **SIGRA, Simpósio sobre gramados: produção, implantação e manutenção 1**. Botucatu: GEMFER, 2003. p. 198-205.
- ALBRECHT, A. J. P.; KRENCHINSKI, F. H.; PLACIDO, H. F.; ALBRECHT, L. P.; VICTORIA FILHO, R.; MORAIS, M. F.; MIGLIAVACCA, R. A.; BARROSO, A. A. M.; REIS, F. C.; LORENZETTI, J. B. Efeito da aplicação de glyphosate sob o desenvolvimento da cultura de milho RR. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Água de Lindóia: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 2012. p. 1132-1137.
- ALBUQUERQUE, B. C. **Estudo da viabilidade econômica da produção de grama esmeralda na região de Formosa-GO**. 2009. 30 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Faculdades Integradas, União Pioneira de Integração Social, Planaltina, 2009.
- ALVES, R.; SOUZA, F. H. D.; YAMA, M. Y. I.; NETO, L. A. G.; TANGERINO, T.; PEREIRA, R. E. Ocorrência de plantas daninhas em acessos de *Paspalum* com fins paisagísticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA ERA DA BIOTECNOLOGIA, 28, 2012, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBCPD, 2012. p. 57-61.
- AMARAL, A. **Variabilidade espacial dos atributos do solo em um gramado de futebol**. 2014. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <[http://w3.ufsm.br/ppgap/images/dissertacoes/Dissertacao\\_Andervan\\_Amaral.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgap/images/dissertacoes/Dissertacao_Andervan_Amaral.pdf)>. Acesso em: 01 dez. 2016.
- 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: 15 abr. 2013.
- ANTONIOLLI, D. Produção, regularização e conquistas do mercado de gramas cultivadas no Brasil. In: MATEUS, C. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; ANDRADE, T. F. de; OLIVEIRA, M. R. de; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G. de (Org.). **Tópicos atuais em gramados IV**. 1. ed. Botucatu: FEPAF/UNESP/FCA, 2015. p. 9-22.

ARANTES, L. F. T.; SILVA, T. B. G.; OLIVEIRA, M. R.; AMARAL, A. L. C.; VILLAS BÔAS, R. L. Comparação entre diferentes adubos foliares em gramado de Tifton 419 após corte vertical. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015. PEN-DRIVE.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-31312001000200005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-31312001000200005)>. Acesso em: 10 mar. 2015.

ARIGONI, L. Problemas comuns em gramados de áreas residenciais e industriais. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: manejo de gramas na produção e em gramados formados, 2, 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: GEMFER/FEPAF, 2004. 1 CD-ROM.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL. **Por que Grama Legal?** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.gramalegal.org/>>. Acesso em: 06 fev. 2013.

AZEREDO NETO, P. A. Alternativas de plantio e uso de materiais orgânicos em gramados. In: VILLAS BÔAS, R. L.; GODOY, L. J. G.; KAGI, F. Y.; ARIGONI, P.; BOCARDO, P. J.; FIORIM, A. C. R.; SILVA, R. C.; CEZAR, V. R. S.; PURQUEIRO, L. F. V.; TOZI, T. S.; PAN, H. T.; YANAGWARA, R. S.; OLIVEIRA, M. V. A. M. (Org.). In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: manejo de gramas na produção e em gramados formados, 2, 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: GEMFER/FEPAF, 2004. p. 171-186.

BACKES, C. **Aplicação e efeito residual do lodo de esgoto em sistemas de produção de tapetes de grama esmeralda**. 2008. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

BACKES, C.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T. Produção, acúmulo e exportação de nutrientes em grama esmeralda adubada com lodo de esgoto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 413-422, 2010a. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v69n2/21.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2012.

BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; BÜLL, L. T.; SANTOS, A. J. M. Estado nutricional em nitrogênio da grama esmeralda avaliado por meio do teor foliar, clorofilômetro e imagem digital, em área adubada com lodo de esgoto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 661-668, 2010b. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90816059018>>. Acesso em: 16 set. 2012.

BARBIERI JUNIOR, E.; ROSSIELLO, R. O. P.; SILVA, R. M. M.; RIBEIRO, R. C.; MORENZ, M. J. F. Um novo clorofilômetro para estimar os teores de clorofila em folhas do capim Tifton 85. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2242-2245, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2012nahead/a35512cr4895.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2013.

BAUERMAN, G. **Medição de área foliar**. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: <<http://www.imagesurvey.com.br>>. Acesso em: 13 abr. 2013.

BEARD, J. B.; GREEN, R. L. The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 23, n. 3, p. 452-460, 1994. Disponível em: <[http://www.water.ca.gov/wateruseefficiency/landscapeordinance/pubcomments/Jurgen%20Gramckow/0571\\_0001.pdf](http://www.water.ca.gov/wateruseefficiency/landscapeordinance/pubcomments/Jurgen%20Gramckow/0571_0001.pdf)>. Acesso em: 26 abr. 2016.

BECKER, L. R. **Green Grass Comercial de Gramas e Serviços Ltda**. 2012. 37 f. Relatório de Estágio (Estágio supervisionado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/859887.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2014.

BEYER, K. M. M.; KALTENBACH, A.; SZABO, A.; BOGAR, S. JAVIER NIETO, F. MALECKI, K. M. Exposure to neighborhood green space and mental health: evidence from the survey of the health of Wisconsin. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Barcelona, v. 11, n. 1, p. 3453-3472, 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24662966>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

BOARETTO, A. E.; SCHIAVINATO NETO, P.; MUROAKA, T.; OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O. Fertilização foliar de nitrogênio para laranjeira em estágio de formação. **Scientiae Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 621-626, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90161999000300015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161999000300015)>. Acesso em: 13 jan. 2014.

BOUDET, A. M.; GRAZIANA, A.; RANJEVA, R. Recent advances in the regulation of the prearomatic pathway. In: VAN SUMERE, C. F.; LEA, P. J. (Ed.). **Annual Proceedings of the Phytochemical Society of Europe**. Oxford: Clarendon, 1985. v. 25, p. 135-159.

BOWMAN, D. C.; CHERNEY, C. T.; RUFTY JUNIOR, T. W. Fate and transport of nitrogen applied to six warm-season turfgrasses. **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 1, p. 833-841, 2002. Disponível em: <<http://www.carleton.edu/departments/GEOL/Resources/comps/CompsPDFfiles/2009/LinetdWebPg/Papers/Fate%20and%20Transport%20of%20Nitrogen%20Applied%20to%20Six%20Warm%20Season%20Turfgrasses.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

BOWMAN, D. C.; PAUL, J. L. The foliar absorption of urea-N by kentucky bluegrass turf. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 12, n. 5, p. 659-673, 1989. Disponível em: <[http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904168909363981#.UvqeR\\_IdUko](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904168909363981#.UvqeR_IdUko)>. Acesso em: 05 jan. 2014.

CAKMAK, I. Efeitos do glifosato na nutrição de micronutrientes de plantas. In: YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. **Efeito do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agrônomicas**. Peachtree Corners: International Plant Nutrition Institute – IPNI, 2007. 32 p. (Informações Agrônomicas, 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: 19 maio 2014.

CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Herba, 1975. 258 p.

CAMPANELLI, M. V. J. Principais máquinas e implementos usados na manutenção de gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: produção, implantação e manutenção, 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/GEMFER, 2003. p. 221- 237.

CAMPBELL, W. F.; EVANS, J. O.; REED, F. C. Effect of glyphosate on chloroplast ultrastructure of quack grass mesophyll cell. **Weed Science**, Champaign, v. 24, n. 1, p. 22-25, 1976. Disponível em:

<<http://www.jstor.org/discover/10.2307/4042490?uid=3737664&uid=2&uid=4&sid=21103413554933>>. Acesso em: 19 jun. 2013.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p. 375-470.

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 Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

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

CASTRO, P. R. C.; MESCHEDE, D. K. Glyphosate: uso como maturador em cana-de-açúcar. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 429-444.

CENTENO, A. J. Glyphosate - uma visão ambiental. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 145-152.

CHAER, G. M. Grama em rodovias: a visão de uma concessionária. In: MATEUS, C. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; ANDRADE, T. F. de; OLIVEIRA, M. R. de; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G. de (Org.). **Tópicos atuais em gramados IV**. FEPAF: Botucatu/UNESP/FCA, 2015. p. 97-126.

CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.

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

CHRISTOFFOLETI, P. J.; ARANDA, A. N. Seletividade de herbicidas a cinco tipos de gramas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, n. 2, p. 273-278, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582001000200016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582001000200016&script=sci_arttext)>. Acesso em: 12 fev. 2012.

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. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.1983.tb00535.x/abstract>>. Acesso em: 19 jun. 2013.

CONARD, L. P. **Foliar and granular nitrogen fertilization of bentgrass**. 2013. 98 f. Tese (Mestrado em Ciência) - Universidade de Auburn, Alabama, 2013.

COREL CORPORATION. **Corel PhotoPaint**. v. 10.4. Ottawa, 2004.

CORSINI, C. A.; ZANÓBIA, D. Conservação de áreas com cobertura vegetal e limpeza em rodovias. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS: produção, implantação e manutenção, SIGRA, 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: GEMFER, 2003. 1 CD-ROM

COSTA, C. R. X.; ZANON, M. E.; PEREIRA, S. T. S.; SOUZA, G. R. B. de; PIVETTA, K. F. L. Desenvolvimento de grama-Bermuda 'Tifway 419' submetida a aplicação de placobutrazol e trinexapac-ethyl. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, 2015, **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015. PEN-DRIVE

COSTA, N. V.; MARTINS, D.; RODRIGUES, A. C. P.; CARDOSO, L. A. Seletividade de herbicidas aplicados em grama esmeralda (*Zoysia japonica*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. Disponível em: <[http://www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII\\_CBCPD/PDFs/064.pdf](http://www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII_CBCPD/PDFs/064.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2012.

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: 10 jun. 2014.

DIAS, J. A. C.; CASTILHO, R. M. M.; SANTOS, P. L. F. Resposta da grama São Carlos em função do cultivo em diferentes substratos com e sem adubação química. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 27-30, 2015. Disponível em: <<http://gestaounificada.pb.gov.br/emepa/publicacoes/revista-tca-emepa/edicoes/volume-09-2015/volume-9-numero-2-abril-2015/tca9205.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

DINALLI, R. P. **Reabilitação de gramado de *Zoysia japonica* Steud., em Ilha Solteira/SP**. 2011. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.

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 de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

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/17900/16450>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

DINALLI, R. P.; BUZETTI, S.; GAZOLA, R. N.; CASTILHO, R. M. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; CELESTRINO, T. S.; DUPAS, E. Nitrogen dose and type of herbicide used for growth regulation on the green coloration intensity of Emerald grass. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 6, p. 984-990, 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/cr/v46n6/1678-4596-cr-0103\\_8478cr20150276.pdf](http://www.scielo.br/pdf/cr/v46n6/1678-4596-cr-0103_8478cr20150276.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2017.

DOURADO, L. C.; SILVA, R. J. P. Estudo sobre impacto de volumes de lixo em aterros proveniente de podas de árvores e jardins. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 101-113, 2011. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/viewFile/278/214>>. Acesso em: 19 mai. 2014.

DUBLE, R. L. Turfgrass rootzones. **Aggie Horticulture**, Texas, v. 43, n. 1, p. 20-26, 1990. Disponível em: <<http://aggie-horticulture.tamu.edu/archives/parsons/turf/publications/rootzone.html>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

DUKE, S. O.; HOAGLAND, R. E.; ELMORE, D. Effects of glyphosate on metabolism of phenolic compounds. **Plant Physiology**, Maryland, v. 65, n. 1, p. 17-21, 1980. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC440258/>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

DUKE, S. H.; REISENAUER, H. M. Roles and requirements of sulfur in plant nutrition. In: TABATABAI, M. A. (Ed.). **Sulfur in agriculture**, Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 123-168. n. 27.

EGOZCUE, J. J.; PAWLOWSKY-GLAHN, V.; MATEU-FIGUEIRAS, G.; BARCELO-VIDAL, C. Isometric logratio transformations for compositional data analysis. **Mathematical Geology**, New York, v. 35, n. 3, p. 279-300, 2003.

EGOZCUE, J. J.; PAWLOWSKY-GLAHN, V. Groups of parts and their balances in compositional data analysis. **Mathematical Geology**, New York, v. 37, n. 7, p. 795-828, 2005.

EKER, S.; OZTURK, L.; YAZICI, A.; ERENOGLU, B.; ROMHELD, V.; CAKMAK, I. Foliar-applied glyphosate substantially reduced uptake and transport of iron and manganese in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 26, p. 10019-10025, 2006. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17177536>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 8, p. 1269 -1290, 2001.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n1/28338.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2013

FALKER. **ClorofiLOG CFL1030**: medidor eletrônico de teor de clorofila. Porto Alegre: Falker Automação Agrícola, 2009. 6 p. Disponível em: <[http://www.falker.com.br/produto\\_download.php?id=4](http://www.falker.com.br/produto_download.php?id=4)>. Acesso em: 03 jan. 2014.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 183 p.

FARM, D. Toxicologia do glyphosate e análise de risco. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 135-144.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A., FERREIRA, L. R. Mecanismos de ação de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador. **Anais...** Campina Grande: Embrapa, 2005. Disponível em: <[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba5/336.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/336.pdf)>. Acesso em: 08 out. 2012.

FLORENZANO, A.; ELLER, E. Fertilizantes utilizados na implantação e manutenção de gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: produção, implantação e manutenção. 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: GEMFER, 2003. p. 161-174.

FONSECA, E. L.; ROSA, L. M. G.; FONTANA, D. C. Caracterização espectral de *Paspalum notatum* em diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 3, p. 365-371, 2002. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/6349/3406>>. Acesso em: 08 jun. 2012.

FREITAS, F. C. L. **Efeitos do trinexapac-ethyl e do triclopyr no manejo de gramado formado pela grama-batatais (*Paspalum notatum* Flügge)**. 2002. 42 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; BARBOSA, J. G.; MIRANDA, G. V. Efeitos do trinexapac-ethyl sobre o crescimento e florescimento da grama-batatais. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 20, n. 3, p. 477-486, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582002000300020&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582002000300020&script=sci_arttext)>. Acesso em: 24 jan. 2012.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; BARBOSA, J. G.; MIRANDA, G. V.; MACHADO, A. F. L. Eficiência do triclopyr no controle de plantas daninhas em gramado (*Paspalum notatum*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, n. 1, p. 159-164, 2003. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_pdf&pid=S010083582003000100020&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S010083582003000100020&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 22 jan. 2015.

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: 10 set. 2012.

FULLIN, E. A. Adubação foliar no cafeeiro. **Revista ProCampo**, Linhares, v. 29, 2011. Disponível em: <<http://www.revistaprocampo.com.br/ver-noticia/15>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

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.

GALLI, A. J. B. A molécula glyphosate e a agricultura brasileira. In: VELINI, E. D.; MESCHEDÉ, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 17-19.

GAZETA DO POVO. **Jardim bem cuidado valoriza imóvel em até 16%**. Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/jardim-bem-cuidado-valoriza-imovel-em-ate-16-bsxiob61pehcvbcivib2rpzke>>. Acesso em: 09 abr. 2017.

GIACOMINI, A. A.; MATTOS, W. T.; MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; CUNHA, E. A.; CARVALHO, D. D. Crescimento de raízes dos capins aruana e tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p.1109-1120, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n4/26379.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

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: <<http://www.scielo.br/pdf/pat/v41n4/a09v41n4.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2013.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapete de grama Santo Agostinho e Esmeralda**. 2005. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

GODOY, L. J. G.; ALMEIDA, L. C. F. de. Sazonalidade e evolução dos preços da grama esmeralda, no Ceasa Campinas-SP, no período de 2010 a 2015. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, 2015, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015. PEN-DRIVE.

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

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Calagem e adubação para produção de tapetes de grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 3, 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2006. Disponível em: <<http://infograma.com.br/Sigra%20III/aduba%20%20produ%E7%E3o.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2013.

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

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C. Produção de tapetes de grama Santo Agostinho submetida a doses de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1703-1716, 2012. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/7789/11550>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C.; LIMA, C. P. Doses de nitrogênio e potássio na produção de grama esmeralda. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1326-1332, 2007. Disponível em: <<http://www.readcube.com/articles/10.1590/S1413-70542007000500008?locale=en>>. Acesso em: 20 jun. 2012.

GODOY, M. C. **Efeitos do glyphosate sobre o crescimento e absorção de fósforo pela soja**. 2007. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

GOMES, G. L. G. C. **Alterações metabólicas de plantas de milho submetidas à aplicação de glyphosate e fosfito**. 2011. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

GURGEL, R. G. A. Principais espécies e variedades de grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2003. Disponível em: <<http://www.infograma.com.br/Sigra%20I/PRINCIPAIS%20ESP%C3%89CIES%20E%20VARIETADES%20DE%20GRAMAS.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2010.

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. (Org.). **Tópicos atuais em Gramados III**. Botucatu: FEPAF, 2012. p.133-147.

HALTER, S. História do herbicida agrícola glyphosate. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 11-16.

HERNANDES, A.; PARENT, S. E.; NATALE, W.; PARENT, L. E. Balancing guava nutrition with liming and fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1224-1234, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v34n4/32.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2013.

IMAGEJ. **Image processing and analysis in Java**. versão 1.45. [S. l.], 2011. Disponível em: <<http://imagej.nih.gov/ij/index.html>>. Acesso em: 13 abr. 2013.

JIMÉNEZ, R. J. M. **Céspedes ornamentales y deportivos**. Sevilla: Ed. Junta de Andalucía, 2008. 527 p.

JOHNSON, B. J. Influence of plant growth regulators and mowing on two bermudagrasses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 3, p. 805-810. 1994. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/86/5/AJ0860050805?access=0&view=pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

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.

KARCHER, D. E.; RICHARDSON, M. D. Quantifying turfgrass color using digital image analysis. **Crop Science**, Madison, v. 43, p. 943-951, 2003. Disponível em: <<http://www.sroseed.com/resources/pdfs/articles/Digital%20Image%20Analysis%20of%20Color.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2012.

KITCHEN, L. M.; WITT, W. W.; RIECK, C. E. Inhibition of chlorophyll accumulation by glyphosate. **Weed Science**, Champaign, v. 29, n. 1, p. 513-516, 1981. Disponível em: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/4043341?sid=21105640546323&uid=2&uid=>>>. Acesso em: 21 out. 2014.

KREMER, R. J., MEANS, N. E., KIM, K. S. Glyphosate affects soybean root exudation and rhizosphere microorganisms. **International Journal of Analytical Environmental Chemistry**, London, v. 85, n. 15, 1165-1174, 2005.

KRUSE, N. D.; MICHELANGELO, M. T.; VIDAL, A. V. Herbicidas inibidores da EPSPs: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000.

KUHN, M. P. S. Principais plantas daninhas 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. 187-202.

LATORRE, A. S.; GODOY, L. J. G.; TIBÃES, L. M. Correlação do índice de vegetação por diferença normalizada com a taxa de cobertura do solo pela grama e a cor do gramado. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, 2015, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015. PEN-DRIVE.

LAURETTI, R. L. Implantação de gramados por sementes In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: produção, implantação e manutenção, 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: GEMFER, 2003. p. 61-82.

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, 2010. Disponível em: <[http://www.sbcpcd.org/portal/anais/XXVII\\_CBCPD/PDFs/038.pdf](http://www.sbcpcd.org/portal/anais/XXVII_CBCPD/PDFs/038.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2011.

LIMA, C. P. **Nutrição, produção e qualidade de tapetes de grama bermuda e esmeralda influenciados pela adubação nitrogenada.** 2009. 139 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

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. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 9, p.1568-1574, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n9/a25112cr5381.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2012.

LIMA, C. P.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. Quantidade de nutrientes extraídos pela grama bermuda em função de doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 5, p. 1432-1440, 2015. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21967>>. Acesso em: 22 set. 2015.

LIMA, C. P.; FERNANDES, D. M.; BACKES, C.; LOPES, D. A.; SANTOS, A. J. M.; KIIHL, T. A. M. Intensidade de coloração verde e teor de nitrogênio na folha da grama esmeralda como indicativo do estado nutricional em nitrogênio. In: FERTBIO 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: SBCS, 2008. 1 CD-ROM.

LOGES, V.; CASTRO, A. C. R.; SILVA, S. S. L.; MONTARROYOS, A. V. V. Plantas utilizadas no paisagismo no litoral do Nordeste. Palestra. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 25-32, 2013. Disponível em: <[rbho.emnuvens.com.br/rbho/article/download/640/444](http://rbho.emnuvens.com.br/rbho/article/download/640/444)>. Acesso em: 13 jan. 2015.

LUCHINI, L. C. Considerações sobre algumas propriedades físico-químicas do glyphosate. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 21-30.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; RAIMONDI, M. A.; RODRIGUES, M.; RIBEIRO, R. B.; COSTA, R. S.; MAIO, R. M. D. Desenvolvimento de gramados submetidos à aplicação de retardadores de crescimento em diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 383-395, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v29n2/a16v29n2.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2012.

MACIEL, C. D. G.; SAPIA, J. G.; KONDO, P. N. Y.; BENITES, W. L. S.; PEREIRA, J. A. A.; BIRCK, V. E. W.; SILVA, A. F. Seletividade e eficácia dos herbicidas Kapina<sup>®</sup> e Kapina Plus<sup>®</sup> no controle de tiririca em gramas bermuda e esmeralda. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 39-46, 2013.

MACIEL, C. D. G.; SOUZA, J. I.; HAMA, J. T. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em jardins residenciais com grama esmeralda em Ourinhos-SP. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 3, n. 2, p. 39-48, 2010. Disponível em: <<http://rioverde.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/253/155>>. Acesso em: 21 out. 2013.

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: POTAFÓS, 1997. 317 p.

MARCH, S. R.; MARTINS, D.; McELROY, J. S. Growth inhibitors in turfgrass. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 733-747, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v31n3/25.pdf>>. Acesso em: 21 mai. 2014.

MARCHI, S. R.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; SILVA, J. R. V. Effect of plant regulators on growth and flowering of 'Meyer' Zoysiagrass. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 695-703, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v31n3/21.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2014.

MARQUES, R. H.; SILVA, T. B. G.; NASCIMENTO, T. S.; ANDRADE, T. F.; VILLAS BÔAS, R. L. Viabilidade de implantação de grama esmeralda em rodovias. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015. PEN-DRIVE

MARQUES, R. P. **Seletividade de herbicidas aplicados sobre espécies de gramas em relação às características morfo-anatômicas foliares**. 2012. 112 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MARCHESE, B. B. **Efeitos de formulações e intervalos sem chuva na absorção, translocação e eficácia de glyphosate e 2,4-D**. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2016.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. Germany: University of Hohenheim, 1995. 889 p.

MATEUS, C. M. D. **Exportação de nutrientes pela grama bermuda tiftwarf utilizada em greens de campo de golfe**. 2011. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

MATEUS, C. M. D.; CASTILHO, R. M. M. Influência da adubação de manutenção em grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) em um Argissolo Vermelho no Noroeste Paulista. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 15, 2004, Ubatuba. **Anais...** Ubatuba: SBSP, 2004. 1 CD-ROM.

MAXIMINO, J. V. O.; PINHEIRO, E. C.; PIRES, E. S.; HALFEN, A.; SOUZA, F. H. D.; MITTELMANN, A. Potencial de produção de sementes de gramíneas para formação de gramados. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 23, 2014, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2014. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1005567/1/PROCI2014.00215.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

McELROY, J. S.; MARTINS, D. Use of herbicides on turfgrass. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 455-467, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v31n2/24.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

MELO, A. **Manutenção de campos de futebol**. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: <<http://agronomos.ning.com/profiles/blogs/manutencao-de-campos-de>>. Acesso em: 30 out. 2013.

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.

MESCHEDE, D. K.; VELINI, E. D.; CARBONARI, C. A. Baixas doses de glyphosate e seus efeitos no crescimento de *Commelina benghalensis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v. 7, n. 2, p. 53-58, 2008. Disponível em: <<http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/download/61/pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2013.

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

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OSUNA, M. D.; DE PRADO, R. A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.

MONTES, R. M. **Efeito da adubação nitrogenada e potássica em pomar de goiabeiras**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C. Alterações na rizosfera em resposta a aplicação de glifosato e zinco na soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6, 2012, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: EMBRAPA, 2012. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/929614/1/364s194.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

MOREIRA, M. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da EPSPs (Grupo G). In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR): Piracicaba, 3. ed, 2008. p. 78-96. 120 p. Disponível em: <<http://www.hrac-br.com.br/documentos/livro3edicao.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

MOTA, F. D. **Lodo de esgoto compostado na produção de tapetes de grama esmeralda e na manutenção de água no solo**. 2016. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

NOBILE, F. O.; NUNES, H. D.; NEVES, J. C. Doses de lodo de esgoto sobre o desenvolvimento da grama bermuda (*Cynodon dactylon*). **Nucleus**, Ituverava, v. 11, n. 2, p. 271-282, 2014. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1046/1680>>. Acesso em: 18 mar. 2015.

NOSSO CAMPO. **Maior polo de produção de grama do Brasil fica na região de Itapetininga**. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/nosso-campo/noticia/2016/04/maior-polo-de-producao-de-grama-do-brasil-fica-na-regiao-de-itapetininga.html>>. Acesso em: 04 dez. 2016.

OLIVEIRA, D. A. L. de. **Recuperação de gramados de campos de futebol submetidos a diferentes doses de adubação em sistema irrigado e de sequeiro**. 2013. 65 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2013.

OLIVEIRA, J. R.; DUARTE, N. F.; FASSIO, P. O. Análise dos teores de clorofila e carotenoides como indicadores de fitotoxicidade de herbicidas em *Toona ciliata* var. *australis*. In: JORNADA CIENTÍFICA, 1, 2008, Bambuí/MG. **Anais...** Bambuí: CEFET, 2008. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgKsMAF/analise-dos-teores-clorofila-carotenoides-como>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

OLIVEIRA, M. R.; BACKES, C.; LIMA, C. P.; SANDIN, A. S.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L. Quantidade de nutrientes extraídos pelas aparas de grama esmeralda em função de doses de N-ajifer. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 5, 2010a, Botucatu. **Anais...** Botucatu, UNESP, 2010a. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, M. R.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, F. C.; PIRES, E. C.; LIMA, C. P. Índices de reflectância das folhas da grama esmeralda para avaliação do estado nutricional em nitrogênio. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 5, 2010b, Botucatu. **Anais...** Botucatu, UNESP, 2010b. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, M. R.; LIMA, C. P.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, L. R. Intensidade de coloração verde e teor de nitrogênio na folha da grama bermuda como indicativo do estado nutricional em nitrogênio. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7 2008, Ourinhos. **Anais...** Ourinhos: FIO, 2008. Disponível em: <[http://fio.edu.br/cic/anais/2008\\_vii\\_cic/Artigos/Agronomia/004-INTENS.pdf](http://fio.edu.br/cic/anais/2008_vii_cic/Artigos/Agronomia/004-INTENS.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2012.

OLIVEIRA, R. D.; ANDRADE, T. F.; SILVA, T. B. G.; SANTOS, T. F. C.; VILLAS BÔAS, R. L. Intensidade de coloração verde da grama bermuda tifway com diferentes doses de nitrogênio e potássio. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, 2015, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015. PEN-DRIVE.

OLIVEIRA, R. S. G. P.; SILVA, J. E. N.; SILVA, F. C. C.; BEZERRA, J. L. S.; MENDONÇA FILHO, A. L. Efeito de subdoses de glifosato sobre germinação e desenvolvimento inicial do feijoeiro. **Revista Eletrônica de Biologia**, Sorocaba, v. 6, n. 1, p. 35-47, 2013. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/reb/article/view/9003>>. Acesso em: 13 mai. 2016.

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, PR: Omnipax, 2011. p. 141-192.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; RIBEIRO, K. G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 1069-1075, 1998. Disponível em: <<http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/artigos/2215.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2012.

PARENT, L. E. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 321-334, 2011.

PARENT, L. E.; ALMEIDA, C. X.; HERNANDES, A.; EGOZCUE, J. J.; GÜLSER, C.; BOLINDER, M. A.; KÄTTERER, T.; ANDRÉN, O.; PARENT, S. E.; ANCTIL, F.; CENTURION, J. F.; NATALE, W. Compositional analysis for an unbiased measure of soil aggregation. **Geoderma**, Amsterdam, v. 179-180, p. 123-131, 2012a.

PARENT, L. E.; PARENT, S. E.; ROZANE, D. E.; AMORIM, D. A.; HERNANDES, A.; NATALE, W. Unbiased approach to diagnose the nutrient status of red guava (*Psidium guajava*). **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 959, p. 145-160, 2012b.

PEREIRA, E. L. **Influência do glifosato na sorção de manganês em diferentes solos**. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PIEIDADE, A. R. **Desenvolvimento vegetativo de quatro espécies de grama irrigadas com efluente de estação de tratamento de esgoto doméstico**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

PINEDA, A.; OBALDÍA, K.; SINGH, B. K.; YEOMANS, J. Manual de Céspedes: El establecimiento, producción y mantenimiento em el trópico húmedo. **Tierra Tropical**, Limón, v. 2, n. 1, p. 1-50, 2006.

PITELLI, R. A.; PITELLI, A. M. C. M. P.; CRUZ, C. O uso do glyphosate no controle de macrófitas aquáticas. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 413-427.

PLANK, C. O.; CARROW, R. N. **Plant analysis: an important tool in turf production**. University of Georgia, College of Agriculture and Environmental Sciences, 2003. Disponível em: <<http://www.cropsoil.uga.edu/~oplank/plantanalysisisturf/index.html>>. Acesso: 05 ago. 2009.

PRATA, F. **Comportamento do glifosato no solo e deslocamento miscível de atrazina**. 2002. 149 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PRISMGAUGE. **See the results where it really counts...in the turf!** [S. l.], 2006. Disponível em: <<http://www.matrixturf.com/sitedocs/prism.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2014.

QUEIROZ, J. R. G. **Reguladores de crescimento no desenvolvimento de diferentes espécies de grama**. 2016. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

RABELLO, W. S.; MONNERAT, P. H.; VASCONCELOS JÚNIOR, J. F. Composição mineral do feijoeiro comum cultivar BR1 Xodó sob efeito hormético de subdoses de glyphosate. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 7, n. 1, p. 86-94, 2014.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.

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

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

REGITANO, J. B.; CASTRO, N. R. A. Sorção e dessorção do glyphosate no solo. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 153-178.

REIS, M. S.; SOARES, A. A.; SOARES, P. C.; CORNÉLIO, V. M. O. Absorção de N, P, K, Ca, Mg e S pelo arroz irrigado influenciada pela adubação nitrogenada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 707-713, 2005.

REPKE, R. A.; FIGUEIREDO, P. G.; SILVA, C. J.; CRUZ, S. J. S.; BICUDO, S. J. Índice de área foliar e acúmulo de matéria seca em plantas de milho no estágio fenológico V5. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, CIC, 23, 2011, Botucatu.

**Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011. Disponível em:

<[http://prope.unesp.br/xxiii\\_cic/ver\\_resumo.php?area=100065&subarea=19067&congresso=32&CPF=22980014800](http://prope.unesp.br/xxiii_cic/ver_resumo.php?area=100065&subarea=19067&congresso=32&CPF=22980014800)>. Acesso em: 04 jan. 2014.

RIBEIRO, R. M.; SHERRAT, P. **Alturas de corte para campos de atletismo**. Global Relva, 2012. Disponível em:

<[http://globalrelva.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1110:alturas-de-corte-para-campos-de-atletismo&catid=187&Itemid=205](http://globalrelva.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1110:alturas-de-corte-para-campos-de-atletismo&catid=187&Itemid=205)>. Acesso em: 10 jan. 2014.

RICHARDSON, M. D. Turf quality and freezing tolerance of ‘Tifway’ bermudagrass as affected by late-season nitrogen and trinexapac-ethyl. **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 1, p. 1621–1626, 2002. Disponível em:

<<https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/42/5/1621?access=0&view=pdf>>. Acesso em: 09 set. 2012.

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: FCA/GEMFER/FEPAF, 2004. 1 CD-ROM.

RÖMHELD, V. Dinâmica do glifosato na rizosfera das plantas-alvo e não alvo. In: YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. **Efeito do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agrônômicas**. Peachtree Corners: IPNI, 2007. 32 p. Informações Agrônômicas, 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: 19 mai. 2014.

ROSA, C. E.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, S.; LUQUES, A. P. P. G.; FERRARI, J. V.; SANTOS, D. M. A.; VIEIRA, H. S. S.; VERTUAN, L. F. Aplicação de subdoses de glifosato e características vegetativas e produtivas do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8, 2011, São Paulo. **Anais...** Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2011. 1 CD-ROM.

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. 2002. 98 f. Curso de pós-graduação “Lato Sensu” (Especialização em fertilidade do solo e nutrição de plantas no agronegócio) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

ROUNDUP ORIGINAL. **Roundup original**. Bula, 2013. Disponível em:

<<http://www.monsanto.com/global/br/produtos/documents/roundup-original-bula.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2015.

ROZANE, D. E.; AMORIM, D. A.; NATALE, W.; PARENT, L. E.; PARENT, S. E.; MONTES, R. M. Balanço nutricional e coordenadas ilr para a interpretação da diagnose foliar da goiabeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: 2012. p. 6085-6089.

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. (Org.). **Tópicos atuais em Gramados III**. Botucatu: FEPAF, 2012. p. 192-200.

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

SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C.; GAMERO, C. A. Implementos para descompactação do solo na produção de gramas. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 6, 2012, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2012. p. 100-110.

SANTOS, F. J. A.; NASCIMENTO, I. S.; ARAÚJO, L. R. Avaliação de diferentes substratos no cultivo de grama esmeralda. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína, v. 4, n. 6, p. 50-60, 2015. Disponível em: <<http://revista.uft.edu.br/index.php/geografia/article/view/1447/pdf1447>>. Acesso em: 22 set. 2015.

SANTOS, L. D. T.; SIQUEIRA, C. H.; BARROS, N. F.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, A. F. L. Crescimento e concentração de nutrientes na parte aérea de eucalipto sob efeito da deriva do glyphosate. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 347-352, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/744/74413401.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

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. 4, p. 51-54, 2015. Disponível em: <<http://gestaounificada.pb.gov.br/emepa/publicacoes/revista-tca-emepa/edicoes/volume-09-2015/volume-9-numero-4-setembro-2015/fitotecnica-crop-science/tca9408.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

SANTOS JUNIOR, C. E. F. **Adubação nitrogenada e calagem na produção de gramas esmeralda e bermuda**. 2011. 97 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; TRAVI, M. R. L.; ESCOCTEGUY, P. A. V.; BRUSTOLIN, K. D.; MIRANDA, M. Morfogênese da grama-tapete (*Axonopus affinis*, Poaceae) sob doses crescentes de dejetos líquidos de suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 64, 2013, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBB/UFMG, 2013. Disponível em: <<http://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/64CNBot/resumo-ins19256-id6575.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2014.

SHAWN, D. A.; HIPKINS, P. L. Growth regulators. **Horticultural & Forest Crops**, p. 1-2, 2013. Disponível em: <[http://pubs.ext.vt.edu/456/456-017/Section-6\\_Turf-5.pdf](http://pubs.ext.vt.edu/456/456-017/Section-6_Turf-5.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2013.

SILVA, C. A.; MOURA, E. P. **Avaliação dos teores foliares de clorofila na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.), em relação às concentrações de nitrogênio.** 2013. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Mecanização em Agricultura de Precisão) - Centro Paula Souza, Faculdade de Tecnologia de Pompéia, Pompéia, 2013.

SILVA, D. F. **Análises quantitativa e qualitativa do crescimento e desenvolvimento da grama-batatais e grama-esmeralda em diferentes lâminas de irrigação.** 2004. 62 f. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

SILVA, M. A.; SANTOS, C. M.; VITORINO, H. S.; RHEIN, A. F. L. Pigmentos fotossintéticos e índice SPAD como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 173-181, 2014. Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15057/13696>>. Acesso em: 03 jan. 2014.

SILVA, R. A.; MATSUMOTO, S. N.; BARBOSA, G. M.; COSTA, R. Q.; OLIVEIRA, M. N. Aplicação de subsódes de glyphosate na fase de estabelecimento da cultura da soja e do milho. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 140-149, 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/aplicacao%20de%20subdos.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2014.

SILVA, T. B. G. **Desenvolvimento da grama tifton 419 submetida a distintos manejos de adubação e irrigação.** 2016. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

SILVA, W. Z.; BRINATE, S. V. B.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D. Métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 746-759, 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/metodos.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2014.

SILVA-KOJOROSKI, C. M.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; KLEIN, V. A.; CARNEIRO, C. M.; GUARIENTI, M. Crescimento estacional das grammas esmeralda, tapete e tifton 49 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. Disponível em: <<http://www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v18n3/artigo%2003.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.** Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.

SOUZA, G. R. B.; ZANON, M. E.; COSTA, C. R. X.; PEREIRA, S. T. S.; PIVETTA, K. F. L. Desenvolvimento de grama-esmeralda submetida a aplicação de placobutrazol e trinexapac-ethyl. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, 2015, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015. PEN-DRIVE

STEINKE, K.; STIER, J. C. Nitrogen selection and growth regulator applications for improving shaded turf performance. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 4, p. 1399-1406, 2003. Disponível em: <<https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/43/4/1399>>. Acesso em: 09 set. 2012.

STIEGLER, J.; RICHARDSON, M. D.; KARCHER, D. E.; PATTON, A. J. **Foliar nutrient uptake by cool-season and warm-season turfgrasses**. [S. l.: s. n.], 2010. Disponível em: <<http://gsr.lib.msu.edu/2010s/2010/100107.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2014.

SUMNER, M. E.; FARINA, M. P. W. Phosphorus interactions with other nutrients and lime in field cropping systems. **Advances in Soil Science**, New York, v. 5, p. 201-236, 1986.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TAPIA, D. Herbicidas 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. 263-296.

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.

TAPIA, D.; MACCHI, J. A. **Doenças em greens e adubação**. [S. l.: s. n.], 2012. Palestra destinada aos/as capitães e greenkeepers dos clubes filiados. Disponível em: <[http://www.fpgolfe.com.br/pdf/palestras/12Palestra\\_AdubosGreens\\_alterada.pdf](http://www.fpgolfe.com.br/pdf/palestras/12Palestra_AdubosGreens_alterada.pdf)>. Acesso em: 09 jan. 2014.

TEIXEIRA, R. H. **Implantação de gramados esportivos**. 2016. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2016.

TERMAN, G. L.; NOGGLE, J. C.; HUNT, C. M. Growth rate-nutrient concentration relationships during early growth of corn as affected by applied N, P, and K. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 41, n. 2, p. 363-368, 1977.

TIBÃES, L. M.; GODOY, L. J. G. de; LATORRE, A. S. Cor do gramado e taxa de cobertura verde de cultivares de grama bermuda sob doses de nitrogênio. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, 2015, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015. PEN-DRIVE.

TOTTEN, F. W.; LIU, H.; MCCARTY, L. B.; BALDWIN, C. M.; BIELENBERG, D. G.; TOLER, J. E. Efficiency of foliar versus granular fertilization: a field study of creeping bentgrass performance. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 31, n. 5, p. 972-982, 2008.

TRENHOLM, L. E. **Environmental stresses and your Florida Lawn**. Gainesville: Environmental Horticulture Department, UF/IFAS Extension (ENH 153), 2000. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

UNRUH, J. B. Biologia de gramas de estação quente. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: manejo de gramas na produção e em gramados formados, 2., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: GEMFER/FEPAF, 2004. p. 9-40.

VELINI, E. D.; DUKE, S. O.; TRINDADE, M. L. B.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A. Modo de ação do glyphosate. 2009a. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. (Org.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p.113-133.

VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009b. 496 p.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Simpósio questiona as causas dos problemas de nutrição e doenças de plantas na agricultura moderna**. Peachtree Corners: IPNI, 2007. 17 p. (Informações Agronômicas, n. 119).

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: 19 maio 2014.

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

ZANON, M. E.; PIRES, E. C. Situação atual e perspectivas do mercado de grama no Brasil. In: GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; BACKES, C; VILLAS BÔAS, R. L. (Ed.). **Tópicos atuais em gramados II**. Botucatu: FEPAF, 2010. p. 47-53.

ZHAO, F. J.; BILSBORROW, P. F.; EVANS, E. J.; MCGRATH, S. P. Nitrogen to sulphur ratio in rapeseed and in rapeseed protein and its use in diagnosing sulphur deficiency. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 20, n. 4-5, p. 549-558, 1997.

ZOBIOLE, L. H. S.; KREMER, R. J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. Glyphosate affects micro-organisms in rhizospheres of glyphosate-resistant soybeans. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 110, n. 1, p. 118-127, 2011.