

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E APLICAÇÃO DE HERBICIDAS COMO
REGULADORES DE CRESCIMENTO EM GRAMA ESMERALDA**

RAÍSSA PEREIRA DINALLI

Ilha Solteira

2014

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E APLICAÇÃO DE HERBICIDAS COMO
REGULADORES DE CRESCIMENTO EM GRAMA ESMERALDA**

RAÍSSA PEREIRA DINALLI

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Salatiér Buzetti

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Regina Maria Monteiro de Castilho

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

Ilha Solteira

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Dinalli, Raíssa Pereira.

D583a Adubação nitrogenada e aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento em grama esmeralda / Raíssa Pereira Dinalli. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2014

118 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2014

Orientador: Salatiér Buzetti

Co-orientador: Regina Maria Monteiro de Castilho

Inclui bibliografia

1. Gramado. 2. *Zoysia japonica* Steud. 3. Nitrogênio. 4. Comprimento foliar.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Adubação nitrogenada e aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento em grama esmeralda

AUTORA: RAÍSSA PEREIRA DINALLI

ORIENTADOR: Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. REGINA MARIA M DE CASTILHO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

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

Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS

Dep de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu

Data da realização: 25 de fevereiro de 2014.

DEDICO

A Deus, meu amigo de todos os momentos, pela oportunidade da vida.

Ao meu namorado, Rodolfo, por todo carinho, amor, companheirismo, incentivo e compreensão nos momentos difíceis. Você é parte de mim.

Aos meus orientadores, imprescindíveis para a realização deste trabalho:

Prof. Dr. Salatiér Buzetti, por todos os ensinamentos, oportunidades, amizade, dedicação e confiança, tanto no sentido acadêmico quanto no pessoal, onde o ensino se dá pelo exemplo e isso vale mais do que muitas verbalizações.

Prof^a. Dr^a. 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.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Ao Rodolfo e Boni, meus amores.

Aos meus orientadores, prof^a. Regina e prof. Salatiér. Sempre grata.

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

Aos meus doces e amados avós, Irineu (*in memoriam*) que para sempre viverá em meu coração e Therezinha, minha linda. Impossível mensurá-los sem emoção.

À minha vó Izabel por todo carinho e atenção.

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

À toda família do Rodolfo, que se tornou minha também: seus pais, Maria Angélica e Nirovaldo; avós (Maria e Francisco), tias, em especial à Zilda quem sempre nos hospedou carinhosamente nas viagens aos Congressos e irmãos (Ana Claudia e Rafael).

À Rose, ao Marcondes e Raíza, minha família de Ilha Solteira, pelo apoio, carinho, atenção, incentivo; vibrando a cada conquista por menor que fosse e amenizando qualquer situação difícil.

Ao meu amigo Celestrino, sempre pronto para ajudar; irmão de alma e coração.

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

Aos meus amigos: Ariani, Murici, Marcelo, Daiene, Lays, Vanessa, dona Fátima, Ligia, Ana, Cássia, Aline, Nídia, Vera e Gilmar pela amizade, incentivo e apoio.

À Tamíris, amiga tão querida, e ao João Victor, sobrinho do coração, que mesmo distantes, fazem-se presentes.

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

Ao professor e amigo Marcelo C. M. Teixeira Filho, sempre disposto a contribuir no que fosse preciso. Exemplo de humildade e determinação.

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

Ao Ronaldo, por toda ajuda com a irrigação.

A todos os professores pela dedicação e contribuição. Em especial à professora Boliani, com quem tive o prazer de conviver esse ano; aos professores Ricardo e Maranhão, pela atenção e ao professor Shizuo, quem cuidou com muito critério da irrigação, auxiliando sempre que preciso.

À banca do exame geral de qualificação, professora Gisele, sempre sorrindo, profissional por quem tenho admiração e respeito únicos pela sua garra e competência; e ao professor Marcelo Andreotti, de quem sou fã. Obrigada pelas sugestões e contribuições.

Ao professor Roberto Lyra Villas Bôas, membro da banca de defesa, por todas as sugestões e contribuições.

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

Ao João e José, sempre muito eficientes, 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 Mestrado.

À Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de Mestrado e ao relator dos relatórios científicos pelas sugestões.

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

Enfim, a todos que contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

“A vida nem sempre segue a nossa vontade, mas ela é perfeita naquilo que tem que ser”

Francisco Cândido Xavier

RESUMO

O nitrogênio (N) é essencial para a nutrição e a manutenção da coloração verde intensa dos gramados. No entanto, influencia o crescimento da parte aérea e, conseqüentemente, a frequência de cortes, principal fator do custo de manutenção em gramados. Neste contexto, objetivou-se avaliar a adubação nitrogenada e o uso potencial de herbicidas como reguladores de crescimento em grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.), em Argissolo Vermelho, visando manter o gramado com boa qualidade visual (verde intenso) e nutricional bem como reduzir o seu crescimento foliar. O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira/SP, de junho de 2012 a dezembro de 2013. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 20 tratamentos dispostos num fatorial 5 x 4 com quatro repetições, sendo quatro herbicidas: glyphosate, imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl (aplicados na dose de, respectivamente, 200, 420, 80 e 140 g ha⁻¹ do ingrediente ativo (i. a.)) e a testemunha - sem herbicida; e quatro doses de N na forma de ureia: 0, 5, 10 e 20 g m⁻², parceladas em cinco aplicações durante o ano. O gramado foi irrigado por aspersão. Avaliaram-se: as características químicas do solo, o comprimento e a matéria seca das folhas, a área foliar, o índice de clorofila foliar (ICF), a análise por imagem digital e a porcentagem de fitointoxicação da parte aérea, além da concentração e do acúmulo de macro e micronutrientes pelas folhas do gramado. Doses de 10 a 20 g m⁻² de N proporcionaram coloração verde intensa e concentração de nutrientes suficiente para a manutenção da grama esmeralda. Os herbicidas metsulfuron-methyl e glyphosate destacaram-se no controle do crescimento do gramado, sendo que o segundo não prejudicou a qualidade estética do mesmo, destacando-se como herbicida que possa ser utilizado como regulador do crescimento de grama esmeralda na dose de 200 g ha⁻¹ do i. a.

Palavras-chave: Gramado. *Zoysia japonica* Steud. Nitrogênio. Comprimento foliar.

ABSTRACT

Nitrogen (N) is essential to nutrition and maintenance intense green color of turfgrasses. However, increases the growth of shoots and, consequently, the frequency of cuts, the main factor in the cost of turfgrasses maintenance. In this context, this study aimed to evaluate the nitrogen fertilization and the potential use of herbicides as growth regulators on zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) on an Ultisol, to maintain the turfgrass with good visual quality and nutrition as well as reduce foliar growth. The research was conducted at the Experimental Station of UNESP, Ilha Solteira/SP from June 2012 to December 2013. It was used a randomized block design with 20 treatments arranged in a factorial scheme 5 x 4 with four replications, being four herbicides: glyphosate, imazaquin, imazethapyr and metsulfuron-methyl (applied at the rate of respectively, 200, 420, 80 and 140 g ha⁻¹ active ingredient (a. i.)) besides a control and four N rates, using urea as a source: 0, 5, 10 and 20 g m⁻² split in five times during the year. The turfgrass was irrigated by sprinkler. Were evaluated: the chemical characteristics of the soil, length and dry matter of leaves, leaf area, ICF index (leaf chlorophyll), the digital image analysis, the percentage of phytotoxicity of the shoot, the concentration and accumulation of macro and micronutrients by the leaves of turfgrass. Nitrogen rates of 10 to 20 g m⁻² provided intense green color and sufficient nutrients content to maintain zoysiagrass. The herbicides metsulfuron-methyl and glyphosate stand out in control of the leaf length, the second did not sacrifice esthetic quality of the turfgrass, standing out as herbicide that can be used as a growth regulator of zoysiagrass at the rate of 200 g ha⁻¹ of a. i.

Keywords: Turfgrass. *Zoysia japonica* Steud. Nitrogen. Leaf length.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Médias mensais da precipitação pluvial e temperaturas médias mínimas e máximas durante a condução do experimento. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13. 39
- Figura 2 - Aplicação das doses de N. A - medidas utilizadas; B - recipiente contendo o fertilizante (ureia); C e D - Aplicação manual à lanço. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013. 42
- Figura 3 - Aplicação dos herbicidas. A - Bomba costal pressurizada a CO₂; B - garrafas descartáveis de dois litros; C - Pressão de serviço de três psi e D - aplicação dos herbicidas. UNESP, Ilha Solteira /SP, 2013. 44
- Figura 4 - Máquina (roçadeira) utilizada no corte do gramado. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13. 45
- Figura 5 - Valores médios do comprimento foliar da grama esmeralda em função das doses de N. 2^a e 3^a avaliações (A) e 5^a, 6^a e 7^a avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13. 51
- Figura 6 - Valores médios do comprimento foliar da grama esmeralda em função das doses de N obtidos do desdobramento, para quarta (A) e oitava (B) avaliações, entre a aplicação de doses de N dentro dos herbicidas. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13. 52
- Figura 7 - Valores médios da matéria seca foliar da grama esmeralda em função das doses de N. 1^a e 2^a avaliações (A) e 5^a, 6^a, 7^a e 8^a avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13. 56
- Figura 8 - Valores médios da matéria seca foliar da grama esmeralda em função das doses de N obtidos do desdobramento, para terceira (A) e quarta (B) avaliações, entre a aplicação de doses de N dentro dos herbicidas. UNESP, Ilha Solteira /SP, 2012/13. 56
- Figura 9 - Valores médios da área foliar da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13. 60
- Figura 10 - Valores médios das concentrações de N nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. 1^a, 2^a, 3^a e 4^a avaliações (A) e 5^a, 6^a, 7^a e 8^a avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13. 63
- Figura 11 - Valores médios das concentrações de P nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. 1^a, 2^a, 3^a e 4^a avaliações (A) e 7^a e 8^a avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13. 67
- Figura 12 - Valores médios das concentrações de K nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. 3^a, 6^a, 7^a e 8^a avaliações. UNESP, Ilha

	Solteira/SP, 2012/13.	70
Figura 13 -	Valores médios das concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	72
Figura 14 -	Valores médios das concentrações de Mg nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	74
Figura 15 -	Valores médios das concentrações de S nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. 4 ^a avaliação (A) e 5 ^a , 6 ^a , 7 ^a e 8 ^a avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	76
Figura 16 -	Valores médios das concentrações de Cu nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	78
Figura 17 -	Valores médios das concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	82
Figura 18 -	Valores médios das concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	84
Figura 19 -	Quantidade de macronutrientes acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função das doses de N, considerando as oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	86
Figura 20 -	Quantidade de micronutrientes acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função das doses de N, considerando as oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	88
Figura 21 -	Valores médios dos teores de P e K no solo (0-20 cm) em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.	91
Figura 22 -	Valores médios do ICF da grama esmeralda em função das doses de N. 1 ^a e 4 ^a avaliações (A) e 5 ^a , 6 ^a , 7 ^a e 8 ^a avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	94
Figura 23 -	Valores médios do ICVE (A) e H (B) das folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	97
Figura 24 -	Valores médios do ICVE (A) e H (B) das folhas da grama esmeralda obtido na oitava avaliação, em três épocas: 7, 15 e 45 DAA das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.	101
Figura 25 -	Sintomas visuais de fitotoxidez verificados na quinta avaliação quando da aplicação do metsulfuron-methyl (B) em relação à testemunha (A). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.	103
Figura 26 -	Sintomas visuais de fitotoxidez verificados na quinta avaliação quando	

- da aplicação do glyphosate (C) em relação à testemunha (A). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013. 103
- Figura 27 - Sintomas visuais de fitotoxidez verificados na quinta avaliação quando da aplicação do imazaquin (D) em relação à testemunha (A). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013. 105
- Figura 28 - Sintomas visuais de fitotoxidez verificados na quinta avaliação quando da aplicação do imazethapyr (E) em relação à testemunha (A). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013. 106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Análise química inicial do solo. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012.	40
Tabela 2 -	Análise química do solo realizada antes da implantação dos tratamentos e após a calagem. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012.	41
Tabela 3 -	Valores médios do comprimento foliar da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	50
Tabela 4 -	Valores médios do comprimento foliar da grama esmeralda obtidos do desdobramento para quarta e oitava avaliações, entre a aplicação de herbicidas dentro das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	52
Tabela 5 -	Valores médios da matéria seca foliar da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	55
Tabela 6 -	Valores médios da matéria seca foliar da grama esmeralda obtidos do desdobramento para terceira e quarta avaliações, entre a aplicação dos herbicidas dentro das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	57
Tabela 7 -	Valores médios da área foliar da grama esmeralda em função dos tratamentos, em cinco avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	59
Tabela 8 -	Valores médios das concentrações de N nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	62
Tabela 9 -	Valores médios das concentrações de P nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	66
Tabela 10 -	Valores médios das concentrações de K nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	69
Tabela 11 -	Valores médios das concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	71
Tabela 12 -	Valores médios das concentrações de Mg nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	73
Tabela 13 -	Valores médios das concentrações de S nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	75

Tabela 14 -	Valores médios das concentrações de Cu nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	77
Tabela 15 -	Valores médios das concentrações de Fe nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	79
Tabela 16 -	Valores médios das concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	81
Tabela 17 -	Valores médios das concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	83
Tabela 18 -	Quantidade de macronutrientes acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, considerando as oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	85
Tabela 19 -	Quantidade de micronutrientes acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, considerando as oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	88
Tabela 20 -	Valores médios de M.O., pH, H+Al, SB, CTC e V% no solo em função dos tratamentos. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.	89
Tabela 21 -	Valores médios dos teores de macronutrientes no solo em função dos tratamentos. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.	91
Tabela 22 -	Valores médios dos teores de micronutrientes no solo em função dos tratamentos. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.	92
Tabela 23 -	Valores médios do ICF da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	93
Tabela 24 -	Valores médios dos resultados de G, ICVE e H das folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em quatro avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.	96
Tabela 25 -	Valores médios dos resultados de G, ICVE e H das folhas da grama esmeralda obtidos na oitava avaliação, em três épocas (7, 15 e 45 DAA das doses de N) em função dos tratamentos. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.	100
Tabela 26 -	Valores médios da porcentagem de fitointoxicação das folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha	

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 GRAMADOS	19
2.2 GRAMA ESMERALDA	22
2.3 ADUBAÇÃO NITROGENADA	22
2.4 REGULADORES DE CRESCIMENTO	26
2.4.1 Inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) ou acetohidroxiácido sintase (AHAS) (imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl)	28
<i>2.4.1.1 Histórico</i>	<i>28</i>
<i>2.4.1.2 Mecanismo e modo de ação</i>	<i>28</i>
<i>2.4.1.3 Toxicologia e comportamento no ambiente</i>	<i>29</i>
<i>2.4.1.4 Uso como regulador de crescimento</i>	<i>31</i>
2.4.2 Inibidor da enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase (EPSPs) (Glyphosate)	33
<i>2.4.2.1 Histórico</i>	<i>33</i>
<i>2.4.2.2 Mecanismo e modo de ação</i>	<i>34</i>
<i>2.4.2.3 Toxicologia e comportamento no ambiente</i>	<i>35</i>
<i>2.4.2.4 Uso como regulador de crescimento</i>	<i>37</i>
3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 LOCAL E CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	39
3.2 EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO	40
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	41
3.4 AVALIAÇÕES	43
3.4.1 Comprimento foliar	44

3.4.2 Matéria seca foliar	44
3.4.3 Área foliar	45
3.4.4 Intensidade da coloração verde da folha	46
<i>3.4.4.1 Leituras em clorofilômetro nas folhas (ICF)</i>	<i>46</i>
<i>3.4.4.2 Análise por imagem digital da parte aérea</i>	<i>46</i>
<i>3.4.4.3 Fitointoxicação da parte aérea</i>	<i>47</i>
3.4.5 Concentração foliar de macro e micronutrientes	47
3.4.6 Acúmulo de macro e micronutrientes pelas folhas	47
3.4.7 Análise química do solo	47
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 COMPRIMENTO FOLIAR	49
4.2 MATÉRIA SECA FOLIAR	54
4.3 ÁREA FOLIAR	59
4.4 CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MACRONUTRIENTES	61
4.4.1 Nitrogênio	61
4.4.2 Fósforo	65
4.4.3 Potássio	68
4.4.4 Cálcio	70
4.4.5 Magnésio	72
4.4.6 Enxofre	74
4.5 CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MICRONUTRIENTES	77
4.5.1 Cobre	77
4.5.2 Ferro	79

4.5.3 Manganês	80
4.5.4 Zinco	82
4.6 ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES PELAS FOLHAS	84
4.7 ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES PELAS FOLHAS	87
4.8 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	89
4.9 INTENSIDADE DA COLORAÇÃO VERDE DA FOLHA	92
4.9.1 Leituras em clorofilômetro nas folhas (ICF)	92
4.9.2 Análise por imagem digital da parte aérea	95
4.9.3 Fitointoxicação da parte aérea	101
5 CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS	107

1 INTRODUÇÃO

O Brasil não está entre os principais produtores de grama, mas, com a realização da Copa de 2014 e das Olimpíadas de 2016 há expectativa de aumento no mercado e consumo de gramas, tanto pelo setor de esportes quanto pelo da construção civil (hotéis, aeroportos, praças, etc.), já que haverá a chegada de muitos turistas. Além disso, no País, as áreas com gramados ocupam cada vez mais espaço. A importância da inserção do verde tem sido bastante enfatizada, seja para amenizar a temperatura, embelezar o ambiente, evitar problemas como a erosão e minimizar enchentes, e até mesmo trazer conforto psíquico às pessoas.

A grama esmeralda é a mais utilizada nos jardins residenciais brasileiros, podendo ser utilizada também para evitar problemas como a erosão. Apresenta coloração verde esmeralda, resistência ao pisoteio e adapta-se bem a condições de sol pleno.

Quanto à adubação com N em gramados brasileiros já implantados ainda faltam informações, porém sabe-se que a adubação nitrogenada, além de garantir a nutrição, é essencial para a manutenção da qualidade estética (verde intenso) dos gramados. No entanto, 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, o que demanda gastos com máquinas, operadores e combustível.

Dessa forma, a utilização de reguladores de crescimento, como os herbicidas imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl (inibidores da enzima acetolactato sintase - ALS) e glyphosate (inibidor da enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase - EPSPs), seria boa opção, podendo ser utilizados 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 o regulador adequado, ou seja, aquele que propicie a redução do crescimento, mas não prejudique a densidade nem a estética (coloração verde) do gramado.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito de doses de N e o uso potencial de herbicidas como reguladores de crescimento em grama esmeralda, visando manter o gramado com boa qualidade visual (verde intenso) e nutricional bem como reduzir o seu crescimento foliar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GRAMADOS

Plantas que formam cobertura mais ou menos homogênea sobre o solo e que persistem ao corte e tráfego regulares são denominadas gramas; já gramado, refere-se à comunidade conectada das gramas e o solo aderido às raízes e outros órgãos subterrâneos (UNRUH, 2004). As gramas pertencem à família das Gramíneas, formada por mais de 10.000 espécies, mas menos de 50 podem ser utilizadas na formação de gramados (GODOY et al., 2012).

Entre os benefícios do gramado podem ser citados (JIMÉNEZ, 2008): sua ação antierosiva (limita/minimiza os riscos de erosão); recarrega os aquíferos subterrâneos (retêm a água da chuva e funciona como filtro natural, pois absorve as impurezas antes que a mesma penetre em camadas profundas do solo); proporciona redução de ruídos significativa quando comparado ao revestimento de concreto; ameniza as temperaturas, diminuindo-as em torno de 4 a 6 °C; serve como local de prática de atividades físicas de muitos cidadãos; melhora a qualidade de vida das pessoas; um quilômetro quadrado de gramado absorve aproximadamente 120 kg de CO₂ por dia e um hectare de gramado pode liberar mais de 5000 m³ de oxigênio ao ano.

Os gramados podem ser utilizados em diversos locais com diferentes propósitos (áreas residenciais, industriais e públicas – aeroportos, parques, praças; taludes e encostas; canteiros de rodovias e em campos esportivos – futebol, golfe, polo, tênis, beisebol). Em cada local, o gramado tem seu objetivo e possuiu características intrínsecas como a espécie de grama utilizada, o nível de manutenção e as técnicas adotadas (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

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 boa densidade (gramado fechado, sem falhas onde aparece o solo). Em muitos destes locais, os gramados também exercem a função de contenção de taludes e redução do risco potencial de erosão (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

As gramas ornamentais e esportivas, segundo Gurgel (2003), são classificadas em dois grandes grupos, a saber: gramas de clima quente e gramas de clima frio. As consideradas de clima frio apresentam propagação via semente com ótimo poder de germinação, verde intenso, respondem bem a adubação e a maioria é utilizada especificamente em sistema de

‘overseeding’ (semeadura sobre outra grama pré-estabelecida). São utilizadas no Brasil somente em situações específicas, 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 afetada pela baixa temperatura e menor insolação (LAURETTI, 2003; GURGEL, 2003).

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

As variedades estoloníferas são gramas sensíveis ao pisoteio, não devendo ser usadas em gramados esportivos nem em áreas de tráfego intenso, pois isto irá danificar os estolões (base do crescimento), que são superficiais. Possuem capacidade de se desenvolverem em áreas bem 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 bem para áreas ornamentais, pois possuem tom verde mais forte do que as gramas rizomatosas, se for considerado o mesmo estado nutricional para ambas; exemplos são as gramas Santo Agostinho (*Stenotaphrum secundatum*) e São Carlos (*Axonopus compressus*) (GURGEL, 2003).

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

Segundo Gurgel (2012), no Brasil, a evolução do mercado de grama é pequena, levando em conta as dimensões do País. O consumidor final é pouco informado sobre como manejar seu gramado, qual o melhor tipo e variedade de grama para cada situação, e onde buscar informações sobre o assunto. Assim, o autor considerou 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).

Nesse sentido, reunidos no SIGRA (V Simpósio sobre Gramados), realizado em Botucatu no ano de 2010, os gramicultores organizaram-se para executar conjunto de atividades a favor da profissionalização da gramicultura brasileira, buscando amadurecimento, regularização e formalização do setor. Com isso, a partir de agosto do mesmo ano, fundou-se o projeto Grama Legal, que iniciou seus trabalhos sob o amparo jurídico da AGRABRÁS (Associação Brasileira dos Gramicultores do Brasil) e, em 2012, transformou-se na Associação Nacional Grama Legal, cujo objetivo é representar e defender os interesses do setor de gramas cultivadas no Brasil, entendendo a gramicultura como atividade e grama como produto, buscando desenvolver o setor através de atividades nacionais com os gramicultores e construindo parcerias (ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL, 2012).

Arigoni (2012) mencionou que o projeto Grama Legal trouxe mais do que a contenção dos ilegais, pois os gramicultores têm a certeza de que a cultura poderá ser desenvolvida a padrão comparável ao internacional, seguindo exemplos e se dedicando com seriedade à elevação da qualidade de toda a cadeia. De acordo com a autora, no Brasil, são cerca de 200 produtores de grama produzindo cerca de 20 variedades, dentre elas: grama esmeralda, São Carlos, Santo Agostinho, Esmeralda Imperial, Bermudas, entre outras.

Em termos de comparação, em 2007, nos Estados Unidos, a área cultivada com grama era de 166 mil hectares (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2009), bem superior à área do Brasil, que embora não figure entre os principais produtores mundiais, tem mostrado que o setor está em pleno crescimento, com aproximadamente 17 mil hectares cultivados, sendo que 43% da produção nacional encontram-se no estado de São Paulo e 74% das gramas cultivadas são esmeralda (ZANON; PIRES, 2010; GODOY et al., 2012). São 10 mil hectares produzidos por ano (faturamento de R\$ 300 milhões) e 80% das vendas são de grama esmeralda. O setor que mais compra é o da construção civil (áreas de paisagismo e de

proteção e segurança de áreas drenantes) e a área esportiva é responsável por apenas 5% das compras (CANAL RURAL, 2013).

Segundo Godoy, Villas Bôas e Backes (2012), há expectativa de aumento do mercado, pela cadeia de produção de gramas, em função da realização da Copa do Mundo em 2014 e das Olimpíadas em 2016, no Brasil, devido aos investimentos em infraestrutura necessários para esses eventos esportivos. Todavia, em São Paulo, no primeiro semestre de 2013, houve queda do consumo e diminuição do preço da grama, visto que outros produtores investiram na atividade, aumentando a concorrência. Somado a isso, houve desaceleração no setor de construção civil, grande consumidor do produto (GLOBO RURAL, 2013).

2.2 GRAMA ESMERALDA

A grama esmeralda é originária da Ásia, principalmente do Japão, onde a primeira referência escrita a gramados foi descrita 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, no início da década de 80, tornando-se grande sucesso no mercado pela sua facilidade de produção e qualidade de tapetes (GURGEL, 2003; GURGEL 2012).

Esta grama é a mais comercializada no País, dentre as cultivadas, desde a região sul até a nordeste, sendo utilizada na maioria dos jardins residenciais brasileiros, e também bastante usada em contenção de taludes e em áreas com potenciais problemas de erosão, em função de seu forte sistema radicular e rizomas. De ciclo perene, tem folhas estreitas e médias, dependendo da variedade; 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 1,25 a 3,0 cm do nível do solo (GURGEL, 2003; GODOY et al., 2012).

2.3 ADUBAÇÃO NITROGENADA

A nutrição e a adubação, para a maioria das culturas, são essenciais para garantir boa produtividade, no entanto, para gramados, ambas são mais importantes para as características

qualitativas e, em áreas de produção de gramas, para o tempo de formação dos tapetes (GODOY et al., 2012).

A exigência nutricional das gramas é semelhante às demais plantas, necessitando de todos os macro (N, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S)) e micronutrientes (ferro (Fe), manganês (Mn), boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn), cloro (Cl) e molibdênio (Mo)) essenciais para o seu desenvolvimento (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

O N é o nutriente exigido em maiores quantidades pelas gramas e afeta várias características importantes no manejo de gramados. Por ser nutriente estrutural, fazendo parte de várias biomoléculas nas plantas como proteínas, ácidos nucléicos e hormônios, está presente em altas concentrações, variando de 20 a 50 g kg⁻¹ (2 a 5%) nas folhas das gramas (GODOY et al., 2012), sendo responsável pela cor, vigor e adequado desenvolvimento dos gramados (JIMÉNEZ, 2008).

O manejo da adubação nitrogenada de modo correto é um dos segredos para manter o gramado com qualidade (GODOY et al., 2012). Doses elevadas de N proporcionam coloração verde mais intensa, o que é desejável no aspecto estético, no entanto, resultam em crescimento vegetativo mais rápido (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003), aumentando o número de cortes e, assim, a extração de nutrientes e o custo de manutenção do gramado (GODOY et al., 2012).

As adubações nitrogenadas devem ser realizadas na época de maior crescimento e, portanto, de maior demanda nutricional (GODOY et al., 2012). Aplicações regulares de fertilizantes nitrogenados são necessárias, pois a quantidade de N disponível na maioria dos solos é insuficiente para atender a alta exigência do gramado (BOWMAN; CHERNEY; RUFTY JUNIOR, 2002; GODOY et al., 2012).

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 boa coloração; num green de golfe a melhor dose será aquela que mantém a grama verde, mas, o ritmo de crescimento não é acelerado, pois caso contrário há maior frequência de corte para manter altura ideal que não interfira na rolagem da bolinha; já numa área de produção de tapetes de grama a melhor dose 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 vem a ser 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).

A grama *Zoysia* sp., considerada, de acordo com Carrow, Waddington e Rieke (2001), de baixa a média exigência em N, necessita, em média de 80 a 240 kg ha⁻¹ ano⁻¹, dependendo das condições citadas anteriormente.

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); e a maior parte dos trabalhos publicados pelos pesquisadores brasileiros volta-se para a produção de gramas (GODOY, 2005; BACKES, 2008; LIMA, 2009) existindo escassez de pesquisas em gramados já implantados. Pode-se inferir também que, segundo Mateus e Castilho (2012) e Amaral e Castilho (2012), por ter grande importância na qualidade do gramado, as informações técnicas sobre adubação de manutenção são ainda incipientes, pois se verifica grande variedade de recomendações empíricas e poucos trabalhos científicos publicados.

Em se tratando de adubação de manutenção, Mateus e Castilho (2004) concluíram que a aplicação de adubo em grama esmeralda é necessária, em intervalos regulares de 30 dias, para melhorar a estética do gramado, sendo que os adubos químicos testados (Floranid Eagle[®] - N total: 24% (nitríco: 3%, amoniacal: 1%, IBDU (ISODUR): 14,7%, uréico: 5,3%); P₂O₅: 10%, Fe: 1%; K₂O: 10% e Mn: 0,5% e Forth Jardim[®] - N: 13%, Mo: 0,002%, Mn: 0,08%, Ca: 0,2%, K₂O: 13%, S: 5%, B: 0,04%, Cu: 0,05%, Zn: 0,15%, Fe: 0,2% e Mg: 0,2%) tiveram comportamentos semelhantes. Em estudo em área de produção de tapetes de grama, Godoy (2005) constatou que doses de N entre 350 e 400 kg ha⁻¹ proporcionaram a produção de tapetes de grama esmeralda com boa qualidade (sem quebrar e com boa coloração) e em menor tempo, sendo que o período de formação do tapete não foi alterado pelo parcelamento das doses em três ou seis aplicações.

A análise nutricional de plantas, quando do manejo de gramados, 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 afetar características de qualidade); avaliar a eficiência dos fertilizantes aplicados; auxiliar na recomendação da adubação e monitorar o estado nutricional da planta no decorrer do ciclo (PLANK; CARROW, 2003).

Existe, para várias culturas, metodologia para coleta de folhas (qual o tipo de folha e em que época, considerando o estágio fenológico da planta, deve ser coletada); número de folhas para compor amostra a ser enviada ao laboratório, bem como tabelas para a interpretação dos resultados obtidos. No Brasil, no entanto, não há metodologia estabelecida para gramados (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). A folha é o órgão que melhor representa o estado nutricional da planta e, no caso das gramas, devido ao tamanho reduzido de suas folhas, coleta-se apenas a lâmina foliar, descartando a bainha e outras partes que possam vir junto no momento da coleta (GODOY; VILLAS BÔAS, 2006). As amostras não devem ser coletadas há menos de uma semana após a aplicação de fertilizantes ou outros produtos químicos, pois esses materiais podem contaminá-las e inviabilizar os resultados (PLANK; CARROW, 2003).

Além da análise química para avaliação do estado nutricional das plantas, diversos métodos podem ser empregados, entretanto, há de se considerar a rapidez e segurança dos mesmos. 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). Nesse sentido, o uso dessas técnicas, como o clorofilômetro e a análise da imagem digital, pode 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 utilizam essas técnicas como ferramenta em gramados já implantados, sem focar em produção, são raros.

Lima et al. (2008) e Backes et al. (2010b) verificaram, para a cultura da grama esmeralda, correlação positiva entre a concentração de N na folha e a intensidade de coloração verde medida através do clorofilômetro. O mesmo foi constatado por Amaral e Castilho (2012) em grama batatais e por Oliveira et al. (2008) em grama bermuda.

Também Godoy, Villas Bôas e Backes (2012) notaram que a concentração de N na folha e a intensidade de cor verde da grama Santo Agostinho foram influenciadas pelas doses de N (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹, divididos em três aplicações, utilizando como fonte a ureia), podendo ser utilizadas para auxiliar nas recomendações deste nutriente.

No Brasil, não existem valores de referência da concentração de nutrientes na folha (GODOY, 2005). A quantidade total acumulada de nutrientes, obtida pela multiplicação da matéria seca pela concentração do mesmo, pode possibilitar o entendimento de fatores

relacionados à nutrição mineral da cultura e, dessa forma, permitir calibrar as doses de adubos necessárias à espécie, evitando desperdícios (GODOY, 2005; GODOY; VILLAS BÔAS, 2006).

2.4 REGULADORES DE CRESCIMENTO

A alta demanda de N pelas gramas, associada a elevadas temperaturas e ao adequado suprimento de água resultam em crescimento excessivo da parte aérea, demandando maior número de cortes (ou roçadas), principal fator do custo de manutenção do gramado, e conseqüentemente, aumento da extração de nutrientes (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; GODOY et al., 2012). Apesar disso, o corte é fundamental para o desenvolvimento uniforme do gramado e cada espécie tem necessidade de altura de corte diferente (SAMPAIO, 2012). A grama esmeralda, por exemplo, deve ser cortada entre 2 a 4 cm do nível do solo, segundo o último autor citado e entre 1,25 a 3 cm, segundo Gurgel (2003).

O uso do local do gramado também deve ser levado em consideração, pois irá ditar o quão alto ou baixo o mesmo deve ser aparado. Em putting green a grama deve ser cortada a 3,9 mm ou menos, em green de campo de golfe entre menos de 3 até 5 a 6 mm e os campos de futebol entre 2 a 5 cm (TAPIA, 2003; UNRUH, 2004).

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

A operação de corte apresenta alto rendimento e excelente qualidade de trabalho, mas, implica em alto custo, como foi mencionado, e em 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, por exemplo, são usados equipamentos desenvolvidos exclusivamente para esses serviços como as roçadeiras do tipo “triton” que possuem corte vertical com rolo de facas/martelos e com carcaça de aço para não ocorrer lançamento de materiais (pedras) na pista, evitando atingir os veículos. Em taludes com declividade acentuada são feitas podas mecânicas através de roçadeiras acopladas em tratores com braços hidráulicos de diversos comprimentos (AFFONSO; FREITAS, 2003). Nessas áreas, há busca constante de soluções que propiciem redução de custo de serviços e economia de combustível, garantindo a qualidade do gramado (CORSINI; ZANÓBIA, 2003).

Nesse sentido, o uso de regulador do crescimento vegetal para gramado seria o indicado, 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), sendo este 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). Em áreas industriais seu uso minimizaria riscos de acidente em locais que podem ser considerados de atmosfera explosiva (FERREIRA, 2012).

Embora nos Estados Unidos, a utilização de reguladores vegetais em gramados é técnica bastante estudada, no Brasil, pouco se tem pesquisado. Há necessidade de estudos com reguladores de crescimento e subdoses de herbicidas para as espécies de grama cultivadas, objetivando ampliar os conhecimentos sobre a interação da seletividade e manutenção dos gramados, viabilizando recomendações eficientes e seguras, com embasamento em informações científicas geradas em condições brasileiras. Doses e épocas de aplicação visando o melhor controle de crescimento também devem ser objetos de pesquisa, pois não existe recomendação oficial e segura para o manejo de gramados pelo uso de reguladores vegetais no País (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; MACIEL et al., 2011).

Há falta de trabalhos científicos, como o de Xiao-ying et al. (2009), desenvolvido na China, que relacionem a adubação nitrogenada, tão importante em gramados, com a aplicação de reguladores de crescimento. Os autores verificaram, com base no índice de crescimento e na concentração de clorofila do gramado de Kentucky Bluegrass, que a aplicação de 20 ou 30 kg ha⁻¹ mês⁻¹ de N aplicadas por quatro meses, associada a 625 mL ha⁻¹ do trinexapac-ethyl, a cada 10 dias, diminuiu a frequência de corte do gramado, mantendo boa qualidade do mesmo.

No atual estudo, os herbicidas utilizados como reguladores de crescimento da grama esmeralda, bem como suas doses, foram escolhidos por serem utilizados em algumas pesquisas sobre gramados ornamentais presentes na literatura científica internacional (ROGERS, 1985; JOHNSON, 1990; GOATLEY JUNIOR; MADDOX; WATKINS, 1993; GOATLEY JUNIOR; MADDOX; WATKINS, 1996).

2.4.1 Inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) ou acetohidroxiácido sintase (AHAS) (Imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl)

2.4.1.1 Histórico

A classe da imidazolinonas, a qual pertence os herbicidas imazaquin e imazethapyr, foi descoberta pelos cientistas da American Cyanamid Company durante a década de 70 e, a classe das sulfonilureias, a qual pertence o herbicida metsulfuron-methyl, foi descoberta e desenvolvida inicialmente pela Du Pont a partir de 1975 e o primeiro produto comercializado foi o chlorsulfuron (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

São herbicidas de grande importância comercial, compreendendo grande parte das novas moléculas lançadas nos últimos anos ou em fase de desenvolvimento. As imidazolinonas têm sido usadas em muitas culturas e desempenham papel fundamental na produção de alimentos e fibras no mundo todo (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). O grupo das sulfonilureias é dos grupos de maior utilização em gramados para o controle de plantas daninhas (TAPIA, 2004).

O imazaquin é herbicida seletivo de ação sistêmica, de pré-emergência, sendo indicado para controle de folhas largas na cultura da soja (NORTOX, 2002). O imazethapyr também é herbicida sistêmico, de pós-emergência, controlando algumas plantas daninhas de folhas largas e estreitas na cultura da soja (BASF, 2003). O metsulfuron-methyl, composto de sulfonilureias residual, é usado como herbicida seletivo de pós e pré-emergência para controlar plantas daninhas de folhas largas, podendo ainda ser utilizado em algumas gramíneas anuais (DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES, WATER AND ENVIRONMENT, 2002).

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 série de eventos metabólicos que resultam na expressão final do herbicida 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).

Os herbicidas imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl são sistêmicos, com translocação pelo xilema e floema, e vias de absorção radicular e foliar; acumulando-se nos meristemas onde são verificados os primeiros sintomas de fitotoxicidade (BIANCHI, 2009). O mecanismo de ação é a inibição da ALS ou AHAS, enzima envolvida no processo de biossíntese dos aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina. Esta inibição interrompe a síntese proteica que, por sua vez, interfere na síntese do DNA e no crescimento celular (SHANER; SINGH, 1993; FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2005).

Quando aplicados, estes herbicidas causam rápida interrupção na translocação dos fotossintatos para os pontos de crescimento da planta (DEVINE, 1989). Dessa forma, os primeiros sintomas são verificados nas regiões meristemáticas com a interrupção do crescimento (SHANER; SINGH, 1993). Em plantas susceptíveis, dentro de sete a dez dias após a aplicação (DAA) do herbicida, ocorre a paralisação do crescimento e o desenvolvimento de clorose internerval e/ou arroxamento foliar. Folhas em emergência podem aparecer mal-formadas ou manchadas, somado a isso, pode haver inibição do crescimento das raízes laterais (OLIVEIRA JUNIOR, 2011; FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2005).

2.4.1.3 Toxicologia e comportamento no ambiente

Apresentam baixa toxicidade aos mamíferos (MONQUEIRO; CHRISTOFFOLETI; DIAS, 2000), posto que a ALS, enzima sobre a qual atuam esses herbicidas, não ocorre nos animais, os quais dependem das plantas para ingestão dos aminoácidos produzidos pela atuação da mesma (leucina, isoleucina e valina) (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Quando da aplicação do imazethapyr, recomenda-se que crianças, animais domésticos e pessoas desprotegidas sejam afastados da área por um DAA (BASF, 2003). Em humanos, o imazaquin não é bem absorvido ou bioacumulado, sendo assim, o produto é quase completamente excretado pela urina e fezes em menos de dois dias (NORTOX, 2002). Em

mamíferos, o metsulfuron-methyl é decomposto rapidamente, sendo eliminado pelo corpo. Estudos conduzidos em laboratórios com animais concluíram que o herbicida não possui efeitos adversos na reprodução e nascimento; não é cancerígeno, nem mutagênico e genotóxico (DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES, WATER AND ENVIRONMENT, 2002).

A mobilidade das imidazolinonas no solo é influenciada por diversas propriedades químicas do mesmo, sendo as mais importantes o pH e a matéria orgânica, com o teor de argila apresentando papel secundário (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Assim, sua sorção é governada principalmente pelo pH e pelos teores de matéria orgânica e argila do solo, sendo inversamente proporcional ao primeiro e diretamente proporcional aos outros dois (KRAEMER et al., 2009). Nesse sentido, Regitano, Alleoni e Tornisielo (2001) concluíram que o imazaquin apresenta maior disponibilidade e, portanto, maior potencial de lixiviação em solos com baixos teores de carbono orgânico e argila e com valores de pH acima de 6,0.

A dissipação das imidazolinonas pode se dar por fotólise tanto direta como indireta (em condições de campo, a primeira só adquire importância em solos arenosos e úmidos, e a segunda pode ser via importante em condições de solos alagados, como os da lavoura de arroz); degradação microbiana (exclusivamente aeróbica para imazethapyr); e lixiviação (diminuindo sua concentração na camada superficial do solo, acumulando-se em diferentes profundidades, podendo atingir lençóis freáticos). A hidrólise não é via de dissipação relevante para as imidazolinonas (KRAEMER et al., 2009). Seu principal mecanismo de degradação é a microbiana sob condições aeróbicas, com pequena contribuição da fotólise. Na água, a hidrólise das imidazolinonas é extremamente lenta em condições normais de pH e temperatura, por outro lado, a fotólise destes produtos na água é extremamente rápida. As perdas por volatilização são desprezíveis (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

As imidazolinonas tem longo efeito residual no solo, chegando a até 180 dias (MASCARENHAS et al., 2010). Oliveira Junior (2011) citou a segurança ambiental desses herbicidas como um dos fatores responsáveis pela sua utilização em várias culturas, no entanto, de acordo com Kraemer et al. (2009), as imidazolinonas podem contaminar águas subterrâneas e superficiais, devido a sua longa persistência no solo.

Os herbicidas pertencentes ao grupo das sulfonilureias apresentam grande variabilidade em termos de persistência no solo. Em geral, degradam-se tanto por hidrólise química quanto por degradação microbiana (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Com relação ao

metsulfuron-methyl, sua degradação química reduz conforme aumenta o pH do solo e a taxa de degradação pode ser acelerada com altas temperaturas e alto teor de umidade do solo. A mobilidade no perfil do solo é baixa em pH menor do que 6,0. Possui moderado residual no solo, com meia-vida típica de quatro semanas, podendo variar de uma a seis semanas (BIANCHI, 2009). As sulfonilureias têm baixa pressão de vapor (10^{-12} a 10^{-6} mm Hg a 25°C), tendo assim, pouca possibilidade de perda por volatilização (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Considerando o exposto, os herbicidas inibidores da ALS têm ganhado popularidade na comunidade agrícola devido à eficácia no controle de várias espécies de plantas daninhas, às baixas doses recomendadas, à baixa toxicidade aos mamíferos e à seletividade a várias culturas de importância econômica (MONQUEIRO; CHRISTOFFOLETI; DIAS, 2000; OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

2.4.1.4 Uso como regulador de crescimento

Algumas pesquisas, cujos resultados serão mensurados em seguida, relataram o uso dos herbicidas imazethapyr, imazaquin e metsulfuron-methyl como reguladores de crescimento em gramados.

Avaliando a redução do crescimento da grama batatais quando da utilização dos herbicidas imazethapyr (0, 15, 30, 45, 60 e 90 g ha⁻¹ do i. a.) e nicosulfuron (0, 6, 12, 16, 18 e 24 g ha⁻¹ do i. a.), Silva, Santos e Karam (2010) concluíram que o nicosulfuron utilizado entre 10 e 20 g ha⁻¹ do i. a., aplicado em única vez, forneceu resultado viável e satisfatório no manejo da espécie estudada, pois propiciou redução na produção de matéria seca e conservação das características visuais do gramado e, para obter o mesmo resultado doses mais altas de imazethapyr poderiam ser utilizadas, entretanto, não com a mesma eficiência.

O regulador de crescimento trinexapac-ethyl (250 g ha⁻¹) e os herbicidas clethodim e imazethapyr (ambos aplicados na dose de 12 g ha⁻¹ do i. a.), 63 DAA, apresentaram-se como os melhores retardadores do desenvolvimento vegetativo das gramas bermuda, esmeralda e São Carlos, em baixa (50% de sombreamento) e alta luminosidade (sombreamento de 0%), sendo que para gramados de bermuda e esmeralda em que a preservação da estética é fundamental, os herbicidas podem substituir o regulador testado, em função do menor dano visual (MACIEL et al., 2011). Por outro lado, estudando o herbicida imazethapyr (25, 75 e 125 g ha⁻¹ do i. a.) e o *safener* anidrido naftálico (120, 240 e 480 g ha⁻¹ do i. a.) aplicados

isolados e/ou em misturas de tanques (25 + 120, 75 + 240 e 125 + 480g ha⁻¹ do i. a. da mistura anidrido naftálico + imazethapyr) no desenvolvimento da grama batatais, Maciel et al. (2006b) concluíram que a aplicação de imazethapyr isolada e/ou em mistura com anidrido naftálico promoveu elevados níveis de injúrias na parte aérea do gramado. No entanto, a mistura anidrido naftálico + imazethapyr na dose de 125 + 480 g ha⁻¹ do i. a., resultou em maiores reduções de altura e matéria seca do gramado, sem interferir no teor de clorofila das folhas, sendo opção interessante para gramados onde o aspecto visual não é o objetivo principal de sua utilização.

O imazethapyr aplicado duas vezes na dose de 80 g ha⁻¹ do i. a., no final da primavera, inibiu o crescimento vegetativo do gramado formado com a grama batatais, previamente roçado a altura máxima de cinco cm acima do solo, por até 35 DAA, e a emissão de hastes florais por até 70 DAA. Porém, proporcionou injúrias severas, maiores que 30% (injúria inaceitável com necrose de moderada a severa). Quando aplicado em única vez (80 g ha⁻¹ do i. a.), causou injúrias equivalentes a 29 a 33%, aos 14 e 28 DAA, respectivamente, que diminuíram para 6 (42 DAA) e 3% (56 DAA) (leve descoloração) (JOHNSON, 1990).

O imazaquin (420 g ha⁻¹ do i. a.) proporcionou, em grama batatais, injúria leve (ligeira descoloração) e reduções maiores que 80% na emissão da haste floral até 56 DAA. O herbicida promoveu redução maior ou igual a 40% no crescimento quando comparado à testemunha (sem aplicação de herbicida), 28 DAA; entretanto, aos 42 e aos 56 DAA, não foram constatadas reduções quando da aplicação do herbicida, igualando-se à testemunha (GOATLEY JUNIOR; MADDOX; WATKINS, 1996). Em grama Bermuda, a utilização do imazaquin (420 g ha⁻¹ do i. a.) resultou em menor descoloração do gramado, todavia foi menos eficiente na redução do crescimento vegetativo e reprodutivo da grama quando comparado aos tratamentos contendo AC 263,222 (60 g ha⁻¹ do i. a.) (GOATLEY JUNIOR; MADDOX; WATKINS, 1993).

Com relação ao herbicida metsulfuron-methyl, Grichar e Havlak (2010) verificaram, em avaliação realizada aos 10 DAA do herbicida (14,17 g ha⁻¹ do i. a.), que o mesmo causou injúria significativa (amarelecimento) na grama Santo Agostinho, mas, foi eficiente no controle do crescimento do gramado. Rogers (1985) constatou que a aplicação do metsulfuron-methyl a 140 g ha⁻¹ do i. a. foi efetiva no controle da altura de grama batatais e não causou danos significativos. Por outro lado, Rogers, Miller e King (1987) notaram que o metsulfuron-methyl (140 g ha⁻¹ do i. a.) não causou injúria em grama bermuda nem

proporcionou grandes reduções de crescimento, principalmente quando aplicado no final do verão.

O metsulfuron-methyl, utilizado na dose de $6,0 \text{ g ha}^{-1}$ do i. a., promoveu injúrias fitotóxicas nas folhas do gramado formado pela grama batatais, em intensidades de 15,8% (21 DAA), sendo essas praticamente não mais constatadas a partir dos 28 DAA (MACIEL et al., 2006a). Também Costa et al. (2010b) constataram que o herbicida metsulfuron-methyl ($2,4 \text{ g ha}^{-1}$ do i. a.) apresentou sintoma de fitointoxicação leve na grama Santo Agostinho, por período máximo de 14 DAA, sendo que a partir desta data os sintomas desapareceram completamente.

2.4.2 Inibidor da enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase (EPSPs) (Glyphosate)

2.4.2.1 Histórico

Glyphosate é o nome comum dado para o isômero principal do N-(fosfometil) glicina ($\text{C}_6\text{H}_{17}\text{N}_2\text{O}_5\text{P}$). 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 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 excepcional 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).

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 hoje é a ferramenta não seletiva número um de milhares de donos de casa (HALTER, 2009).

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 (GALLI, 2009; VELINI et al., 2009b).

Não há, no Brasil, registro para utilização em gramados. Segundo Galli (2009), o herbicida encontra-se registrado, no País, para uso nas 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, pastagens, nas forrageiras azevém e aveia preta.

2.4.2.2 Mecanismo e modo de ação

O glyphosate inibe a enzima EPSPs, 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 (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, ácido indolacético (AIA), ácido salicílico, lignina, flavononas, isoflavononas, fenilpropanóides e cumarinas (VELINI et al., 2009a).

Há também o acúmulo de chiquimato nos vacúolos, levando à perda do controle de retroalimentação do fluxo de carbono na rota do chiquimato (FURLANI JUNIOR et al., 2009; MESCHÉDE; VELINI; CARBONARI, 2008). 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).

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 ligar-se a cátions (principalmente os bi e trivalentes) abundantes na seiva bruta. 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, seguida de necrose. Outros sintomas foliares são enrugamento ou malformações (especialmente nas áreas de rebrotamento) e necrose de meristema, rizomas e estolões de plantas perenes (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). A aplicação de glyphosate pode ainda alterar, de maneira distinta, a disponibilidade de determinados macros e micronutrientes nas plantas, entretanto, há poucos trabalhos na literatura relatando sua influência na assimilação e transporte nutricional (MESCHEDE et al., 2009).

2.4.2.3 Toxicologia e comportamento no ambiente

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 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).

O glyphosate não possui efeito residual no solo (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). 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 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 apontada como 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. 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 consiste na transformação do herbicida em ácido aminometilfosfônico (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). Neste contexto, 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, custo, aumento de produtividade, dentre outras, que tornaram o glyphosate o principal herbicida para uso em vários ambientes agrícolas e não agrícolas ao redor do mundo e ao longo de mais de 30 anos (GALLI, 2009). No Brasil, seu uso corresponde a cerca de 34% de todo defensivo agrícola comercializado (CENTENO, 2009).

2.4.2.4 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 relacionado ao aminoácido triptofano (sintetizado através da rota do ácido chiquímico na qual atua o herbicida), e ao precursor do triptofano, 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.

Alguns trabalhos envolvendo o uso de glyphosate como regulador de crescimento em gramado serão mencionados a seguir.

Em grama batatais, Leite, Correia e Braz (2010) verificaram redução do crescimento de 26,19% quando da aplicação do glyphosate (216 g ha⁻¹ do equivalente ácido (e. a.)) em relação à testemunha, sem aplicação de herbicida, aos 31 DAA.

O glyphosate (600 g ha⁻¹ do i. a.) controlou o crescimento vegetativo da grama centípede (*Eremochloa ophiuroides*) (redução de 22% na altura, em relação à testemunha), 28 DAA, no entanto, causou fitotoxicidade ao gramado, sendo constatada clorose severa

(amarelecimento intenso), com baixa densidade, apresentando-se desuniforme (FRY, 1991). Trabalho conduzido nos EUA demonstrou que o glyphosate sal isopropilamina aplicado a 200 g ha⁻¹ do i. a., no final da primavera, proporcionou a redução do crescimento do gramado formado pela grama batatais, previamente roçado a altura máxima de cinco cm acima do solo, por até 21 DAA sem causar injúrias (JOHNSON, 1990).

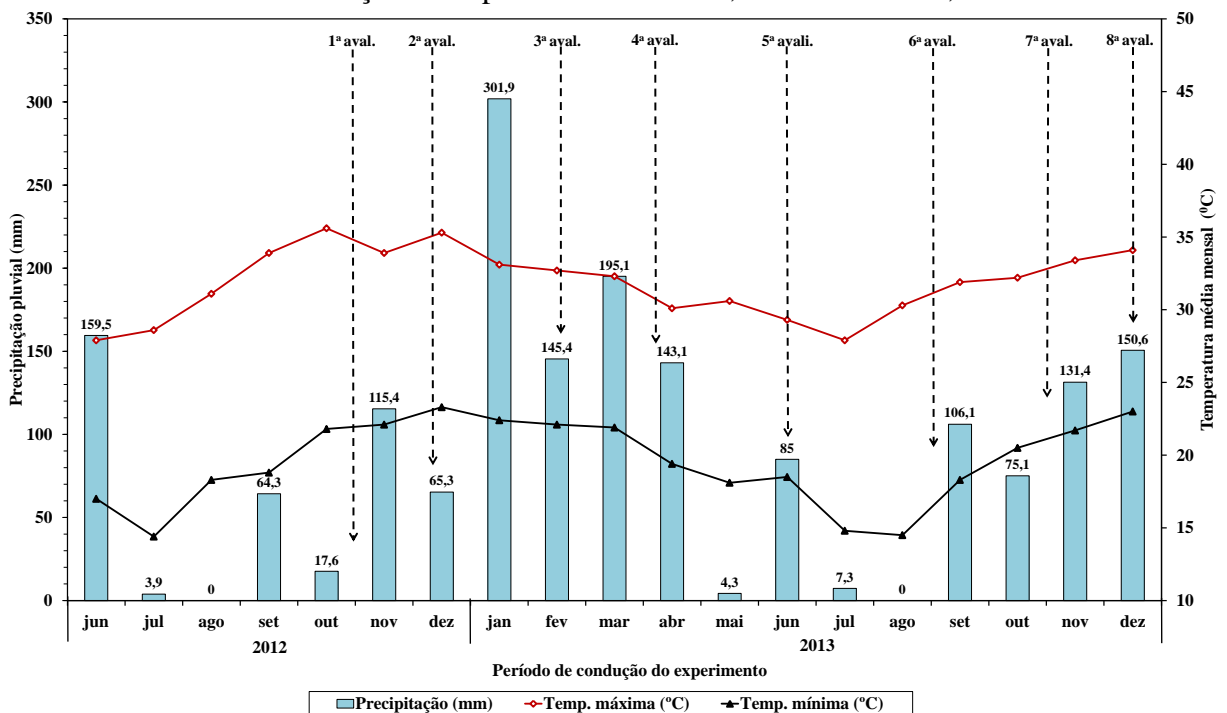
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

O experimento foi conduzido, no período de junho de 2012 a dezembro de 2013, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, com latitude 20° 22' S, longitude 51° 22' W e altitude de 330 m, no município de Ilha Solteira/SP, sendo o solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico areno-argiloso (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013).

Os dados climáticos (precipitação pluvial (mm) e temperaturas médias mínima e máxima mensal (°C)) que compreendem o período de condução do experimento foram obtidos pela estação meteorológica de Ilha Solteira, através do canal CLIMA da Unesp de Ilha Solteira – Área de Hidráulica e Irrigação e constam na Figura 1. Salienta-se que não houve a ocorrência de chuva imediatamente após a aplicação dos herbicidas nem das doses de N.

Figura 1 - Médias mensais da precipitação pluvial e temperaturas médias mínimas e máximas durante a condução do experimento. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



Fonte: Elaboração da própria autora.

Os resultados da análise química inicial do solo da área experimental (0-20 cm), segundo a metodologia de Raij et al. (2001), constam na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química inicial do solo. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012.

P resina	M. O.	pH CaCl₂	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)		----- (mmol _c dm ⁻³) -----							(%)
16	18	4,8	2,3	12	4	22	1	18,3	40,3	45
S-SO₄⁻²	B	Cu			Fe		Mn		Zn	
(mg dm ⁻³)		----- (mg dm ⁻³) -----								
10	0,33	1,6			79		21,7		4,0	

Obs.: O extrator usado para os micronutrientes foi o DTPA, exceto para o boro que foi a água quente.
Fonte: Elaboração da própria autora.

3.2 EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

Antes do plantio dos tapetes de grama esmeralda foi realizado, em 01 de junho de 2012, o controle das plantas daninhas presentes no local com glyphosate na dose de dois kg de i. a., em calda de 200 L ha⁻¹. O preparo do solo foi realizado em 08 de junho de 2012 com arado de discos, gradagem leve e posterior nivelamento.

A calagem foi realizada em 09 de junho de 2012, aplicando-se a lanço sobre a superfície do solo a dose de 1,2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT de 85%), visando elevar a saturação por bases (V%) a 70% (GODOY et al., 2012), sendo o calcário incorporado a 20 cm de profundidade.

Após a calagem, em 10 de julho de 2012, e antes da implantação do gramado foi realizada a adubação com P e K, utilizando como fonte o superfosfato triplo (45% de P₂O₅) e o cloreto de potássio (60% de K₂O), respectivamente. Utilizou-se a dose de 10 g m⁻² ano⁻¹ para P₂O₅ e K₂O, aplicada em única vez.

Em 01 de agosto de 2012, foi realizada a análise química do solo (0-20 cm) segundo a metodologia de Raij et al. (2001) (Tabela 2).

As parcelas foram delimitadas com estacas de madeiras e separadas entre si por carreador de 0,5 m, antes do plantio dos tapetes de grama esmeralda.

Tabela 2 - Análise química do solo realizada antes da implantação dos tratamentos e após a calagem. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/2013.

P resina	M. O.	pH CaCl₂	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)		----- (mmol _c dm ⁻³)-----						(%)	
26	17	6,6	2,7	28	22	11	0	52,7	63,7	83
S-SO₄⁻²	B	Cu	Fe	Mn	Zn					
(mg dm ⁻³)	----- (mg dm ⁻³)-----									
2,5	0,11	1,1	35	6,2	2,2					

Obs.: O extrator usado para os micronutrientes foi o DTPA, exceto para o boro que foi a água quente.
Fonte: Elaboração da própria autora.

O manejo da irrigação por aspersão foi realizado de acordo com a evapotranspiração da cultura e com o método de Penman-Monteith, utilizando-se o Kc de 0,94 (SILVA, 2004). O teste de uniformidade de precipitação foi feito através do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC). Na montagem do sistema de irrigação foram utilizados tubos de seis metros de comprimento com diâmetro nominal de 50 mm e aspersores modelo Agropolo NY 25 de bocal de 3,00 x 0,00 mm, 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.

A grama esmeralda foi plantada por tapetes (63 x 40 cm) em 03 de agosto de 2012. Após a implantação, o gramado foi irrigado, com a finalidade de favorecer o seu enraizamento e o estabelecimento da cultura. O início da aplicação dos tratamentos (doses de N e herbicidas) foi realizado aos 45 dias após a implantação, quando o gramado estava bem formado, ou seja, enraizado.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com 20 tratamentos dispostos em fatorial 5 x 4 com quatro repetições, sendo 10 m² por parcela. Os tratamentos constituíram-se por quatro herbicidas (reguladores de crescimento): glyphosate, imazethapyr, imazaquin e metsulfuron-methyl, aplicados nas doses de 200; 80; 420 e 140 g ha⁻¹ do i. a., respectivamente, e a testemunha (sem aplicação de herbicida); e quatro doses de N: 0, 5, 10 e

20 g m⁻², parceladas em cinco aplicações durante o ano. As doses de N utilizadas neste experimento foram baseadas no trabalho de conclusão de curso de Dinalli (2011), que utilizou a dose de 10 g m⁻² de N e verificou que a mesma propiciou concentrações de nutrientes adequadas ao desenvolvimento da grama esmeralda. A fonte de N utilizada foi a ureia (45% de N), aplicada manualmente logo após o corte do gramado (Figura 2).

Figura 2- Aplicação das doses de N. A - Medidas utilizadas; B - recipiente contendo o fertilizante (ureia); C e D - Aplicação manual à lanço. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.



Fonte: Elaboração da própria autora.

As doses de N foram aplicadas em: 16/09/2012, 30/10/2012, 06/01/2013, 23/02/2013, 14/04/2013 (referentes ao primeiro ano de condução do experimento), e em 05/07/2013, 14/09/2013 e 01/11/2013 (referentes ao segundo ano de condução do experimento). Após cada adubação, o gramado foi irrigado visando diminuir as perdas por volatilização do N.

Os herbicidas foram aplicados 15 dias após as adubações, 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 doses de herbicidas utilizadas foram baseadas em trabalhos encontrados na literatura científica. As aplicações foram realizadas no período da manhã, em condições de temperaturas amenas, utilizando-se de pulverizador costal pressurizado a base de CO₂ provido de tanque com capacidade de dois litros (garrafas descartáveis), com barra de quatro pontas anti-gotejo espaçadas de 0,50 m, modelo 80.02, sendo o consumo de calda equivalente a 200 L ha⁻¹ e a pressão de serviço de três psi (Figura 3).

Durante a aplicação, as parcelas foram protegidas lateralmente com lona plástica, com o objetivo de evitar deriva de calda pulverizada para as parcelas adjacentes. As aplicações de herbicidas ocorreram em 30/09/2012, 13/11/2012, 21/01/2013, 08/03/2013, 14/05/2013 (referentes ao primeiro ano de condução do experimento), e em 05/08/2013, 27/09/2013 e 16/11/2013 (referentes ao segundo ano de condução do experimento).

As avaliações, que serão descritas posteriormente, foram feitas a cada 30 dias após a aplicação dos herbicidas. Após as coletas de material vegetal, foram realizados cortes no 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 três cm do nível do solo (Figura 4).

Após os cortes, foram realizadas as adubações com N, e depois de 15/30 dias (de acordo com a época da mesma) a aplicação dos herbicidas. Depois de 30 dias da aplicação dos herbicidas, as análises foram novamente efetuadas e, assim, sucessivamente.

3.4 AVALIAÇÕES

Os dados apresentados referem-se à primeira, segunda, terceira, quarta, quinta (referentes ao primeiro ano de condução do experimento), sexta, sétima e oitava avaliações (referentes ao segundo ano de condução do experimento), realizadas em 30/10/2012, 15/12/2012, 22/02/2013, 08/04/2013, 14/06/2013, 05/09/2013, 27/10/2013 e 16/12/2013, respectivamente.

Figura 3- Aplicação dos herbicidas. A - Bomba costal pressurizada a CO₂; B - garrafas descartáveis de dois litros; C - Pressão de serviço de três psi e D - aplicação dos herbicidas. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.



Fonte: Elaboração da própria autora.

3.4.1 Comprimento foliar

Foram analisadas 15 folhas por parcela, medidas com régua milimetrada em distância vertical entre a superfície do solo e a ponta da folha, obtendo-se valor médio.

3.4.2 Matéria seca foliar

Foi determinada, coletando-se rente ao solo, com tesoura manual, matéria verde das

Figura 4 - Máquina (roçadeira) utilizada no corte do gramado. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



Fonte: Elaboração da própria autora.

folhas das plantas contidas em um m^2 , com três repetições por parcela para composição de amostra composta, sendo esta acondicionada em sacos de papel pardo, devidamente identificados e levada à estufa a $65^{\circ}C$, por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas e os valores apresentados em $g\ m^{-2}$.

3.4.3 Área foliar

Coletaram-se, 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. Após, 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).

A área foliar foi determinada na quarta, quinta, sexta, sétima e oitava avaliações.

3.4.4 Intensidade da coloração verde da folha

3.4.4.1 Leituras em clorofilômetro nas folhas (ICF)

As medidas foram realizadas com o auxílio de 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). Foram avaliadas 15 folhas por parcela, coletadas manualmente. As medidas foram realizadas em laboratório, em função do tamanho reduzido das folhas da grama e da dificuldade de manuseio (GODOY, 2005; LIMA, 2009). As folhas foram coletadas no período da manhã, colocadas em sacos de papel pardo 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, sendo realizada, no meio da lâmina foliar, uma medida por folha.

3.4.4.2 Análise por imagem digital da parte aérea

Foi utilizada a metodologia presente no trabalho de Godoy (2005). Nesta pesquisa, as imagens digitais foram obtidas de câmera digital Sony DSC-W55, 7.2 mega pixels fixada na extremidade de estrutura construída na forma de “L” invertido para que as imagens fossem obtidas paralelamente à superfície do gramado, em mesma altura (1,6 m), evitando a sombra do fotógrafo, ou de qualquer parte da câmera. 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[®] 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.

O componente verde (G), a matiz da cor verde (H) e o ICVE da imagem digital foram calculados na quinta, sexta, sétima e oitava avaliações. Sendo também determinados na oitava avaliação, aos 7, 15 e 45 dias após a adubação nitrogenada.

3.4.4.3 Fitointoxicação da parte aérea

Foi avaliada, por três pessoas, por meio de notas visuais (0-100%), onde “0%” corresponde 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, adotou-se a metodologia de Costa et al. (2010a), 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). Salienta-se que o foco dessa avaliação foi verificar possíveis modificações na coloração verde da grama quando os herbicidas foram aplicados.

3.4.5 Concentração foliar de macro e micronutrientes

Após a obtenção da matéria seca foliar, 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 descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

3.4.6 Acúmulo de macro e micronutrientes pelas folhas

Foi calculado pela multiplicação entre os valores da matéria seca foliar e a concentração de macro e micronutrientes nas folhas dos respectivos tratamentos, considerando as oito avaliações.

3.4.7 Análise química do solo

Foram coletadas, no final do experimento, seis amostras simples por parcela na profundidade de 0-20 cm, com a utilização de trado de rosca. As amostras foram homogeneizadas, acondicionadas em sacos plásticos identificados, colocadas para secar ao ar livre, passadas em peneira de dois mm e levadas 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).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados quanto à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias dos herbicidas e regressão polinomial para doses de N, utilizando-se para análise estatística o programa SISVAR (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPRIMENTO FOLIAR

Os valores do comprimento da grama esmeralda aumentaram linearmente com o aumento das doses de N, na segunda, terceira, quinta, sexta e sétima avaliações (Tabela 3 e Figuras 5 A e B). Backes et al. (2010a) também constataram que as doses mais elevadas de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹, aplicadas em única vez) fornecidas com o lodo de esgoto promoveram maior crescimento da grama esmeralda em relação ao tratamento que não recebeu N. No entanto, em gramados ornamentais 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 de nutrientes e o custo de manutenção do gramado (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004; BACKES, 2008; GODOY et al., 2012). Além disso, segundo Unruh (2004), o corte das folhas é estresse para a planta, podendo ocasionar o desenvolvimento de doenças, diminuição no armazenamento de carboidratos e do crescimento das raízes e rizomas.

Na segunda avaliação houve diferença dos valores do comprimento da grama em relação à testemunha, quando da aplicação dos herbicidas (Tabela 3). O menor valor foi verificado com a aplicação do metsulfuron-methyl, herbicida este que se mostrou, juntamente com o glyphosate e o imazethapyr, eficiente no controle do crescimento do gramado, com redução de 26,9; 20,5 e 16,7% do comprimento da folha, respectivamente, em relação à testemunha. Rogers (1985) notou que a aplicação do metsulfuron-methyl (140 g ha⁻¹ do i. a.) foi efetiva no controle da altura da grama bermuda, corroborando com os resultados do presente estudo, para a grama esmeralda. Em gramado formado pela grama batatais, Maciel et al. (2006b) também constataram, aos 28 DAA do imazethapyr (25, 75 e 125 g ha⁻¹ do i. a.), valores de altura de, respectivamente, 5,54; 5,53 e 5,56 cm, diferindo do valor verificado para a testemunha, no mesmo período, que foi de 6,64 cm.

Em trabalho desenvolvido por Fry (1991), o glyphosate (600 g ha⁻¹ do i. a.) também suprimiu o crescimento vegetativo da grama centípede (*Eremochloa ophiuroides*), com redução de 22% na altura em relação à testemunha, 28 DAA. Leite, Correia e Braz (2010) constataram, aos 31 DAA, que a inibição do crescimento da grama batatais comparado à testemunha quando da utilização de glyphosate, aplicado quatro dias após o corte do gramado

Tabela 3 - Valores médios do comprimento foliar da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Comprimento (cm)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	4,3	6,0 ^{**}	5,0 ^{**}	5,3
	1	4,6	6,4	5,4	6,0
	2	4,5	6,9	5,8	6,3
	4	4,7	7,1	6,1	6,9
Herbicidas	Testemunha	4,5 a	7,8 a	5,5 a	6,8
	Imazaquin	4,3 a	6,8 ab	5,9 a	5,9
	Imazethapyr	4,6 a	6,5 bc	5,7 a	6,2
	Glyphosate	4,6 a	6,2 bc	5,4 a	5,8
	Metsulfuron-methyl	4,5 a	5,7 c	5,4 a	5,8
D.M.S. (5%)		0,6	1,0	0,8	0,7
C.V. (%)		10,83	13,47	11,78	10,14
F_{Doses x Herbicidas}		1,12 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,65 ^{ns}	5,02 ^{**}
Tratamentos		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	4,8 ^{**}	4,6 ^{**}	4,7 ^{**}	5,7
	1	5,5	5,2	5,2	6,1
	2	5,8	5,5	5,7	6,1
	4	6,4	5,4	5,7	6,9
Herbicidas	Testemunha	5,7 a	5,1 a	5,5 a	6,6
	Imazaquin	6,0 a	5,2 a	5,4 a	6,2
	Imazethapyr	5,8 a	5,1 a	5,3 a	6,2
	Glyphosate	5,3 a	5,2 a	5,2 a	6,0
	Metsulfuron-methyl	5,3 a	5,2 a	5,2 a	6,1
D.M.S. (5%)		0,8	0,6	0,8	0,7
C.V. (%)		12,30	9,39	13,18	9,75
F_{Doses x Herbicidas}		1,20 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,54 ^{ns}	2,61 [*]

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

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

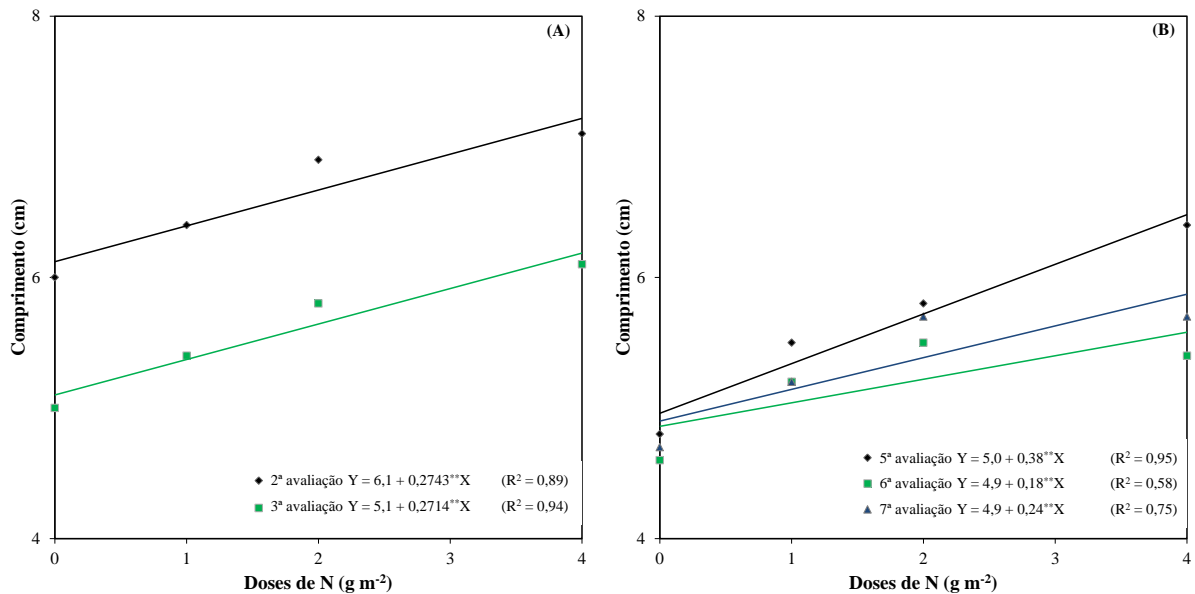
Fonte: Elaboração da própria autora.

(216 g ha⁻¹ de e. a.) foi de 26,19%. Esses resultados demonstraram como no presente estudo, a potencialidade destes herbicidas como reguladores de crescimento em gramados.

Goatley Junior, Maddox e Watkins (1996) verificaram que o imazaquin (420 g ha⁻¹ do i. a.) promoveu redução maior ou igual a 40% no crescimento da grama batatais, se comparado com o controle, 28 DAA; resultado que difere do obtido na presente pesquisa para a grama esmeralda, posto que a aplicação de imazaquin não propiciou valor de comprimento foliar significativamente menor que o da testemunha.

Na quarta e oitava avaliações houve interação entre as doses de N e os herbicidas aplicados, para a variável comprimento foliar (Figuras 6 A e B e Tabela 4). Em ambas, notou-

Figura 5 - Valores médios do comprimento foliar da grama esmeralda em função das doses de N. 2^a e 3^a avaliações (A) e 5^a, 6^a e 7^a avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



** - significativo a 1% pelo teste F.

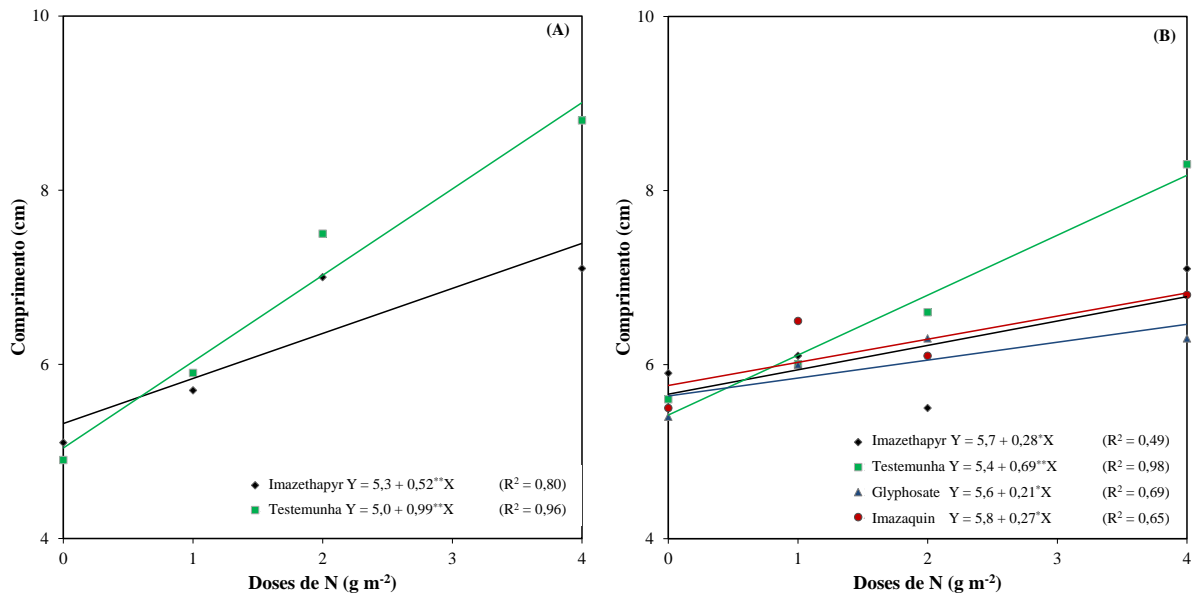
Fonte: Elaboração da própria autora.

se, para a testemunha (sem aplicação de herbicida) e quando da aplicação de imazethapyr, aumento linear do valor do comprimento foliar da grama com o aumento das doses de N, sendo que na oitava avaliação o mesmo foi verificado quando os herbicidas imazaquin e glyphosate foram aplicados.

Na quarta avaliação, o maior valor para a testemunha foi de 8,8 cm (4 g m⁻² de N), ou seja, aumento de 79,6% em relação ao valor do comprimento da grama não adubada (4,9 cm), e para a aplicação de imazethapyr foi de 7,1 cm (4 g m⁻² de N), aumento de 39,2% em relação ao comprimento da grama que não recebeu adubação nitrogenada (5,1 cm) (Figura 6A). Essa menor porcentagem de aumento quando da aplicação do herbicida indicou a existência do potencial do mesmo para ser utilizado como regulador de crescimento em gramados, como verificado por Maciel et al. (2006b) e por Johnson (1990) que verificou que o imazethapyr (aplicado duas vezes na dose de 80 g ha⁻¹ do i. a.) controlou o crescimento vegetativo da grama batatais por 35 DAA.

Na oitava avaliação, o maior valor, para a testemunha foi de 8,3 cm (4 g m⁻² de N), ou seja, aumento de 48,2% em relação ao valor do comprimento da grama não adubada (5,6 cm); para a aplicação imazaquin foi de 6,8 cm (4 g m⁻² de N), aumento de 23,6% em relação ao comprimento da grama que não recebeu adubação nitrogenada (5,5 cm); para o imazathapyr

Figura 6 - Valores médios do comprimento foliar da grama esmeralda em função das doses de N obtidos do desdobramento, para quarta (A) e oitava (B) avaliações, entre a aplicação de doses de N dentro dos herbicidas. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



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

Fonte: Elaboração da própria autora.

Tabela 4 - Valores médios do comprimento foliar da grama esmeralda obtidos do desdobramento para quarta e oitava avaliações, entre a aplicação de herbicidas dentro das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Quarta avaliação					
Doses de N (g m ⁻²)	Testemunha	Imazaquin	Imazethapyr	Glyphosate	Metsulfuron-methyl
0	4,9	6,1	5,1	5,1	5,5
1	5,9	5,7	5,7	6,4	6,2
2	7,5 a	6,0 bc	7,0 ab	5,4 c	5,4 c
4	8,8 a	6,0 b	7,1 b	6,4 b	6,1 b
D.M.S. (5%)			1,4		
Oitava avaliação					
Doses de N (g m ⁻²)	Testemunha	Imazaquin	Imazethapyr	Glyphosate	Metsulfuron-methyl
0	5,6	5,5	5,9	5,4	6,0
1	6,0	6,5	6,1	6,0	6,2
2	6,6	6,1	5,5	6,3	6,2
4	8,3 a	6,8 b	7,1 ab	6,3 b	6,2 b
D.M.S. (5%)			1,4		

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

Fonte: Elaboração da própria autora.

foi de de 7,1 cm (4 g m^{-2} de N), aumento de 20,3% em relação ao comprimento da grama que não recebeu adubação nitrogenada (5,9 cm) e quando o glyphosate foi aplicado, foi de 6,3 cm (4 g m^{-2} de N), aumento de 16,7% em relação ao comprimento da grama que não recebeu adubação nitrogenada (5,4 cm) (Figura 6B). As menores porcentagens de aumento, nesta avaliação, foram constatadas com a aplicação do imazethapyr e do gyphosate. Demonstrando haver existência de uso potencial destes herbicidas como reguladores de crescimento em gramados, sendo que para o primeiro o mesmo foi constatado na quarta avaliação; por Maciel et al. (2006b) e por Johnson (1990) e para o segundo por Fry (1991) e por Leite, Correia e Braz (2010).

Nas doses de 2 e de 4 g m^{-2} de N houve diferença dos valores do comprimento quando da aplicação dos herbicidas, na quarta avaliação (Tabela 4). Para a dose de 2 g m^{-2} de N, os menores valores foram obtidos quando foram aplicados os herbicidas glyphosate e metsulfuron-methyl e imazaquin quando comparados ao valor da testemunha. Nesta dose, a redução do comprimento com relação à testemunha foi de 20% para o imazaquin e de 28% para o glyphosate e metsulfuron-methyl. Para a maior dose de N utilizada, todos os herbicidas mostraram-se eficientes no controle do crescimento da grama em relação à testemunha. As porcentagens de redução foram de 31,8 (imazaquin); 19,3 (imazethapyr); 27,3 (glyphosate) e 30,7 (metsulfuron-methyl).

Na oitava avaliação, dentro da dose de 4 g m^{-2} de N houve diferença dos valores do comprimento quando da aplicação dos herbicidas imazaquin, glyphosate e metsulfuron-methyl, os quais propiciaram os menores valores em relação à testemunha (Tabela 4). As porcentagens de redução foram de 18,1 (imazaquin), 24,1 (glyphosate) e de 25,3 (metsulfuron-methyl).

A literatura científica não apresenta resultados de trabalhos que enfoquem a adubação nitrogenada associada à aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento em gramas, portanto, é difícil confrontar dados referentes às interações (doses de N e herbicidas) como a obtida nesta pesquisa. Mas, a redução do comprimento proporcionada pelos herbicidas pode ser justificada enfocando o seu mecanismo e modo de ação no vegetal, já que os herbicidas imazaquin, imazethapyr e metsulfuron-methyl inibem a enzima ALS, interferindo na síntese do DNA e no crescimento celular (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998; FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2005; OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

O glyphosate atua na rota do ácido chiquímico, inibindo a enzima EPSPs e, a produção do AIA, um dos hormônios responsáveis pelo crescimento, é completamente dependente da rota do ácido chiquímico. Dessa forma, alterações 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). Tais assertivas explicam a redução do crescimento do gramado quando o glyphosate foi aplicado.

4.2 MATÉRIA SECA FOLIAR

Houve aumento linear dos valores de matéria seca foliar com o aumento das doses de N na primeira, segunda, quinta, sexta, sétima e oitava avaliações (Tabela 5 e Figuras 7 A e B). O mesmo foi verificado por Backes et al. (2010a) que constataram, em área de produção de grama esmeralda, efeito linear crescente para a fitomassa seca de folhas + caule em função das doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, aplicadas em única vez) e por Fonseca, Rosa e Fontana (2002), em estudo com a grama batatais, que notaram 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 (200 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento, utilizando como fonte o sulfato de amônio).

Os resultados verificados neste estudo comprovaram o efeito do N no crescimento da parte aérea das plantas e demonstraram associação entre as doses de N e a produção de matéria seca (OLIVEIRA et al., 2010a; FONSECA; ROSA; FONTANA, 2002), o que pode ser enfatizado pela correlação positiva entre os valores de comprimento e matéria seca foliar ($r = 0,96^{**}$), considerando os dados das oito avaliações. Mas, a maior quantidade de matéria seca também não é resultado desejável para gramados com função ornamental, pois esse aumento eleva a necessidade de cortes para a manutenção da estética dos mesmos (AMARAL; CASTILHO, 2012) e, conseqüentemente, há maior gasto com manutenção (máquinas, operadores e combustível).

Os valores de matéria seca diferiram quando da aplicação dos herbicidas em relação à testemunha, na segunda avaliação (Tabela 5). O menor valor foi obtido com a aplicação do metsulfuron-methyl (43,7 g m⁻²) em relação à testemunha (64,6 g m⁻²). Resultado semelhante foi obtido por Rogers (1985) em gramado formado pela grama bermuda, 28 DAA do

Tabela 5 - Valores médios da matéria seca foliar da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Matéria Seca Foliar (g m ⁻²)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	26,7 ^{**}	42,8 ^{**}	87,2	68,2
	1	32,2	54,9	120,0	96,3
	2	34,4	55,5	105,0	84,6
	4	41,7	71,7	111,7	126,0
Herbicidas	Testemunha	33,3 a	64,6 a	112,5	98,8
	Imazaquin	33,3 a	61,1 a	104,9	106,8
	Imazethapyr	31,2 a	59,7 a	113,9	98,5
	Glyphosate	33,3 a	50,7 ab	97,9	81,8
	Metsulfuron-methyl	37,5 a	43,7 b	100,7	82,8
D.M.S. (5%)		8,8	14,7	21,4	27,7
C.V. (%)		22,20	22,44	17,26	25,23
F_{Doses x Herbicidas}		0,44 ^{ns}	1,27 ^{ns}	2,25 [*]	2,52 [*]
Tratamentos		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	76,4 [*]	50,1 ^{**}	42,9 ^{**}	54,1 ^{**}
	1	90,0	59,6	58,5	59,9
	2	90,3	86,5	55,7	72,0
	4	100,7	92,9	63,2	79,3
Herbicidas	Testemunha	94,5 a	68,7 a	57,6 a	72,6 a
	Imazaquin	100,9 a	78,4 a	54,0 a	67,4 a
	Imazethapyr	95,6 a	67,8 a	57,8 a	55,9 a
	Glyphosate	81,4 a	75,7 a	51,2 a	65,3 a
	Metsulfuron-methyl	74,5 a	70,6 a	54,8 a	70,4 a
D.M.S. (5%)		36,9	13,8	21,1	25,3
C.V. (%)		35,35	16,39	16,93	15,87
F_{Doses x Herbicidas}		0,54 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,27 ^{ns}

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

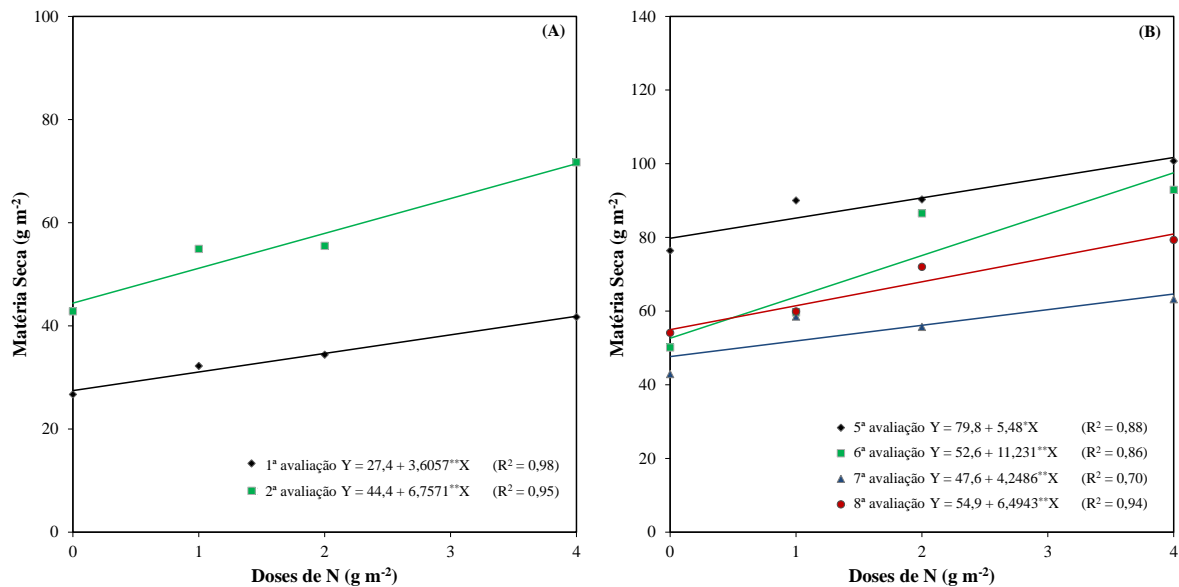
ns; *,** - não significativo; significativo a 5 e 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

metsulfuron-methyl (140 g ha⁻¹ do i. a.). Por outro lado, Costa et al. (2010a) notaram, 49 DAA, aumento da matéria seca da grama esmeralda que recebeu a aplicação do metsulfuron-methyl (2,4 g ha⁻¹ do i. a.) em relação à testemunha (sem aplicação).

Ocorreu interação entre as doses de N e os herbicidas aplicados na terceira e quarta avaliações (Figuras 8 A e B e Tabela 6). Os valores de matéria seca foliar aumentaram linearmente com o aumento das doses de N para a testemunha e com a aplicação de imazaquin, na terceira avaliação (Figura 8A). Este aumento, quando da aplicação da maior dose de N (4 g m⁻²) em relação à ausência da adubação nitrogenada foi, respectivamente, de 43,7 e 65,6%, para a testemunha e o imazaquin, indicando que os valores de matéria seca do

Figura 7 - Valores médios da matéria seca foliar da grama esmeralda em função das doses de N. 1ª e 2ª avaliações (A) e 5ª, 6ª, 7ª e 8ª avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



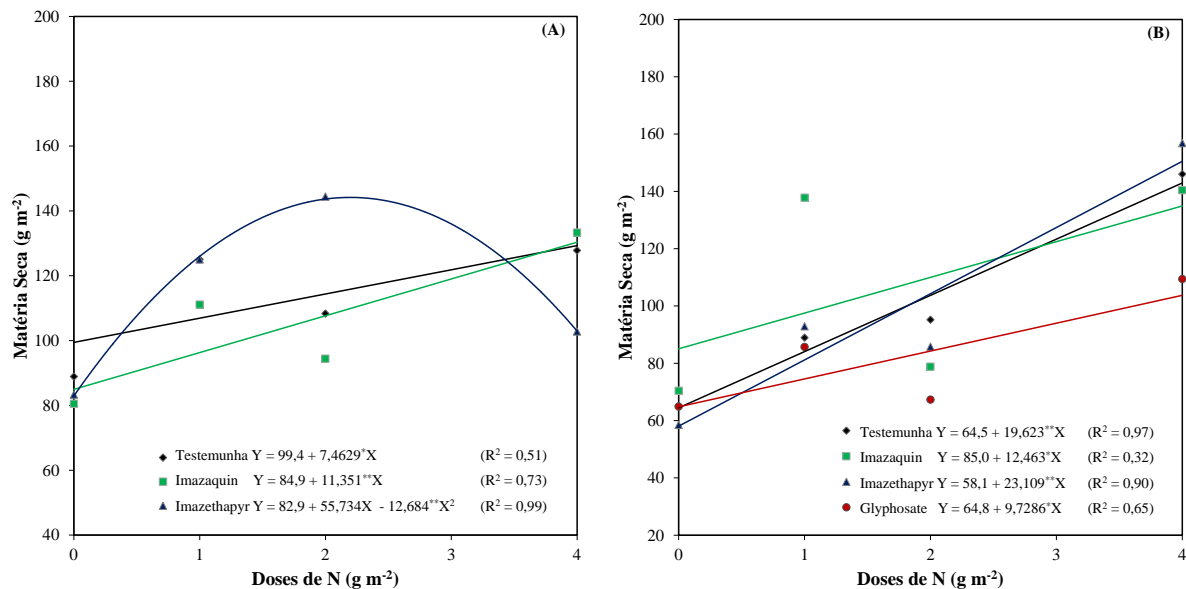
*,** - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Elaboração da própria autora.

gramado tiverem maior influência da adubação nitrogenada associada à aplicação do herbicida em comparação com a não aplicação (testemunha). Nesse caso pode-se inferir ainda, a provável ocorrência do efeito hormese, ou seja, quando o herbicida utilizado em subdoses estimula o desenvolvimento da planta (SILVA et al., 2012), o que para gramados ornamentais não é desejável. Quando da aplicação do imazethapyr houve ajuste quadrático dos valores de matéria seca com relação às doses de N, sendo a maior produtividade estimada de 144,1 g m⁻², com a dose de 2,2 g m⁻² de N (Figura 8A).

Os valores de matéria seca foliar da grama que não recebeu aplicação de herbicida (testemunha) e das que receberam a aplicação de imazaquin, de imazethapyr e de glyphosate aumentaram linearmente com o aumento das doses de N, na quarta avaliação (Figura 8B). Ressalta-se que esse aumento proporcionado pelo imazaquin também ocorreu na terceira avaliação (Figura 8A). Verificaram-se, para a maior dose de N (4 g m⁻²), aumentos nos valores de matéria seca em relação à grama que não recebeu N de, respectivamente, 124,3; 99,4; 168,0 e 68,6%, para a testemunha, imazaquin, imazethapyr e glyphosate. Notou-se a possível potencialidade do glyphosate em controlar esse aumento em relação aos demais herbicidas e a testemunha, já que este propiciou a menor porcentagem de aumento.

Figura 8 - Valores médios de matéria seca foliar da grama esmeralda em função das doses de N obtidos do desdobramento, para terceira (A) e quarta (B) avaliações, entre a aplicação de doses de N dentro dos herbicidas. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



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

Fonte: Elaboração da própria autora.

Tabela 6 - Valores médios da matéria seca de folhas da grama esmeralda obtidos do desdobramento para terceira e quarta avaliações, entre a aplicação dos herbicidas dentro das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Terceira avaliação					
Doses de N (g m ⁻²)	Testemunha	Imazaquin	Imazethapyr	Glyphosate	Metsulfuron-methyl
0	88,9	80,5	83,3	83,3	100,0
1	125,0	111,1	125,0	119,4	119,4
2	108,3 a	94,4 b	144,4 ab	88,9 b	88,9 b
4	127,8	133,3	102,8	100,0	94,4
D.M.S. (5%)	42,7				
Quarta avaliação					
Doses de N (g m ⁻²)	Testemunha	Imazaquin	Imazethapyr	Glyphosate	Metsulfuron-methyl
0	65,1	70,4	58,5	64,9	81,9
1	88,9 ab	137,8 a	92,9 ab	85,7 ab	76,4 b
2	95,2	78,8	85,8	67,3	95,9
4	146,0 a	140,4 a	156,8 a	109,4 ab	77,1 b
D.M.S. (5%)	55,3				

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

Fonte: Elaboração da própria autora.

Na terceira avaliação, houve diferença quanto aos valores de matéria seca quando da aplicação dos herbicidas em relação à testemunha, na dose de 2 g m^{-2} de N (Tabela 6). Os menores valores foram obtidos com a aplicação dos herbicidas imazaquin, glyphosate e metsulfuron-methyl. O imazaquin proporcionou redução dos valores de matéria seca foliar de 12,8%, o glyphosate e o metsulfuron-methyl de 17,9%, quando comparados ao valor da testemunha. Esses herbicidas demonstraram potencial na redução dos valores de matéria seca foliar do gramado como verificado por Leite, Correia e Braz (2010) aos 71 DAA, onde o glyphosate (216 g ha^{-1} do e. a.) propiciou redução nos valores de matéria seca da grama batatais de 18,7% em relação à testemunha; por Costa et al. (2010b) que aplicaram o herbicida metsulfuron-methyl ($2,4 \text{ g ha}^{-1}$ do i. a.) em grama Santo Agostinho, constatando redução na matéria seca das plantas (cerca de 70%) em relação à testemunha, aos 49 DAA e por Rodrigues-Costa et al. (2011) que notaram redução dos valores de matéria seca da *Brachiaria decumbens* em torno de 49,20% quando da aplicação do imazaquin (150 g ha^{-1} do i. a.), 45 DAA. Deve-se salientar que os trabalhos mencionados não relacionaram a aplicação desses herbicidas à adubação nitrogenada.

Na quarta avaliação, nas doses de 1 e de 4 g m^{-2} de N, houve diferenças dos valores de matéria seca quando da aplicação dos herbicidas em relação à testemunha (Tabela 6). Para ambas as doses, o menor valor foi obtido quando do uso do metsulfuron-methyl, no entanto, sem diferir do valor da testemunha, para a dose de 1 g m^{-2} de N. Na dose de 4 g m^{-2} de N, o herbicida promoveu redução de 47,2% na produtividade de matéria seca foliar em relação à testemunha.

A redução na produtividade de matéria seca foliar da grama esmeralda proporcionada pelos herbicidas imazaquin, metsulfuron-methyl e glyphosate pode estar relacionada ao seu mecanismo de ação, já descrito anteriormente (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998; FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2005; OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Com relação ao glyphosate outras justificativas podem ser adicionadas. Os aminoácidos aromáticos tirosina, fenilalanina e triptofano são fundamentais para a continuidade da síntese proteica nas plantas. Todas as enzimas demandam tais aminoácidos, assim, com a sua redução em decorrência da aplicação deste herbicida, todos os processos que envolvam a participação de proteínas/enzimas são indiretamente afetados (VELINI et al., 2009a). E, a via do chiquimato é responsável por 35% da matéria seca da planta e dela deriva 20% do carbono fixado pela fotossíntese (KRUSE; MICHELANGELO; VIDAL, 2000; FURLANI JUNIOR et al., 2009).

De maneira geral, pode-se inferir que os herbicidas glyphosate e metsulfuron-methyl destacaram-se na redução dos valores do comprimento (Tabelas 3 e 4) e matéria seca foliar (Tabelas 5 e 6) da grama esmeralda, demonstrando serem herbicidas com potencial uso como reguladores vegetais nesta espécie de grama, pois a frequência de corte é determinada pela taxa de crescimento do gramado (UNRUH, 2004) e o maior crescimento e quantidade de matéria seca da grama não é resultado desejado (BACKES, 2008; GODOY et al., 2012; AMARAL; CASTILHO, 2012).

4.3 ÁREA FOLIAR

Os valores da área foliar da grama esmeralda aumentaram linearmente com o aumento das doses de N, em todas as avaliações (Tabela 7 e Figura 9). Resultado semelhante foi obtido por Paciullo, Gomide e Ribeiro (1998) em capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Shum cv. Mott) que constataram aumento linear do índice de área foliar com as doses de N (0,75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹) e por Fagundes et al. (2006), que concluíram que o índice de área foliar da *Brachiaria decumbens* sob pastejo, aumentou linearmente com a adubação nitrogenada (75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N).

Tabela 7 - Valores médios da área foliar da grama esmeralda em função dos tratamentos, em cinco avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

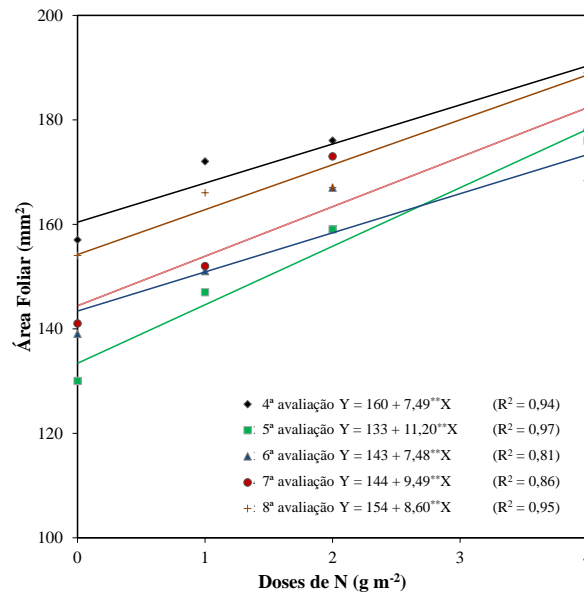
Tratamentos	Área Foliar (mm ²)					
	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	
Doses de N (g m ⁻²)	0	157 ^{**}	130 ^{**}	139 ^{**}	141 ^{**}	154 ^{**}
	1	172	147	151	152	166
	2	176	159	167	173	167
	4	189	176	169	178	190
	Testemunha	194 a	159 ab	150 a	162 a	185 a
Herbicidas	Imazaquin	166 b	169 a	166 a	171 a	174 a
	Imazethapyr	174 ab	164 ab	159 a	163 a	174 a
	Glyphosate	172 ab	143 bc	153 a	156 a	162 ab
	Metsulfuron-methyl	161 b	130 c	154 a	152 a	150 b
	D.M.S. (5%)	26	25	20	28	23
C.V. (%)	13,05	13,92	11,10	15,22	11,87	
F _{Doses x Herbicidas}	0,48 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,25 ^{ns}	

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

ns;** - não significativo; significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 9 - Valores médios de área foliar da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



** - significativo a 1% pelo teste F.
 Fonte: Elaboração da própria autora.

Os resultados obtidos, no presente estudo, demonstraram que com a maior dose aplicada de N e, conseqüentemente, maior área foliar, a capacidade fotossintética da grama aumenta, pois 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 de todas as avaliações, houve correlação positiva entre os valores da área foliar e de comprimento ($r = 0,97^{**}$) 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; e 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. Todavia, 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). 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 áreas foliares grandes 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).

Houve diferença quanto aos valores da área foliar quando da aplicação dos herbicidas em relação à testemunha na quarta, quinta e oitava avaliações (Tabela 7). Em todas elas o menor valor foi verificado quando da aplicação do metsulfuron-methyl, sendo que na quarta avaliação, o imazaquin também propiciou diminuição. Na quarta avaliação as porcentagens de redução foram de 17,0 (metsulfuron-methyl) e de 14,4 (imazaquin). Na quinta e oitava, quando da aplicação do metsulfuron-methyl foram de, respectivamente, 18,2 e 18,9.

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). Na atual pesquisa, a diminuição da área foliar da grama esmeralda quando da aplicação dos herbicidas mencionados foi propiciada, provavelmente, pelo seu mecanismo de ação, descrito anteriormente (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998; FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2005; OLIVEIRA JUNIOR, 2011), que reduz a divisão e expansão celular.

4.4 CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MACRONUTRIENTES

4.4.1 Nitrogênio

As concentrações foliares de N aumentaram linearmente com o aumento das doses de N, na primeira, segunda, quinta, sexta e sétima avaliações (Tabela 8 e Figuras 10 A e B). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Backes et al. (2010b) que constataram, em estudo realizado em área comercial de grama esmeralda, aos 45 DAA do lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento), incremento linear na concentração de N na lâmina foliar, atingindo 28 g kg⁻¹ com a dose de 400 kg ha⁻¹ de N. Oliveira et al. (2010b), também em estudo em área comercial de grama esmeralda adubada com lodo de

Tabela 8 - Valores médios das concentrações de N nas folhas de grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Nitrogênio (g kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	16,5*	19,0**	17,2**	17,7*
	1	17,3	19,9	18,0	19,1
	2	17,6	19,9	19,5	18,9
	4	18,1	21,5	19,3	19,1
Herbicidas	Testemunha	18,5 a	19,9 a	17,7 b	18,4 a
	Imazaquin	17,4 ab	20,5 a	19,7 a	19,2 a
	Imazethapyr	17,7 ab	20,1 a	19,1 ab	18,5 a
	Glyphosate	16,3 b	19,5 a	17,5 b	18,4 a
	Metsulfuron-methyl	16,8 b	20,5 a	18,6 ab	19,0 a
D.M.S. (5%)		1,6	1,6	1,8	1,6
C.V. (%)		7,74	6,67	8,38	7,51
F_{Doses x Herbicidas}		1,23 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,60 ^{ns}
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	15,3**	15,8**	14,9**	16,0*
	1	16,6	16,9	16,6	17,9
	2	17,0	17,9	16,9	18,2
	4	17,9	18,9	18,5	17,7
Herbicidas	Testemunha	16,4 ab	17,1 a	16,5 a	17,9 a
	Imazaquin	16,7 ab	17,3 a	17,0 a	16,8 a
	Imazethapyr	15,8 b	17,5 a	16,8 a	17,1 a
	Glyphosate	17,5 a	17,7 a	16,7 a	17,5 a
	Metsulfuron-methyl	16,9 ab	17,2 a	16,5 a	17,9 a
D.M.S. (5%)		1,6	1,6	1,6	3,2
C.V. (%)		8,17	7,82	7,99	15,84
F_{Doses x Herbicidas}		1,35 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,68 ^{ns}

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

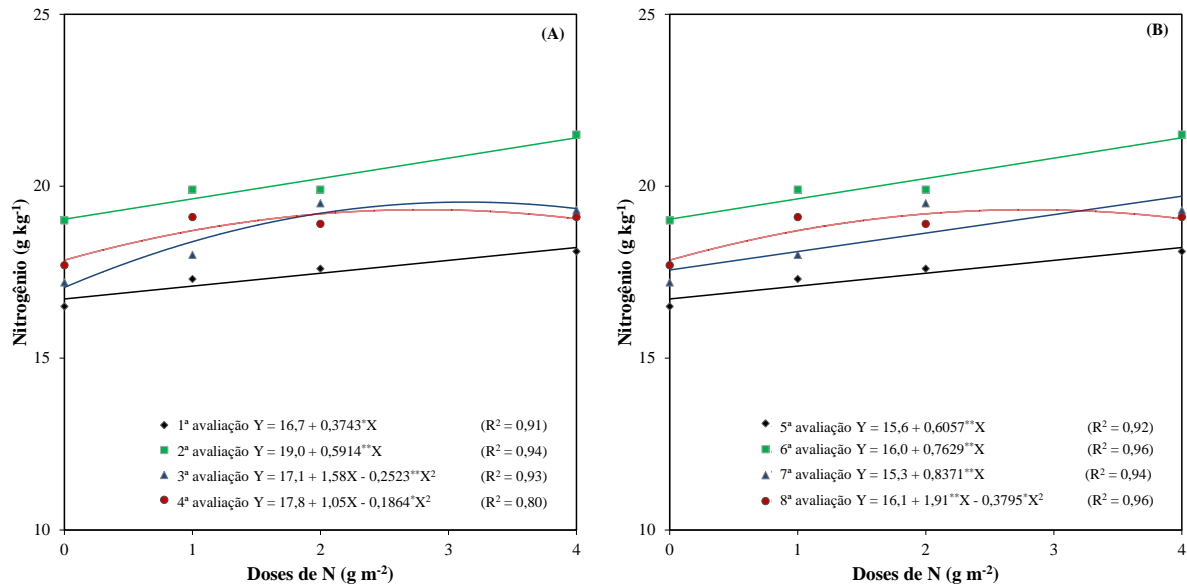
ns; *,** - não significativo; significativo a 5 e 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento), verificaram nas quatro épocas avaliadas (45; 130; 190 e 250 DAA) aumento linear na concentração de N na lâmina foliar, atingindo valores máximos de 20; 25; 24 e 19 g kg⁻¹.

Na terceira, quarta e oitava avaliações houve ajuste quadrático das concentrações foliares de N em relação às doses de N (Tabela 8 e Figuras 10 A e B). A maior concentração de N nas folhas foi de 19,6 g kg⁻¹, com a aplicação da dose de 3,1 g m⁻² de N, na terceira avaliação; de 19,3 g kg⁻¹, com a aplicação da dose de 2,8 g kg⁻¹ de N, na quarta avaliação e de 18,4 g kg⁻¹, com a aplicação da dose de 2,4 g m⁻² de N, na oitava avaliação. Dessa forma, nestas três avaliações a maior concentração foliar ficou entre as doses de 2 e 4 g m⁻² de N.

Figura 10 - Valores médios das concentrações de N nas folhas de grama esmeralda em função das doses de N. 1^a, 2^a, 3^a e 4^a avaliações (A) e 5^a, 6^a, 7^a e 8^a avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



*,** - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.
Fonte: Elaboração da própria autora.

Avaliando a adubação nitrogenada na produção de tapetes de grama esmeralda, Godoy (2005) também constatou ajuste quadrático para a concentração foliar de N em função das doses de N (0, 25, 50, 75, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, utilizando como fonte a ureia), aos 90 dias após a colheita do tapete anterior (DAC). O autor adotou a concentração foliar de 25 g kg⁻¹ de N quando a grama foi adubada com 150 kg ha⁻¹ de N como ideal, já que esta propiciou, também, maior taxa de cobertura do solo pela grama.

O maior valor para a concentração foliar de N (dose de 4 g m⁻² de N) foi de 18,1; 21,5; 17,9; 18,9 e 18,5 g kg⁻¹ para a primeira, segunda, quinta, sexta e sétima avaliações, respectivamente (Figuras 10 A e B). Esses valores ficaram abaixo, porém próximos aos valores obtidos pelos autores citados. Ressalta-se que o foco do presente estudo foi a adubação de manutenção, que visa manter a coloração verde intensa do gramado; já os trabalhos mencionados foram desenvolvidos em área de produção de grama, cujo objetivo principal, além de manter a qualidade dos tapetes (coloração e resistência ao manuseio), é acelerar o tempo de produção da grama (taxa de cobertura do solo pela grama) (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003; GODOY et al., 2012). Sendo assim, o presente estudo trabalhou com tapete formado e os trabalhos mencionados com formação do tapete de grama a partir do corte (produção).

As concentrações de N nas folhas das gramas, segundo Godoy et al. (2012), variam de 20 a 50 g kg⁻¹ e o teor médio de 14 g kg⁻¹ de N indica deficiência crítica e acima ou igual a 20 g kg⁻¹ indica suficiência. Godoy et al. (2007) avaliaram o efeito de doses de N (0, 200, 400 e 600 kg ha⁻¹, 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⁻¹, podendo este valor ser adotado como indicativo de deficiência severa. As que receberam 600 kg ha⁻¹ de N apresentaram concentração de 24 e 26 g kg⁻¹ 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, a menor concentração (14,9 g kg⁻¹ de N) foi verificada na sétima avaliação para a testemunha (0 g m⁻² de N), valor dentro do intervalo verificado por Godoy et al. (2007) para a grama que não recebeu adubação nitrogenada. A maior concentração (21,5 g kg⁻¹ de N), verificada na segunda avaliação (dose de 4 g m⁻² de N) foi considerada suficiente (GODOY et al., 2012) e encontra-se dentro da faixa considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996), de 20 a 24 g kg⁻¹ de N. Os demais valores ficaram próximos a 20 g kg⁻¹, considerado suficiente por Godoy et al. (2012).

Quanto à aplicação dos herbicidas, houve diferença das concentrações foliares de N em relação à testemunha na primeira e terceira avaliações. Na quinta avaliação verificou-se diferença quando da aplicação de glyphosate (maior concentração) em relação ao imazethapyr (menor concentração), mas estes não diferiram dos valores da testemunha (Tabela 8). As menores concentrações foliares de N do gramado foram verificadas quando o glyphosate e o metsulfuron-methyl foram aplicados em relação à testemunha, na primeira avaliação. Na terceira avaliação, o glyphosate propiciou a menor concentração de N foliar, mas sem diferir da testemunha, sendo a maior concentração obtida com a aplicação de imazaquin, que diferiu da testemunha. De maneira geral, as concentrações foliares de N na grama esmeralda quando da aplicação dos herbicidas ficaram próximas a 20 g kg⁻¹, considerada suficiente por Godoy et al. (2012).

Não houve predominância de comportamento dos herbicidas nas avaliações realizadas, sendo difícil indicar aquele que influenciou positivamente ou negativamente a concentração foliar de N na grama esmeralda. A menor concentração foliar propiciada pela aplicação do metsulfuron-methyl e do glyphosate em relação à testemunha na primeira avaliação justifica-

se pelo fato destes serem herbicidas inibidores da síntese de aminoácidos de cadeia ramificada e de aminoácidos de cadeia aromática, respectivamente (OLIVEIRA JUNIOR, 2011), o que pode afetar indiretamente a concentração de N, nutriente estrutural que faz parte de várias biomoléculas nas plantas (GODOY et al., 2012), relacionando-se assim aos aminoácidos. Segundo Meschede et al. (2009), a aplicação de glyphosate pode alterar de maneira distinta a disponibilidade de determinados macros e micronutrientes nas plantas, mas há poucos trabalhos na literatura relatando a influência do herbicida na assimilação e transporte dos nutrientes no vegetal.

4.4.2 Fósforo

As concentrações foliares de P da grama esmeralda decresceram linearmente com o aumento das doses de N, na primeira, segunda, terceira e quarta avaliações (Tabela 9 e Figura 11A). O mesmo foi verificado por Godoy (2005) para a grama esmeralda, que relatou que tal resultado ocorreu provavelmente devido ao efeito diluição, com o maior crescimento das folhas nas maiores doses, posto que no tratamento que não recebeu N, a concentração de P foi muito maior. Constataram-se, no presente trabalho, valores de comprimento (Tabela 3 e Figuras 5 A e B) e de matéria seca foliar (Tabela 5 e Figuras 7 A e B) menores para a testemunha (sem aplicação de N) justificando o efeito diluição desse nutriente nas folhas do gramado. O que pode ser enfatizado pela correlação negativa entre a concentração foliar de P e os valores de matéria seca ($r = -0,65^*$) e entre a concentração foliar do nutriente e os valores de comprimento foliar ($r = -0,73^*$), levando em conta os dados das oito avaliações.

No entanto, na sétima e oitava avaliações houve aumento linear das concentrações de P na lâmina foliar com o aumento das doses de N (Tabela 9 e Figura 11B). Backes (2008) também verificou aumento na concentração de P na lâmina foliar da grama esmeralda com o aumento das doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento), sendo que os valores obtidos aos 165 DAA do lodo foram maiores que nas avaliações anteriores (45 e 105 DAA). Para justificar esse resultado, a autora mencionou que deve ser levado em consideração que o P entra em contato com a raiz através da difusão e, assim, com o sistema radicular melhor formado aos 165 DAA era de se esperar maior absorção do mesmo e, portanto, maior concentração de P, inferência esta que também justifica os resultados constatados na atual pesquisa, pois na sétima e oitava avaliações presume-se que o sistema

Tabela 9 - Valores médios das concentrações de P nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Fósforo (g kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	6,3*	6,7**	5,7**	6,0*
	1	6,2	6,4	5,3	6,0
	2	5,2	5,9	5,4	5,8
	4	5,5	5,6	5,0	5,6
	Testemunha	5,3 bc	5,9 b	5,1 a	5,6 b
Herbicidas	Imazaquin	4,8 c	6,1 b	5,3 a	5,7 ab
	Imazethapyr	5,6 bc	5,9 b	5,2 a	5,6 b
	Glyphosate	6,4 ab	5,9 b	5,4 a	6,1 ab
	Metsulfuron-methyl	7,0 a	6,9 a	5,6 a	6,3 a
	D.M.S. (5%)	1,3	0,7	0,6	0,6
C.V. (%)	18,67	10,41	9,65	8,97	
F_{Doses x Herbicidas}	1,17 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,37 ^{ns}	
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	6,1	7,4	5,7*	6,1*
	1	6,2	7,1	5,7	6,3
	2	5,7	7,3	5,5	6,5
	4	6,0	7,3	6,2	6,6
	Testemunha	5,7 a	7,3 a	5,7 a	6,2 a
Herbicidas	Imazaquin	6,1 a	7,5 a	5,8 a	6,3 a
	Imazethapyr	5,6 a	7,1 a	5,4 a	6,6 a
	Glyphosate	6,3 a	7,0 a	6,0 a	6,4 a
	Metsulfuron-methyl	6,4 a	7,6 a	5,9 a	6,2 a
	D.M.S. (5%)	1,0	0,9	0,7	0,6
C.V. (%)	14,62	10,28	10,42	8,62	
F_{Doses x Herbicidas}	0,67 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,69 ^{ns}	

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

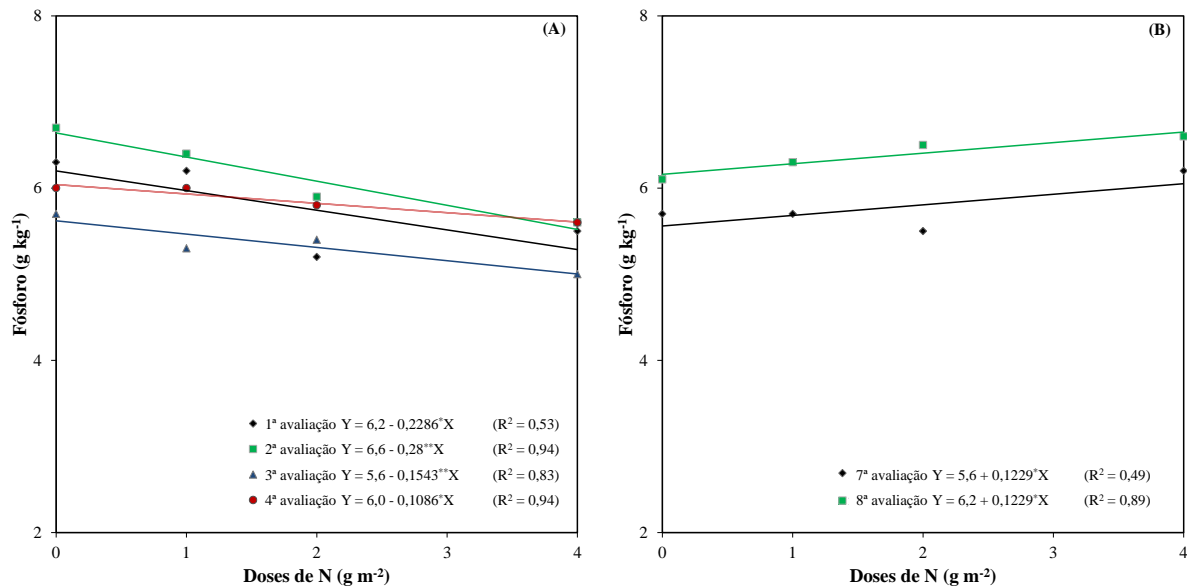
ns; *,** - não significativo; significativo a 5 e 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

radicular do gramado estaria bem desenvolvido e distribuído.

Quando da aplicação das doses de N, as concentrações foliares de P da grama esmeralda variaram de 5,0 a 7,4 g kg⁻¹. 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⁻¹ de P; porém, de maneira geral, dentro da concentração adequada para as folhas das gramas, de 2 a 6 g kg⁻¹, citada por Godoy et al. (2012). Mateus e Castilho (2012) relataram para a grama esmeralda, quando da aplicação de calagem, composto orgânico, Forth Jardim[®] (ausência de P₂O₅) e Floranid Eagle[®] (10 % de P₂O₅), concentrações de P foliar que variaram de 1,17 a 4,86 g kg⁻¹, sendo que o maior valor ficou próximo aos verificados neste estudo. Pode-se inferir, assim, que a

Figura 11 - Valores médios das concentrações de P nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. 1^a, 2^a, 3^a e 4^a avaliações (A) e 7^a e 8^a avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



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

Fonte: Elaboração da própria autora.

dose de P₂O₅ (10 g m⁻²) aplicada no início do experimento foi suficiente para a grama esmeralda, durante o período de condução do mesmo.

Essa 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).

Houve diferença para as concentrações foliares de P quando da aplicação do metsulfuron-methyl em relação à testemunha, na primeira, segunda e quarta avaliações (Tabela 9). Em todas elas, a aplicação do herbicida propiciou as maiores concentrações foliares de P em relação à testemunha, o que pode ser explicado pela ocorrência do efeito concentração desse nutriente na folha do gramado, já que este herbicida destacou-se na redução do crescimento (Tabelas 3 e 4) e da matéria seca foliar da grama (Tabelas 5 e 6) em relação à testemunha (sem aplicação de herbicida).

A concentração foliar de P quando da aplicação do metsulfuron-methyl foi, respectivamente, para a primeira, segunda e quarta avaliações, de 7,0; 6,9 e 6,3 g kg⁻¹,

permanecendo acima da faixa considerada ideal por Mills e Jones Junior (1996) e da concentração adequada nas folhas das gramas (GODOY et al., 2012). A menor concentração de P foliar ($4,8 \text{ g kg}^{-1}$) foi constatada na primeira avaliação quando o imazaquin foi aplicado (sem diferir da testemunha), diferindo das concentrações obtidas com a aplicação do metsulfuron-methyl e do glyphosate, porém não indicando deficiência, de acordo com os valores considerados adequados pelos autores citados.

4.4.3 Potássio

As concentrações foliares de K da grama esmeralda aumentaram linearmente com o aumento das doses de N, na terceira, sexta, sétima e oitava avaliações (Tabela 10 e Figura 12). O mesmo foi constatado por Backes (2008), em grama esmeralda, aos 45 DAA do lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha^{-1} de N, sem parcelamento) e por Lima (2009) que constatou efeito linear crescente para a concentração de K na lâmina foliar da grama esmeralda, aos 268 e 332 DAC, em função das doses de N-ajifer - subproduto da indústria de Ajinomoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha^{-1} de N, parceladas em três aplicações), sendo os maiores valores de, respectivamente, 16 e 14 g kg^{-1} , com a máxima dose.

Na terceira, sexta, sétima e oitava avaliações, os maiores valores verificados (dose de 4 g m^{-2} de N) foram de, respectivamente, 12,5; 10,1; 10,9 e $10,0 \text{ g kg}^{-1}$ de K foliar, próximos ao menor valor verificado por Lima (2009) e por Godoy (2005), em área de produção de grama esmeralda, em que a maior concentração de K (14 g kg^{-1}) foi atingida com a dose de 118 kg ha^{-1} de N, 90 DAC. Também ficaram dentro ou pouco abaixo da faixa considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996), para a grama esmeralda, de 11 a 13 g kg^{-1} .

Na terceira e sétima avaliações houve diferença quanto às concentrações de K na folha quando da aplicação dos herbicidas em relação à testemunha (Tabela 10). Na terceira avaliação, a aplicação do metsulfuron-methyl propiciou menor concentração de K foliar ($10,0 \text{ g kg}^{-1}$) quando comparada a da testemunha ($12,5 \text{ g kg}^{-1}$). Na sétima avaliação, as menores concentrações foram verificadas quando da aplicação do metsulfuron-methyl ($9,8 \text{ g kg}^{-1}$), do imazethapyr ($9,5 \text{ g kg}^{-1}$) e do imazaquin ($10,0 \text{ g kg}^{-1}$) em relação à testemunha ($11,5 \text{ g kg}^{-1}$). Estas concentrações ficaram dentro ou pouco abaixo dos valores considerados adequados por Mills e Jones Junior (1996), para a espécie em estudo.

Não houve, pela interpretação das concentrações foliares, deficiência em K, posto que

Tabela 10 - Valores médios das concentrações de K nas folhas de grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Potássio (g kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	10,8	12,4	11,1*	9,9
	1	10,7	12,5	11,9	11,2
	2	10,9	12,3	11,9	11,2
	4	10,9	12,9	12,5	10,9
Herbicidas	Testemunha	11,3 a	13,3 a	12,5 a	11,5 a
	Imazaquin	10,8 a	12,3 a	12,7 a	11,5 a
	Imazethapyr	10,7 a	12,0 a	12,8 a	10,7 a
	Glyphosate	10,7 a	12,7 a	11,2 ab	9,7 a
	Metsulfuron-methyl	10,7 a	12,3 a	10,0 b	10,7 a
D.M.S. (5%)		1,6	1,5	2,1	2,9
C.V. (%)		12,34	10,18	15,24	23,00
F_{Doses x Herbicidas}		0,63 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,52 ^{ns}
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	11,2	9,2**	10,0*	9,3**
	1	10,9	9,7	10,1	9,5
	2	11,7	9,7	10,3	9,6
	4	11,7	10,1	10,9	10,0
Herbicidas	Testemunha	11,8 a	9,8 a	11,5 a	9,7 a
	Imazaquin	12,0 a	9,8 a	10,0 b	10,0 a
	Imazethapyr	10,7 a	9,8 a	9,5 b	9,3 a
	Glyphosate	11,5 a	9,7 a	10,8 ab	9,7 a
	Metsulfuron-methyl	11,0 a	9,3 a	9,8 b	9,5 a
D.M.S. (5%)		1,7	0,9	1,4	0,8
C.V. (%)		12,84	8,26	11,45	7,01
F_{Doses x Herbicidas}		0,68 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,15 ^{ns}

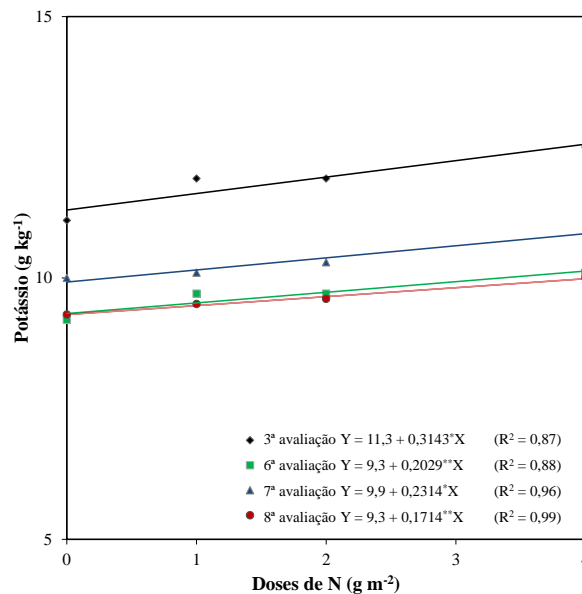
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

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

Fonte: Elaboração da própria autora.

os valores ficaram muito próximos ou dentro da faixa considerada ideal pelos autores citados. Isso é relevante, pois 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 CO₂ e reduzir as perdas de vapor de água (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

Figura 12 - Valores médios das concentrações de K nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. 3ª, 6ª, 7ª e 8ª avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



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

Fonte: Elaboração da própria autora.

Embora a dose de 10 g m⁻² de K₂O aplicada no início do experimento tenha sido suficiente para manter as concentrações de K foliar, de modo geral, considerando todas as avaliações, notou-se tendência de diminuição da concentração desse nutriente nas folhas (Tabela 10), sugerindo a necessidade de nova adubação potássica a partir da quinta avaliação.

4.4.4 Cálcio

As concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda diminuíram linearmente com o aumento das doses de N, na sexta avaliação (Tabela 11 e Figura 13), o que se justifica pelo efeito diluição desse nutriente nas folhas, pois, nesta avaliação, houve aumento dos valores de comprimento e matéria seca foliar com o aumento das doses de N (Tabelas 3 e 5 e Figuras 5 e 7 B). No entanto, vale ressaltar que esta diminuição significativa ocorreu apenas em uma das oito avaliações. Por outro lado, Backes (2008) constatou aumento linear da concentração foliar de Ca na grama esmeralda com o aumento das doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento), aos 45 DAA.

Verificou-se ainda que, na quinta e sexta avaliações, foram obtidas as maiores concentrações foliares de Ca (Tabela 11) se comparadas às demais avaliações, o que se deve

Tabela 11 - Valores médios das concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Cálcio (g kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	3,2	3,7	2,3	3,7
	1	3,0	3,3	2,0	3,6
	2	3,1	3,4	2,3	3,7
	4	3,2	3,5	2,1	3,6
Herbicidas	Testemunha	3,1 ab	3,2 b	2,0 c	3,0 b
	Imazaquin	3,0 ab	3,2 b	1,8 c	3,4 b
	Imazethapyr	3,3 ab	3,2 b	2,0 c	3,3 b
	Glyphosate	2,9 b	3,2 b	2,4 b	4,0 a
	Metsulfuron-methyl	3,4 a	4,5 a	2,8 a	4,4 a
D.M.S. (5%)		0,4	0,4	0,3	0,4
C.V. (%)		11,36	11,02	10,83	10,92
F_{Doses x Herbicidas}		0,61 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,87 ^{ns}
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	6,3	6,9 ^{**}	3,6	3,1
	1	5,8	6,1	3,4	3,0
	2	5,7	6,5	3,2	2,8
	4	5,8	6,0	3,5	2,9
Herbicidas	Testemunha	5,5 b	6,1 b	3,0 b	2,5 d
	Imazaquin	5,6 b	6,1 b	3,1 b	2,6 cd
	Imazethapyr	5,6 b	6,0 b	3,2 b	3,1 b
	Glyphosate	5,8 b	6,1 b	3,5 ab	3,1 bc
	Metsulfuron-methyl	7,0 a	7,6 a	4,1 a	3,7 a
D.M.S. (5%)		0,9	0,7	0,7	0,5
C.V. (%)		13,69	9,41	17,01	14,25
F_{Doses x Herbicidas}		1,00 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,86 ^{ns}

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

ns;** - não significativo; significativo a 1% pelo teste F.

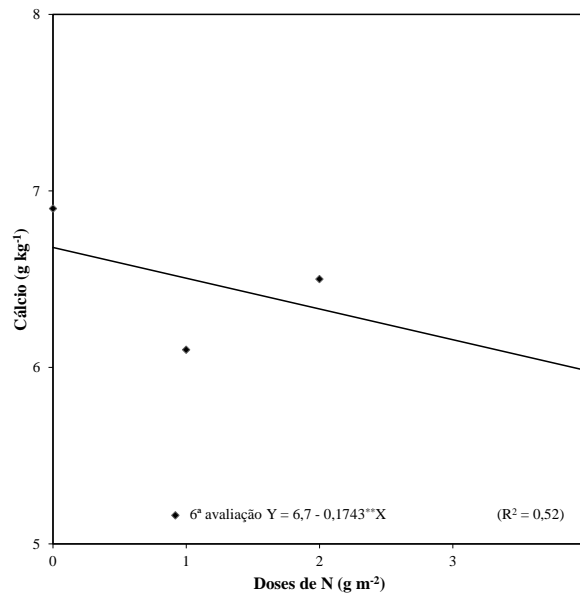
Fonte: Elaboração da própria autora.

ao menor crescimento da grama em função da ocorrência de menores temperaturas e menor quantidade de chuva (Figura 1) quando da realização das mesmas.

Com relação à adubação nitrogenada, as concentrações foliares de Ca variaram de 2,0 (tratamento que recebeu 1 g m⁻² de N, na terceira avaliação) a 6,9 g kg⁻¹ (grama que não recebeu adubação nitrogenada, na sexta avaliação). Godoy et al. (2012) citaram, para a grama esmeralda cultivada em solução nutritiva, concentrações de Ca nas folhas com deficiência severa de 2 g kg⁻¹, valor que se aproxima apenas dos obtidos na terceira avaliação.

As concentrações de Ca diferiram quando da aplicação dos herbicidas em relação à testemunha, em todas as avaliações realizadas (Tabela 11). Quando o metsulfuron-methyl foi

Figura 13 - Valores médios das concentrações de Ca nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



** - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

aplicado foram verificadas as maiores concentrações foliares de Ca, com exceção da primeira avaliação, em que propiciou concentrações que diferiram apenas das verificadas para a aplicação do glyphosate, herbicida este que também diferiu da testemunha na quarta avaliação.

O fato do metsulfuron-methyl ter se sobressaído em todas as avaliações pode ser justificado pelo efeito concentração desse nutriente na folha propiciado pela aplicação do mesmo, assim como verificado para a concentração foliar de P.

De maneira geral, as concentrações foliares de Ca do gramado, tanto quanto à aplicação das doses de N quando da aplicação de herbicidas, ficaram um pouco abaixo da faixa considerada adequada, para a grama esmeralda, por Mills e Jones Junior (1996), de 4 a 6 g kg⁻¹, o que é importante, pois o Ca 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

Houve aumento linear das concentrações foliares de Mg do gramado, na oitava avaliação (Tabela 12 e Figura 14). Este resultado está de acordo com o constatado por Godoy (2005), aos 124 e 192 DAC, para a grama esmeralda adubada com N (0,150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹, utilizando como fonte a ureia, parceladas em seis vezes) e por Backes (2008), 45 DAA das doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento), também na mesma espécie de grama. Segundo Godoy (2005), esse aumento linear pode ser devido ao fato de que a absorção de Mg tenha sido favorecida pela maior disponibilidade de N- NO₃⁻ como íon acompanhante, aumentando a velocidade de absorção.

Tabela 12 - Valores médios das concentrações de Mg nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

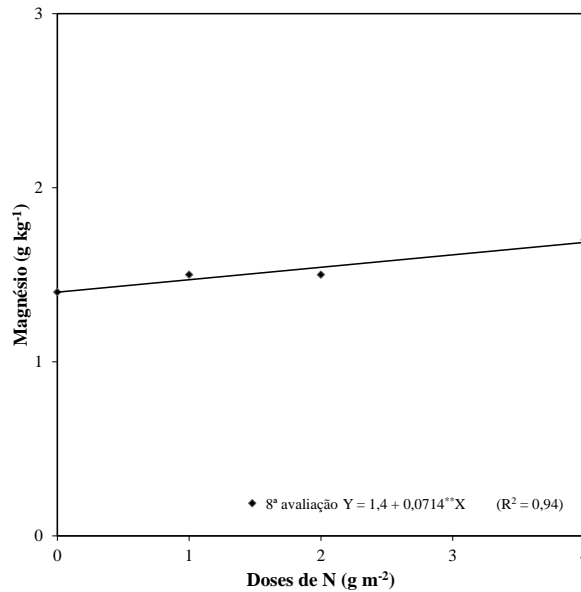
Tratamentos		Magnésio (g kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	1,6	2,1	1,8	2,0
	1	1,6	2,0	1,7	2,1
	2	1,5	1,8	1,8	2,2
	4	1,6	2,0	1,6	2,1
Herbicidas	Testemunha	1,5 b	1,7 b	1,5 b	1,9 b
	Imazaquin	1,5 b	1,8 b	1,6 b	2,0 b
	Imazethapyr	1,7 ab	1,9 b	1,7 b	2,0 b
	Glyphosate	1,5 b	1,7 b	1,7 b	2,1 b
	Metsulfuron-methyl	1,9 a	2,7 a	2,1 a	2,5 a
D.M.S. (5%)		0,2	0,2	0,2	0,3
C.V. (%)		13,81	11,27	8,33	10,96
F_{Doses x Herbicidas}		0,81 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,55 ^{ns}
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	2,6	2,4	1,6	1,4 ^{**}
	1	2,6	2,3	1,6	1,5
	2	2,5	2,5	1,6	1,5
	4	2,7	2,4	1,8	1,7
Herbicidas	Testemunha	2,5 ab	2,3 b	1,6 b	1,4 b
	Imazaquin	2,6 ab	2,3 b	1,6 b	1,4 b
	Imazethapyr	2,4 b	2,4 b	1,5 b	1,6 ab
	Glyphosate	2,4 b	2,3 b	1,6 ab	1,5 b
	Metsulfuron-methyl	2,8 a	2,8 a	2,0 a	1,8 a
D.M.S. (5%)		0,4	0,3	0,4	0,2
C.V. (%)		13,07	11,38	18,80	12,05
F_{Doses x Herbicidas}		1,28 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,69 ^{ns}

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

ns; ** - não significativo; significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 14 - Valores médios das concentrações de Mg nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



** - significativo a 1% pelo teste F.
 Fonte: Elaboração da própria autora.

As concentrações de Mg foliar da grama esmeralda diferiram quando da aplicação dos herbicidas, em todas as avaliações realizadas, sendo que a aplicação de metsulfuron-methyl propiciou as maiores concentrações foliares em relação à testemunha, exceto na quinta avaliação, em que não diferiu da testemunha (Tabela 12). Esse resultado pode ser explicado pelo efeito concentração desse nutriente nas folhas do gramado quando o herbicida foi aplicado, como mencionado para a concentração foliar de P e Ca.

Tanto para a adubação nitrogenada quanto para a aplicação dos herbicidas, as concentrações foliares de Mg 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⁻¹. 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 série de reações, incluindo a síntese proteica (GODOY et al., 2012).

4.4.6 Enxofre

As concentrações foliares de S decresceram linearmente com o aumento das doses de N, na quarta, quinta, sexta, sétima e oitava avaliações (Tabela 13 e Figuras 15 A e B), demonstrando a ocorrência do efeito diluição deste nutriente nas folhas do gramado, como

constatado para as concentrações foliares de P e Ca. Nesse sentido, verificou-se correlação negativa entre as concentrações foliares de S e a matéria seca foliar do gramado ($r = -0,89^{**}$), considerando os dados das oito avaliações. Para a grama Santo Agostinho, Godoy (2005) verificou decréscimo linear das concentrações de S com as doses de N (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹, parceladas em três aplicações, utilizando como fonte a ureia), aos 124, 192 e 227 DAC, corroborando com o verificado na presente pesquisa. O contrário foi constatado por Lima (2009) para a grama esmeralda adubada com N-ajifer (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, parceladas em três aplicações), aos 268 e 332 DAC.

Tabela 13 - Valores médios das concentrações de S nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

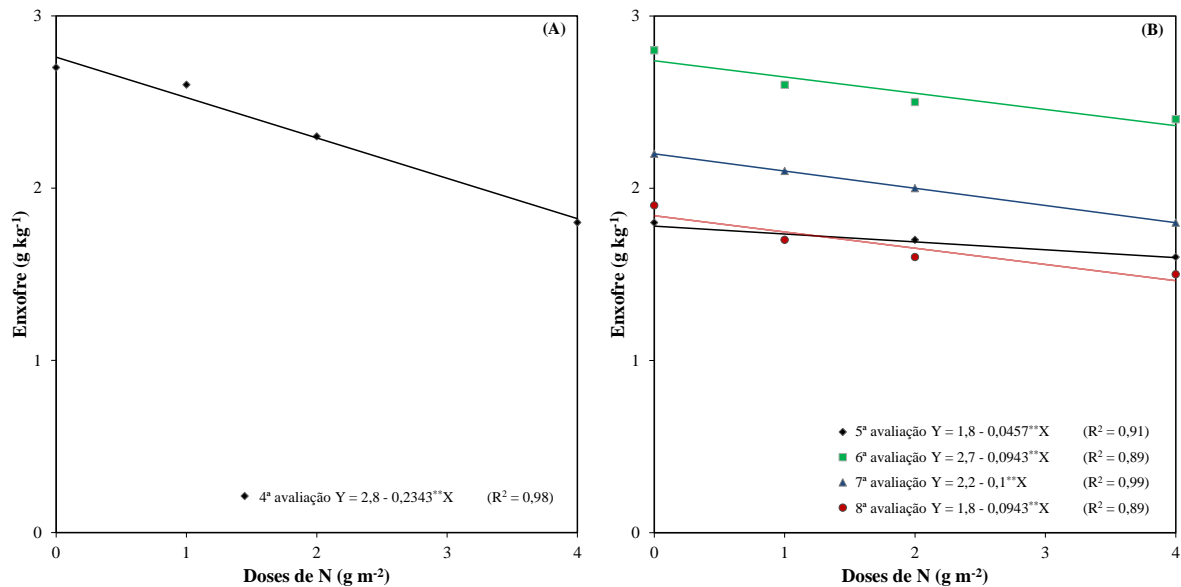
Tratamentos		Enxofre (g kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	2,5	2,5	2,7	2,7 ^{**}
	1	2,6	2,5	2,4	2,6
	2	2,3	2,4	2,8	2,3
	4	2,5	2,3	2,0	1,8
Herbicidas	Testemunha	2,5 a	2,4 ab	2,3 a	2,0 a
	Imazaquin	2,3 a	2,2 b	2,5 a	2,9 a
	Imazethapyr	2,3 a	2,3 b	2,6 a	2,1 a
	Glyphosate	2,4 a	2,3 b	2,4 a	2,3 a
	Metsulfuron-methyl	2,7 a	2,8 a	2,6 a	2,4 a
D.M.S. (5%)		0,6	0,4	1,1	1,0
C.V. (%)		21,17	13,67	37,54	34,43
F_{Doses x Herbicidas}		0,96 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1,22 ^{ns}
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	1,8 ^{**}	2,8 ^{**}	2,2 ^{**}	1,9 ^{**}
	1	1,7	2,6	2,1	1,7
	2	1,7	2,5	2,0	1,6
	4	1,6	2,4	1,8	1,5
Herbicidas	Testemunha	1,7 a	2,5 a	2,0 a	1,6 a
	Imazaquin	1,7 a	2,6 a	2,1 a	1,6 a
	Imazethapyr	1,6 a	2,8 a	2,0 a	1,9 a
	Glyphosate	1,8 a	2,4 a	2,0 a	1,6 a
	Metsulfuron-methyl	1,8 a	2,5 a	2,0 a	1,7 a
D.M.S. (5%)		0,3	0,4	0,2	0,4
C.V. (%)		12,94	13,17	8,56	18,96
F_{Doses x Herbicidas}		0,88 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,30 ^{ns}	1,60 ^{ns}

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

ns;** - não significativo; significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 15 - Valores médios das concentrações de S nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. 4ª avaliação (A) e 5ª, 6ª, 7ª e 8ª avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



** - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Houve diferença para as concentrações foliares de S quando da aplicação dos herbicidas, apenas na segunda avaliação (Tabela 13). A aplicação do metsulfuron-methyl propiciou as maiores concentrações foliares de S em relação aos outros herbicidas aplicados, porém não diferiu do valor da testemunha (sem aplicação). O destaque deste herbicida em relação aos demais indica novamente que quando o mesmo foi aplicado, ocorreu o efeito concentração do nutriente nas folhas da grama, como verificado para as concentrações foliares de P, Ca e Mg.

Mills e Jones Junior (1996) consideraram como adequadas para a grama esmeralda concentrações de S de 3,2 a 3,7 g kg⁻¹. Dessa forma, as concentrações verificadas nesta pesquisa, tanto referentes à adubação nitrogenada quanto à aplicação dos herbicidas ficaram pouco abaixo desse intervalo, com exceção da quinta e oitava avaliações, em que as concentrações foram inferiores a 2 g kg⁻¹, valor indicativo de deficiência severa para esta grama quando cultivada em solução nutritiva (GODOY et al., 2012). O S é nutriente estrutural, assim como o N, e faz parte da constituição de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas e vitaminas, daí a importância da grama apresentar concentrações adequadas deste nutriente (GODOY et al., 2012).

4.5 CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MICRONUTRIENTES

4.5.1 Cobre

Na terceira avaliação, houve incremento linear das concentrações foliares de Cu com o aumento das doses de N (Tabela 14 e Figura 16). O mesmo foi verificado por Backes (2008) para a grama esmeralda adubada com lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento), aos 105 e 165 DAA.

Tabela 14 - Valores médios das concentrações de Cu nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

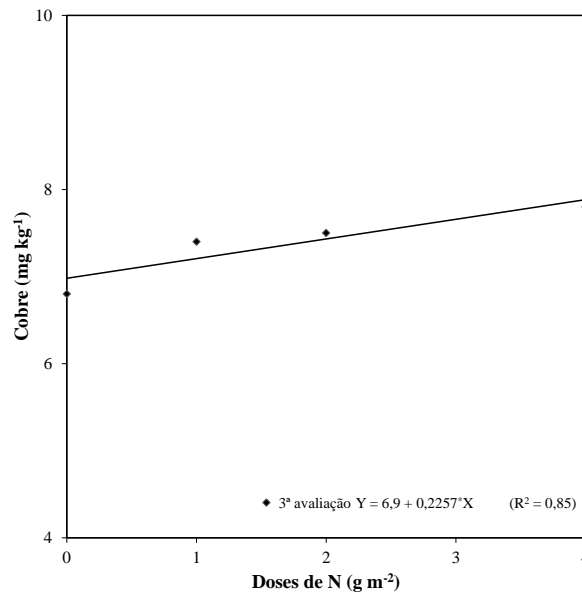
Tratamentos		Cobre (mg kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	9,8	11,5	6,8*	8,4
	1	10,7	11,9	7,4	9,7
	2	8,7	11,7	7,5	10,8
	4	8,2	13,3	7,8	10,1
Herbicidas	Testemunha	10,0 a	11,7 a	7,3 ab	12,1 a
	Imazaquin	7,5 a	11,9 a	8,2 a	8,1 a
	Imazethapyr	9,9 a	12,4 a	7,3 ab	10,9 a
	Glyphosate	9,3 a	13,0 a	6,8 b	9,4 a
	Metsulfuron-methyl	9,9 a	11,5 a	7,2 ab	8,2 a
D.M.S. (5%)		4,1	3,3	1,2	4,9
C.V. (%)		18,29	22,96	14,87	19,35
F_{Doses x Herbicidas}		0,85 ^{ns}	1,68 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,36 ^{ns}
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	10,1	8,3	8,7	6,7
	1	12,3	4,9	7,9	6,3
	2	11,9	7,7	7,8	5,5
	4	11,4	5,5	6,9	7,1
Herbicidas	Testemunha	11,2 a	5,4 a	6,3 a	4,6 a
	Imazaquin	11,2 a	7,5 a	7,6 a	7,0 a
	Imazethapyr	10,9 a	7,7 a	5,3 a	7,1 a
	Glyphosate	13,3 a	5,9 a	11,6 a	7,1 a
	Metsulfuron-methyl	10,4 a	6,5 a	8,7 a	6,3 a
D.M.S. (5%)		4,2	3,5	6,4	5,1
C.V. (%)		15,53	24,07	37,41	36,12
F_{Doses x Herbicidas}		1,09 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,73 ^{ns}

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

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

Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 16 - Valores médios das concentrações de Cu nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



* - significativo a 5% pelo teste F.
 Fonte: Elaboração da própria autora.

A aplicação do glyphosate propiciou menor concentração do nutriente quando comparado com o imazaquin, diferindo deste, na terceira avaliação (Tabela 14). Apesar de ter sido verificado efeito do glyphosate em apenas uma avaliação, a aplicação do herbicida pode alterar a disponibilidade de determinados micronutrientes na planta (MESCHEDE et al., 2009).

O Cu colabora na fotossíntese, respiração, regulação hormonal, fixação de N (efeito indireto) e na tolerância a doenças (lignificação) (MESCHEDE et al., 2009; GODOY et al., 2012), sendo assim, é necessário mantê-lo em concentrações adequadas. Neste trabalho, quando da adubação nitrogenada, os valores variaram de 4,9 (na sexta avaliação, para o tratamento que recebeu 1 g m⁻² de N) a 13,3 mg kg⁻¹ de Cu (na segunda avaliação, para o tratamento que recebeu 4 g m⁻² de N). Quando os herbicidas foram aplicados, o intervalo verificado foi de 5,3 (aplicação do imazethapyr, na sétima avaliação) a 13,3 mg kg⁻¹ (quando o glyphosate foi aplicado, na quinta avaliação). Esses valores estão muito acima dos considerados ideais para a grama esmeralda por Mills e Jones Junior (1996), de 2 a 4 mg kg⁻¹ de Cu. Essa maior concentração ocorreu, provavelmente, em função do alto teor de Cu no solo, favorecendo a maior absorção do nutriente pela planta (Tabela 2), posto que teores acima de 0,8 mg dm⁻³ são considerados altos por Raij et al. (1997).

4.5.2 Ferro

Não houve ajuste para as concentrações foliares de Fe com relação às doses de N aplicadas (Tabela 15). O contrário foi verificado por Backes (2008), que constatou aumento linear das concentrações de Fe na folha da grama esmeralda com as doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento), sendo os maiores valores obtidos aos 105 DAA do lodo.

Tabela 15 - Valores médios das concentrações de Fe nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Ferro (mg kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	284,9	149,7	153,1	110,3
	1	246,0	143,3	146,5	112,7
	2	208,9	127,2	138,1	105,5
	4	246,1	130,8	135,6	117,5
Herbicidas	Testemunha	199,6 b	130,8 a	132,8 a	110,2 a
	Imazaquin	228,9 ab	130,2 a	134,9 a	101,2 a
	Imazethapyr	251,7 ab	137,8 a	127,5 a	115,0 a
	Glyphosate	274,4 a	128,7 a	158,5 a	119,4 a
	Metsulfuron-methyl	277,8 a	161,3 a	162,9 a	111,7 a
D.M.S. (5%)		57,8	36,2	40,2	36,9
C.V. (%)		20,05	22,49	23,99	28,35
F_{Doses x Herbicidas}		1,12 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,79 ^{ns}
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	158,7	257,5	115,8	189,5
	1	151,6	255,7	131,2	173,3
	2	138,7	240,2	112,6	195,6
	4	144,1	266,5	124,9	219,1
Herbicidas	Testemunha	147,6 ab	252,9 a	119,5 a	169,3 a
	Imazaquin	132,1 b	242,7 a	109,5 a	133,8 a
	Imazethapyr	131,7 b	252,1 a	118,3 a	234,5 a
	Glyphosate	154,9 ab	255,6 a	126,7 a	170,6 a
	Metsulfuron-methyl	175,1 a	271,6 a	131,6 a	263,7 a
D.M.S. (5%)		36,5	29,8	34,8	131,6
C.V. (%)		21,02	9,98	24,59	24,71
F_{Doses x Herbicidas}		0,23 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,53 ^{ns}

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

ns- não significativo pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Quando da aplicação dos herbicidas, houve diferença das concentrações de Fe foliares na primeira e quinta avaliações (Tabela 15), sendo que na primeira avaliação o maior valor foi

propiciado quando o metsulfuron-methyl e o glyphosate foram aplicados em relação ao valor da testemunha e, na quinta avaliação, a aplicação do metsulfuron-methyl resultou em maior valor em relação à do imazaquin e do imazethapyr, porém sem diferir da testemunha. Neste caso, não se pode inferir que houve o efeito concentração do nutriente nas folhas da grama quando estes herbicidas foram aplicados, pois nestas avaliações os mesmos não se destacaram no controle do comprimento e/ou matéria seca foliar (Tabelas 3 e 5). Como mencionado, a aplicação do glyphosate pode alterar a disponibilidade de determinados micronutrientes na planta (MESCHÉDE et al., 2009). Para o metsulfuron-methyl, a mesma afirmação poderia ser válida, devido ao fato de que este herbicida também alterou as concentrações foliares de N (Tabela 8) e K (Tabela 10).

Dada a importância do Fe como constituinte de citocromos e ferro-proteínas não heme envolvidas na fotossíntese, fixação de N_2 e respiração das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013), bem como participante da síntese de clorofila (GODOY et al., 2012), influenciando a coloração verde do gramado, é relevante manter concentrações foliares adequadas do nutriente. Quando da adubação nitrogenada, as concentrações de Fe nas folhas do gramado variaram de 105,5 (na quarta avaliação, quando foi aplicada a dose de 2 g m^{-2} de N) a 284,9 mg kg^{-1} (na primeira avaliação, para a grama não adubada com N). Para a aplicação dos herbicidas o intervalo foi de 101,2 (na quarta avaliação, quando do uso do imazaquin) a 277,8 (na primeira avaliação, quando o metsulfuron-methyl foi utilizado). Valores estes que ficaram pouco abaixo ou dentro da faixa considerada ideal por Mills e Jones Junior (1996), para a grama esmeralda, de 188 a 318 mg kg^{-1} de Fe.

4.5.3 Manganês

Houve diminuição linear das concentrações foliares de Mn com o aumento das doses de N, na segunda, quinta, e sexta avaliações (Tabela 16 e Figura 17). Ao contrário do verificado neste estudo, Backes (2008) notou aumento nas concentrações de Mn na folha da grama esmeralda em função das doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha^{-1} de N, sem parcelamento) aos 45 e 105 DAA, justificando tal incremento como sendo resposta a alta concentração desse nutriente no lodo aplicado, aumentando a disponibilidade para a cultura. Os resultados verificados na atual pesquisa devem-se ao efeito diluição do Mn nas folhas do gramado, com o maior crescimento e produção de matéria seca foliar nas maiores doses

(Tabelas 3 e 5 e Figuras 5 e 7 A e B), como foi verificado para as concentrações foliares de P e Ca (Figuras 11A e 13).

Tabela 16 - Valores médios das concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Manganês (mg kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	57,5	44,8*	42,7	28,2
	1	57,9	38,3	40,9	27,5
	2	57,9	37,2	39,9	27,0
	4	55,9	24,4	45,9	30,0
Herbicidas	Testemunha	55,7 a	34,9 a	41,6 a	25,7 a
	Imazaquin	64,0 a	39,1 a	38,2 a	28,2 a
	Imazethapyr	56,6 a	37,6 a	42,9 a	27,7 a
	Glyphosate	55,9 a	39,5 a	44,9 a	29,4 a
	Metsulfuron-methyl	54,1 a	42,3 a	44,2 a	29,9 a
D.M.S. (5%)		13,5	9,8	10,4	6,6
C.V. (%)		20,21	16,90	21,04	20,17
F_{Doses x Herbicidas}		0,85 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,55 ^{ns}
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	31,9*	27,1*	20,3	25,0
	1	27,0	25,0	19,1	23,9
	2	27,2	26,1	21,8	22,6
	4	26,1	22,4	20,6	27,9
Herbicidas	Testemunha	28,3 a	26,4 a	22,1 a	25,0 a
	Imazaquin	26,0 a	25,4 a	18,0 a	21,1 a
	Imazethapyr	27,0 a	23,5 a	20,9 a	25,9 a
	Glyphosate	31,0 a	27,1 a	22,5 a	27,4 a
	Metsulfuron-methyl	28,0 a	23,4 a	18,7 a	24,7 a
D.M.S. (5%)		7,2	7,4	8,0	7,8
C.V. (%)		22,01	24,98	33,44	26,83
F_{Doses x Herbicidas}		0,83 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,46 ^{ns}

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

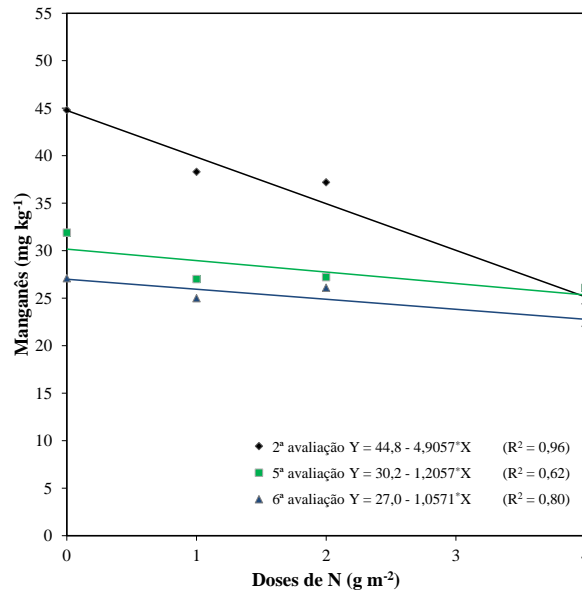
ns; * - não significativo; significativo a 5% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

As menores concentrações (dose de 4 g m⁻² de N) foram de 24,0; 26,1 e 22,4 mg kg⁻¹, respectivamente, na segunda, quinta e sexta avaliações. Esses valores ficaram dentro ou muito próximos dos considerados ideais por Mills e Jones Junior (1996), de 25 a 34 mg kg⁻¹, para a espécie em estudo.

Não houve diferença para as concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda quando da aplicação dos herbicidas (Tabela 16).

Figura 17 - Valores médios das concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



* - significativo a 5% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

De modo geral, as concentrações de Mn na lâmina foliar ficaram dentro ou muito próximas da faixa considerada ideal pelos autores citados. Embora 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 do mesmo.

4.5.4 Zinco

As concentrações de Zn na folha da grama esmeralda aumentaram linearmente com o incremento das doses de N, na terceira, quinta e oitava avaliações (Tabela 17 e Figura 18). Backes (2008) também notou aumento nas concentrações de Zn na folha da grama esmeralda em função das doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento), aos 45 e 105 DAA, explicando que, assim como para o Mn, esse aumento pode ser resposta à alta concentração desse nutriente no lodo aplicado, aumentando a disponibilidade para a cultura. Como neste estudo a fonte utilizada foi a ureia, 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 é favorecida pela maior disponibilidade de nitrato como

ión acompanhante (MALAVOLTA, 2006). Deve-se considerar ainda que o aumento do sistema radicular proporciona maior absorção do nutriente presente no solo (BACKES, 2008).

Tabela 17 - Valores médios das concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Zinco (mg kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	35,3	35,9	39,4*	39,1
	1	34,5	36,6	41,4	33,5
	2	39,2	34,7	40,9	35,4
	4	36,6	38,0	43,9	36,8
Herbicidas	Testemunha	34,8 a	31,9 a	42,4 a	34,3 a
	Imazaquin	38,1 a	37,4 a	43,2 a	40,2 a
	Imazethapyr	33,2 a	37,7 a	40,0 a	36,0 a
	Glyphosate	38,3 a	34,2 a	38,1 a	32,0 a
	Metsulfuron-methyl	37,6 a	40,2 a	43,3 a	38,4 a
D.M.S. (5%)		10,4	9,6	5,8	13,8
C.V. (%)		10,92	14,37	11,90	12,89
F_{Doses x Herbicidas}		0,76 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,97 ^{ns}
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	50,3 ^{**}	31,1	24,1	17,4 ^{**}
	1	51,4	31,9	23,9	20,5
	2	51,0	32,1	23,8	20,1
	4	53,7	35,9	24,5	25,0
Herbicidas	Testemunha	51,2 ab	30,8 a	23,6 a	20,5 ab
	Imazaquin	51,2 ab	31,0 a	24,6 a	20,3 ab
	Imazethapyr	51,0 ab	33,5 a	22,7 a	21,6 ab
	Glyphosate	49,7 b	35,2 a	25,0 a	19,1 b
	Metsulfuron-methyl	54,8 a	33,2 a	24,7 a	22,3 a
D.M.S. (5%)		3,9	11,8	8,0	2,7
C.V. (%)		6,51	12,79	13,46	11,06
F_{Doses x Herbicidas}		0,99 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,59 ^{ns}

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

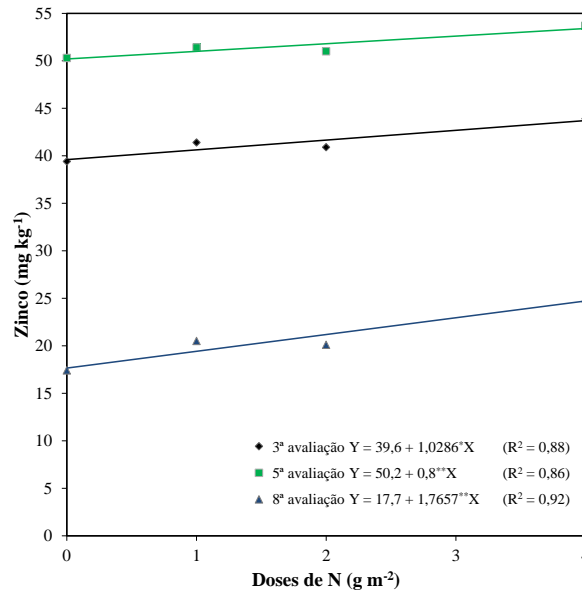
ns; *,** - não significativo; significativo a 5 e 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

As maiores concentrações verificadas (dose de 4 g m⁻² de N) foram de, respectivamente, 43,9; 53,7 e 25,0 mg kg⁻¹ de Zn para a terceira, quinta e oitava avaliações. Mills e Jones Junior (1996) consideraram adequadas para a grama esmeralda, concentrações foliares de 36 a 55 mg kg⁻¹ de Zn, portanto, tanto essas concentrações quanto as demais ficaram dentro ou próximas desses valores. Exceto na sétima e oitava avaliações em que foram verificadas as menores concentrações foliares de Zn.

O Zn é ativador enzimático, atuando na síntese de proteínas e do triptofano, precursor

Figura 18 - Valores médios das concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



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

Fonte: Elaboração da própria autora.

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

Na quinta e oitava avaliações, houve diferença das concentrações foliares de Zn quando da aplicação do metsulfuron-methyl (maior valor – 54,8 e 22,3 mg kg⁻¹, respectivamente) em relação ao glyphosate (menor valor – 49,7 e 19,1 mg kg⁻¹, respectivamente), mas ambos não diferiram dos valores da testemunha nem dos demais herbicidas (Tabela 17). Nesse sentido, faz-se valer a afirmação de Meschede et al. (2009), para o glyphosate bem como para o metsulfuron-methyl, que também influenciou as concentrações foliares de N, K e Fe (Tabelas 8, 10 e 15).

4.6 ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES PELAS FOLHAS

Verificou-se ajuste quadrático das quantidades de N e K acumuladas pelas folhas da grama esmeralda em função das doses de N (Tabela 18 e Figura 19 A), sendo que para o N, a maior quantidade acumulada estimada foi de 12,8 g m⁻² com a dose de 35,2 g m⁻² de N e para o K, foi de 7,7 g m⁻² com a dose de 35,6 g m⁻² de N. Ressalta-se que foram consideradas as quantidades acumuladas nas oito avaliações. Sendo assim a maior dose estimada de 35,2 g m⁻²

corresponde a 4,4 g m⁻² de N, e a de 35,6 g m⁻² corresponde a 4,5 g m⁻² de N, doses superiores à máxima quantidade de N aplicada.

Tabela 18 - Quantidade de macronutrientes acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, considerando as oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Quantidade acumulada (g m ⁻²)		
		N	P	K
Doses de N (g m ⁻²)	0	7,4**	2,8**	4,7*
	8	10,1	3,4	6,3
	16	10,9	3,5	6,6
	32	12,8	4,0	7,7
Herbicidas	Testemunha	10,8 a	3,5 a	7,1 a
	Imazaquin	11,1 a	3,6 a	6,9 a
	Imazethapyr	10,5 a	3,3 a	6,3 ab
	Glyphosate	9,6 a	3,3 a	5,8 b
	Metsulfuron-methyl	9,6 a	3,4 a	5,5 b
D.M.S. (5%)		1,5	0,6	0,9
C.V. (%)		12,37	14,98	12,89
F_{Doses x Herbicidas}		0,85 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,98 ^{ns}
		Ca	Mg	S
Doses de N (g m ⁻²)	0	1,8**	0,9**	1,6
	8	2,1	1,1	2,0
	16	2,3	1,2	1,7
	32	2,6	1,4	1,8
Herbicidas	Testemunha	2,1 b	1,1 a	1,7 a
	Imazaquin	2,2 ab	1,2 a	1,9 a
	Imazethapyr	2,1 b	1,1 a	1,8 a
	Glyphosate	2,1 b	1,0 a	1,8 a
	Metsulfuron-methyl	2,5 a	1,2 a	1,7 a
D.M.S. (5%)		0,3	0,2	0,6
C.V. (%)		10,90	13,92	27,23
F_{Doses x Herbicidas}		0,50 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,87 ^{ns}

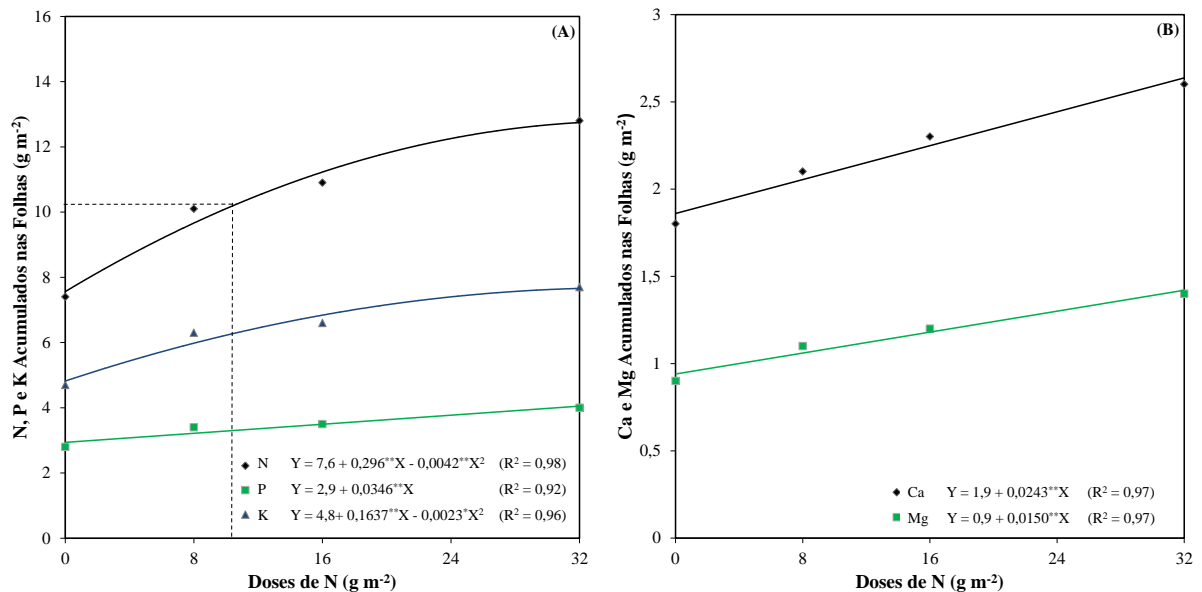
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

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

Fonte: Elaboração da própria autora.

Em estudos com a grama esmeralda, Backes (2008) constatou aumento linear da quantidade de N acumulada nas folhas + caules com as doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento). Godoy (2005) verificou que nas folhas + caules a quantidade de K acumulada não foi influenciada pelas doses de N (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹, parceladas em três ou seis aplicações) e Lima (2009) constatou para o acúmulo de N e K nas folhas + caules, ajuste linear às doses de N-ajifer aplicadas (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹

Figura 19 - Quantidade de macronutrientes acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função das doses de N, considerando as oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



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

Fonte: Elaboração da própria autora.

de N, parceladas em três aplicações), resultados estes que diferem do verificado no presente estudo.

É interessante frisar que, quando aplicadas doses menores que 10,2 g m⁻² de N (1,3 g m⁻²), estas não superam a quantidade de N acumulada pelas folhas da grama, que serão removidas com o corte do gramado. Dessa forma, por não suprirem a demanda das folhas em N, não são adequadas (Figura 19 A).

Houve aumento linear das quantidades de P, Ca e Mg acumuladas nas folhas com o aumento das doses de N (Tabela 18 e Figura 19 A e B). As máximas quantidades verificadas (dose de 32 g m⁻² de N – 4 g m⁻²) foram de, respectivamente, 4,0, 2,6 e 1,4 g m⁻² de P, Ca e Mg. Assim como neste estudo, Lima (2009) verificou aumento linear do acúmulo de P e Ca nas folhas + caules da grama esmeralda com o aumento das doses de N-ajifer aplicadas (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, parceladas em três aplicações), atingindo valores de 2,6 (P) e 0,5 g m⁻² (Ca); no entanto, o autor realizou única avaliação, diferindo do presente estudo em que as quantidades acumuladas referem-se a oito avaliações e foram levadas em consideração apenas as quantidades acumuladas pelas folhas. Para o acúmulo de Mg, Backes (2008) também verificou para o nutriente acumulado nas folhas + caule da grama esmeralda aumento

linear em função das doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento).

Quando comparado a dose zero de N, o aumento foi de 43, 44 e 56% para o P, Ca e Mg, respectivamente, o que se deve, provavelmente, a maior quantidade de matéria seca foliar produzida com a maior dose de N, na maioria das avaliações (Tabelas 3 e 5 e Figuras 5 e 7 A e B).

Salienta-se que, o aumento da quantidade acumulada dos macronutrientes nas folhas propiciado quando aplicadas doses maiores de N (exceto o S que não foi influenciado pelas doses de N) resulta em maior necessidade de reposição por meio da adubação, pois as folhas são removidas na operação de corte.

A aplicação de metsulfuron-methyl e glyphosate propiciou menor acúmulo de K pelas folhas da grama, diferindo da testemunha, fato que ocorreu possivelmente pelo destaque desses herbicidas na redução do comprimento e matéria seca foliar (Tabelas 3, 4, 5 e 6). Por outro lado, a quantidade de Ca acumulada foi maior quando o metsulfuron-methyl foi aplicado, que diferiu da testemunha (Tabela 18), o que era de se esperar tendo em vista as maiores concentrações foliares de Ca quando da aplicação do herbicida (Tabela 11).

Baseando-se nos resultados obtidos, o N foi o nutriente mais acumulado pelas folhas da grama esmeralda, seguido do K, P, Ca, S e Mg, tanto para a aplicação das doses de N quanto dos herbicidas.

4.7 ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES PELAS FOLHAS

Houve aumento linear das quantidades acumuladas de Zn, Cu, Mn e Fe com o aumento das doses de N (Tabela 19 e Figuras 20 A e B), sendo os maiores acúmulos (dose de 32 g m⁻² de N - 4 g m⁻² de N) de, respectivamente, 25,8; 5,9; 23,7 e 111,0 mg m⁻², ou seja, porcentagens de acréscimo de 61 (Zn), 64 (Cu), 50 (Mn) e 49 (Fe) em comparação com a dose zero. Isso ocorreu em função do incremento do comprimento e matéria seca foliar com o aumento das doses de N, constatado na maioria das avaliações (Tabelas 3 e 5 e Figuras 5 e 7 A e B). Apesar de ter notado, como no presente estudo, aumento linear crescente para o acúmulo de Cu e Zn nas folhas + caules da grama esmeralda com as doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento), Backes (2008) verificou, para o acúmulo de Fe efeito quadrático, sendo que as doses de 230 e 310 kg ha⁻¹ de N

proporcionaram os máximos valores e não constatou influência das doses de N na quantidade de Mg acumulado pelas folhas + caules.

Tabela 19 - Quantidade de micronutrientes acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, considerando as oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

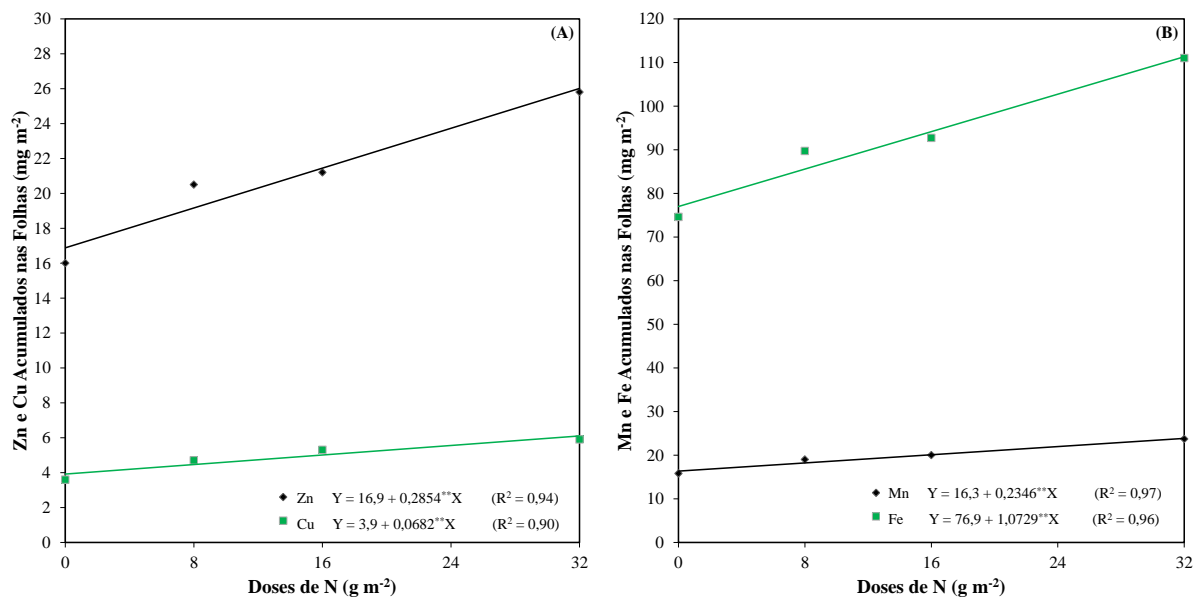
Tratamentos	Quantidade acumulada (mg m ⁻²)				
	Zn	Cu	Mn	Fe	
Doses de N (g m ⁻²)	0	16,0 ^{**}	3,6 ^{**}	15,8 ^{**}	74,6 ^{**}
	8	20,5	4,7	19,0	89,7
	16	21,2	5,3	20,0	92,7
	32	25,8	5,9	23,7	111,0
Herbicidas	Testemunha	21,6 a	5,1 a	20,3 a	91,7 a
	Imazaquin	22,5 a	5,0 a	20,6 a	87,0 a
	Imazethapyr	21,1 a	5,1 a	18,6 a	92,0 a
	Glyphosate	19,1 a	4,9 a	20,4 a	89,2 a
	Metsulfuron-methyl	20,1 a	4,3 a	18,4 a	100,2 a
D.M.S. (5%)		3,8	1,2	3,2	14,2
C.V. (%)		15,72	21,34	13,92	13,22
F_{Doses x Herbicidas}		0,46 ^{ns}	1,58 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,94 ^{ns}

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

ns; ** - não significativo; significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 20 - Quantidade de micronutrientes acumulada pelas folhas da grama esmeralda em função das doses de N, considerando as oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



** - significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Não houve diferença para a quantidade de micronutrientes acumulada quando da aplicação dos herbicidas em relação à testemunha e entre eles (Tabela 19).

O micronutriente mais acumulado nas folhas foi o Fe, seguido do Zn, Mn e Cu. 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^{-2} , com exceção do Fe. Assertiva que confirma o verificado neste trabalho, para a quantidade acumulada nas folhas.

Mesmo sendo difícil a visualização de sintomas de deficiência de micronutrientes em gramados bem como o efeito destes no crescimento da grama, devido à pequena demanda; estes 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).

4.8 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Os valores médios de matéria orgânica (M.O.), pH, acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), CTC e V% não foram influenciados pelas doses de N nem pelos herbicidas aplicados (Tabela 20).

Tabela 20 - Valores médios de M.O., pH, H+Al, SB, CTC e V% no solo (0-20 cm) em função dos tratamentos. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.

Tratamentos		MO	pH	H+Al	SB	CTC	V
		g dm^{-3}	CaCl_2		$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$		%
Doses de N (g m^{-2})	0	18,1	6,5	10,1	55,8	65,9	84
	1	18,2	6,6	10,5	55,7	66,1	84
	2	18,2	6,5	10,3	59,4	69,8	85
	4	18,4	6,6	10,3	58,3	68,6	85
Herbicidas	Testemunha	17,5 a	6,5 a	10,5 a	57,1 a	67,6 a	84 a
	Imazaquin	19,3 a	6,5 a	10,3 a	59,7 a	70,0 a	85 a
	Imazethapyr	19,3 a	6,6 a	10,4 a	58,4 a	68,8 a	85 a
	Glyphosate	17,7 a	6,5 a	10,4 a	50,9 a	61,4 a	83 a
	Metsulfuron-methyl	17,5 a	6,6 a	9,8 a	60,5 a	70,3 a	86 a
D.M.S. (5%)		2,0	0,1	0,7	9,9	9,7	3,0
C.V. (%)		9,59	1,70	5,01	14,80	12,29	2,88
F_{Doses x Herbicidas}		0,35 ^{ns}	0,89 ^{ns}	1,55 ^{ns}	1,63 ^{ns}	1,67 ^{ns}	1,07 ^{ns}

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

ns = não significativo pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Com relação à análise realizada no início do experimento e após a calagem (Tabela 2), apesar de o fertilizante utilizado ter sido a ureia, que tem reação ácida no solo, não foi constatado decréscimo nos valores do pH. O teor de M.O. também não se modificou, devido ao curto período de experimentação. A mesma afirmação é válida para a soma de bases, já que a ureia não possui K, Ca ou Mg. Como não houve mudanças nos valores de pH, a V% e a H+Al também não se alteraram.

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. Tanto no início do experimento quanto no fim (Tabelas 2 e 20) a V% ficou superior a esse valor recomendado, 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, sendo que em alguns tratamentos o valor do pH foi de 6,6 (Tabela 20).

Não houve influência das doses de N nem dos herbicidas aplicados nos teores de Ca, Mg e S (Tabela 21), sendo que os teores dos dois primeiros estavam altos, maiores que 7 e 8 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente, e do último estavam baixos (entre 0 a 4 mg dm^{-3}), de acordo com Raij et al. (1997). Os altos teores de Ca e Mg podem ter sido propiciados pela calagem. O S (ânion SO_4^{-2}), não permanece retido na camada arável do solo, como os cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} (RAIJ, 2011) e, dessa forma, pode ter lixiviado no perfil do solo explicando o baixo teor na camada superficial (0-20 cm).

Apesar de também não terem diferido quando da aplicação dos herbicidas, os teores de P e K no solo diminuíram linearmente com o aumento das doses de N (Tabela 21 e Figuras 21 A e B).

Mesmo com a diminuição em função das doses de N, os teores de P estavam altos, segundo Raij et al. (1997) (faixa de 31-60 mg dm^{-3} , para culturas perenes) o que demonstra que a adubação fosfatada, realizada no início do experimento, foi suficiente. Para o K, os teores variaram de 0,6 a 0,8 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$, sendo considerados muito baixos (0,0-0,7 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) ou baixos (0,8-1,5 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) pelos autores mencionados. Portanto, há necessidade de nova adubação potássica. 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 esses resultados. Nesse sentido, ressalta-se que os cátions trocáveis são

Tabela 21 - Valores médios dos teores de macronutrientes no solo (0-20 cm) em função dos tratamentos. UNESP, Ilha Solteira - SP, 2013.

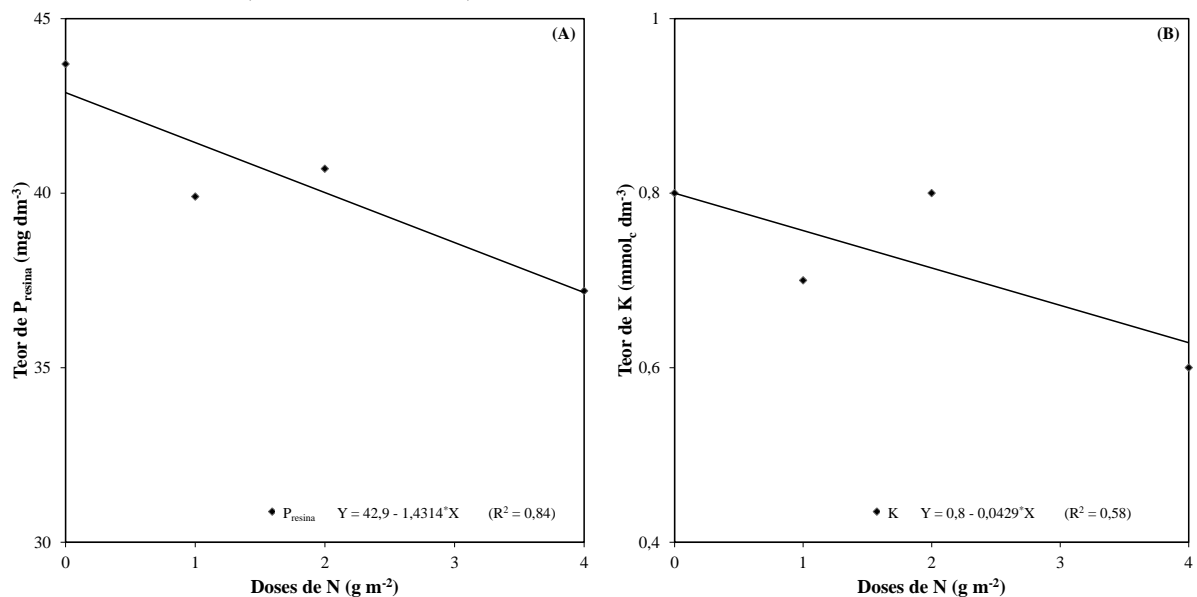
Tratamentos		P_{resina}	$S-SO_4^{-2}$	K	Ca	Mg
		$mg\ dm^{-3}$			$mmol_c\ dm^{-3}$	
Doses de N ($g\ m^{-2}$)	0	43,7*	3,1	0,8*	33,3	21,7
	1	39,9	3,1	0,7	33,9	21,1
	2	40,7	3,0	0,8	36,3	22,3
	4	37,2	3,1	0,6	35,6	22,1
Herbicidas	Testemunha	40,2 a	3,1 a	0,7 a	35,2 a	21,3 a
	Imazaquin	43,0 a	3,1 a	0,6 a	36,2 a	22,8 a
	Imazethapyr	36,9 a	3,1 a	0,7 a	35,5 a	22,2 a
	Glyphosate	40,4 a	3,1 a	0,7 a	31,6 a	18,7 a
	Metsulfuron-methyl	41,4 a	3,0 a	0,8 a	35,5 a	24,2 a
D.M.S. (5%)		8,6	0,4	0,2	5,7	5,5
C.V. (%)		18,20	10,88	22,22	13,93	20,14
F_{Doses x Herbicidas}		0,82 ^{ns}	0,65 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,54 ^{ns}

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

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

Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 21 – Valores médios dos teores de P e K no solo (0-20 cm) em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.



* - significativo a 5% pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

retidos pelo solo em sequência denominada de série liotrópica ($Al^{3+} \gg Ca^{2+} > Mg^{2+} \gg K^+ > Na^+$) (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.

Os teores de micronutrientes no solo não foram influenciados pelas doses de N e pelos herbicidas aplicados (Tabela 22). De acordo com Raij et al. (1997) os teores de B estavam baixos, porém próximos ao máximo valor da faixa considerada como tal, de 0-0,20 mg dm⁻³, e os de Zn (>1,2 mg dm⁻³), Cu (>0,8 mg dm⁻³), Fe (>12 mg dm⁻³) e Mn (>1,2 mg dm⁻³) estavam altos. Isso demonstrou que em um ano e meio, mesmo sendo absorvidos pelas plantas, os teores de micronutrientes no solo permaneceram altos, exceto para o B.

Tabela 22 - Valores médios dos teores de micronutrientes no solo em função dos tratamentos. UNESP, Ilha Solteira - SP, 2013.

Tratamentos		B	Zn	Cu	Fe	Mn
		mg dm ⁻³				
Doses de N (g m ⁻²)	0	0,17	2,5	1,5	37,3	24,2
	1	0,17	2,6	1,6	36,5	24,7
	2	0,17	2,4	1,6	35,8	24,4
	4	0,17	2,7	1,5	36,3	23,4
Herbicidas	Testemunha	0,18 a	2,7 a	1,5 a	40,3 a	22,7 a
	Imazaquin	0,15 a	2,7 a	1,6 a	36,4 a	24,6 a
	Imazethapyr	0,17 a	2,7 a	1,6 a	33,4 a	26,7 a
	Glyphosate	0,18 a	2,2 a	1,5 a	37,5 a	25,1 a
	Metsulfuron-methyl	0,17 a	2,4 a	1,5 a	34,7 a	21,7 a
D.M.S. (5%)		0,04	0,7	0,4	7,9	5,1
C.V. (%)		18,25	23,49	19,56	18,60	14,78
F_{Doses x Herbicidas}		0,80 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,83 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,42 ^{ns}

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 pelo teste F.

Fonte: Elaboração da própria autora.

4.9 INTENSIDADE DA COLORAÇÃO VERDE DA FOLHA

4.9.1 Leituras em clorofilômetro nas folhas (ICF)

Os valores médios do ICF do gramado aumentaram linearmente com o aumento das doses de N na primeira, quarta, quinta, sexta, sétima e oitava avaliações (Tabela 23 e Figuras 22 A e B). O mesmo foi verificado por Backes et al. (2010b) que, em estudo realizado em área comercial de grama esmeralda, constataram que as doses de lodo de esgoto aplicadas (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento) influenciaram a intensidade de cor verde da folha (ICV) da grama aos 45, 105 e 165 DAA do lodo; e por Godoy, Villas Bôas e Backes (2012) que verificaram, aos 296 DAC, aumento linear da ICV das folhas da grama Santo

Agostinho com as doses de N (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹, divididas em três aplicações e utilizando como fonte a ureia). Nos trabalhos mencionados a ICV foi medida pelo clorofilômetro SPAD-502, diferente desse estudo, em que foi utilizado o clorofilômetro manual portátil (Falker) modelo CFL 1030.

Tabela 23 - Valores médios do ICF da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		ICF			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	16,1*	16,1	16,6	18,8*
	1	16,3	17,8	16,5	19,3
	2	15,9	17,3	16,5	19,3
	4	17,4	15,5	17,4	19,9
Herbicidas	Testemunha	16,1 a	17,5 a	17,3 a	19,3 a
	Imazaquin	16,3 a	17,5 a	16,8 a	19,7 a
	Imazethapyr	16,4 a	16,2 a	16,8 a	19,3 a
	Glyphosate	17,2 a	16,6 a	16,1 a	19,2 a
	Metsulfuron-methyl	16,3 a	15,6 a	16,8 a	19,0 a
D.M.S. (5%)		2,0	3,4	2,5	1,6
C.V. (%)		10,70	17,40	12,91	6,96
F_{Doses x Herbicidas}		1,95 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,63 ^{ns}	1,14 ^{ns}
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	16,7 ^{**}	16,0 ^{**}	16,2 ^{**}	16,7 ^{**}
	1	17,2	17,0	17,2	16,9
	2	17,2	17,2	17,5	17,7
	4	18,1	18,0	18,4	18,4
Herbicidas	Testemunha	17,1 a	16,8 a	17,4 a	17,3 a
	Imazaquin	16,8 a	17,3 a	18,1 a	17,0 a
	Imazethapyr	17,4 a	16,5 a	17,7 a	18,2 a
	Glyphosate	17,2 a	16,8 a	17,0 a	17,5 a
	Metsulfuron-methyl	18,0 a	16,9 a	17,3 a	17,2 a
D.M.S. (5%)		1,4	1,5	1,1	1,4
C.V. (%)		7,15	7,50	5,61	6,65
F_{Doses x Herbicidas}		0,54 ^{ns}	0,54 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,52 ^{ns}

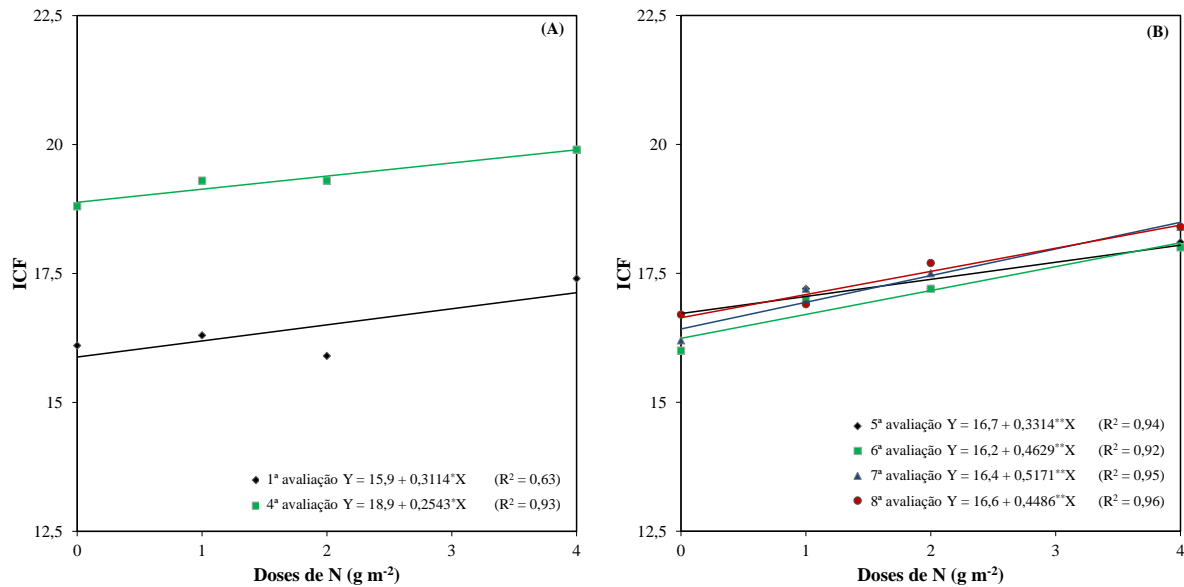
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

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

Fonte: Elaboração da própria autora.

Os maiores valores de ICF obtidos (dose de 4 g m⁻² de N) foram de 17,4, 19,9, 18,1, 18,0, 18,4 e 18,4 para a primeira, quarta, quinta, sexta, sétima e oitava avaliações, respectivamente. Dinalli (2011) verificou, em trabalho também desenvolvido em Ilha Solteira/SP, para a grama esmeralda adubada com 10 g m⁻² de N (fonte ureia), parcelada em

Figura 22 - Valores médios do ICF da grama esmeralda em função das doses de N. 1^a e 4^a avaliações (A) e 5^a, 6^a, 7^a e 8^a avaliações (B). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



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

Fonte: Elaboração da própria autora.

cinco aplicações ao ano, valores de ICF variando de 14,3 a 22,1, 30 dias após a adubação. Os valores obtidos na presente pesquisa estão dentro desse intervalo mencionado e próximo ao máximo valor citado.

Os resultados obtidos neste estudo confirmaram a assertiva de que doses maiores de N proporcionam coloração verde mais intensa nos gramados, 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).

Considerando os dados das oito avaliações, verificou-se correlação positiva entre as concentrações foliares de N e os valores de ICF ($r = 0,84^{**}$), assim como verificado por Backes et al. (2010b) e por Oliveira et al. (2010b), em grama esmeralda e por Oliveira et al. (2008), em grama bermuda. Segundo Oliveira et al. (2010b), a utilização de índice de cor verde da folha tem sido alternativa de estimar a concentração de N em diversas espécies, devido à relação entre o teor de clorofila e a concentração de N na planta, podendo esta medida ser utilizada para monitorar o estado em N dos gramados.

Os valores do ICF não diferiram quanto à aplicação dos herbicidas em relação à testemunha e entre eles (Tabela 23), sendo obtido intervalo de 15,6 a 19,7, valores que também ficaram dentro do intervalo verificado por Dinalli (2011).

4.9.2 Análise por imagem digital da parte aérea

O componente verde da imagem digital (G) não foi influenciado pelas doses de N nem pelos herbicidas aplicados (Tabela 24). Godoy (2005) não constatou, em grama Santo Agostinho, ajuste linear ou quadrático do G em função das doses de N (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹, divididas em três aplicações, utilizando como fonte a ureia) bem como em grama esmeralda em que o G também não foi influenciado pelas doses de N (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹, utilizando como fonte a ureia) nem pelo parcelamento das doses (em três ou seis aplicações). Entretanto, Backes et al. (2010b) verificaram que o G foi influenciado pelas doses de lodo de esgoto (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, sem parcelamento), aos 45 DAA, no entanto, não houve ajuste dos valores em função das doses aos 105 e 165 DAA. Portanto, 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.

Para o índice de cor verde escuro (ICVE) houve ajuste quadrático em função das doses de N em todas as avaliações, sendo o mesmo verificado para a matiz da cor verde da imagem da grama (H), com exceção da quinta avaliação (Tabela 24 e Figuras 23 A e B). Ao contrário, Godoy (2005) verificou que tanto a H quanto o ICVE foram ajustados linearmente em função das doses de N (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹, divididas em três aplicações, utilizando como fonte a ureia), nas três épocas de avaliação (192, 227 e 296 DAC) da grama Santo Agostinho. Já para a grama esmeralda, assim como no atual trabalho, o autor constatou para a H e o ICVE ajuste pelo modelo quadrático às doses de N (0, 25, 50, 75, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fonte a ureia), aos 90 DAC.

Na quinta avaliação, o maior valor do ICVE foi de 0,71, com a aplicação da dose de 2,06 g m⁻² de N; na sexta avaliação, foi de 0,66, com a aplicação da dose de 2,9 g m⁻² de N; na sétima avaliação foi de 0,74, com a aplicação da dose de 2,5 g m⁻² de N e na oitava avaliação foi de 0,76, com a aplicação da dose de 2,4 g m⁻² de N (Figura 23A); valores estes superiores aos constatados por Godoy (2005), de 0,53 para a grama adubada com 200 kg ha⁻¹ de N, aos 90 DAC; por Backes et al. (2010b) que constataram valor de 0,55 para a grama que recebeu a dose de 400 kg ha⁻¹ de N e por Karcher e Richardson (2003) que verificaram valores de ICVE de 0,45; 0,46 e 0,48 quando da aplicação de, respectivamente, 4,8; 7,2 e 9,6 g m⁻² de N (reaplicadas em quatro vezes). Nestes trabalhos a espécie estudada foi a grama esmeralda.

Tabela 24 - Valores médios dos resultados de G, ICVE e H das folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em quatro avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		G (adim.)			
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	139	146	101	103
	1	139	141	97	100
	2	140	144	98	101
	4	138	143	98	100
Herbicidas	Testemunha	143 a	148 a	95 a	97 a
	Imazaquin	138 a	143 a	99 a	101 a
	Imazethapyr	137 a	146 a	101 a	103 a
	Glyphosate	136 a	139 a	99 a	101 a
	Metsulfuron-methyl	141 a	142 a	99 a	102 a
D.M.S. (5%)		8	9	6	5
C.V. (%)		5,18	3,92	4,48	4,45
F_{Doses x Herbicidas}		0,51 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,65 ^{ns}
Tratamentos		ICVE (adim.)			
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	0,68*	0,61*	0,72**	0,73**
	1	0,69	0,64	0,75	0,76
	2	0,70	0,65	0,74	0,76
	4	0,68	0,65	0,74	0,75
Herbicidas	Testemunha	0,68 a	0,63 a	0,75 a	0,77 a
	Imazaquin	0,70 a	0,63 a	0,75 a	0,77 a
	Imazethapyr	0,70 a	0,63 a	0,73 a	0,75 a
	Glyphosate	0,68 a	0,65 a	0,74 a	0,76 a
	Metsulfuron-methyl	0,68 a	0,63 a	0,69 b	0,71 b
D.M.S. (5%)		0,03	0,04	0,03	0,03
C.V. (%)		3,37	6,56	3,90	3,83
F_{Doses x Herbicidas}		0,91 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,83 ^{ns}
Tratamentos		H (graus)			
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Doses de N (g m ⁻²)	0	87	79**	86*	88*
	1	89	83	90	92
	2	90	85	89	92
	4	89	86	89	91
Herbicidas	Testemunha	87 a	83 a	91 a	93 a
	Imazaquin	90 a	83 a	91 a	93 a
	Imazethapyr	89 a	83 a	89 a	90 a
	Glyphosate	88 a	86 a	90 a	92 a
	Metsulfuron-methyl	88 a	83 a	83 b	85 b
D.M.S. (5%)		4	7	4	4
C.V. (%)		3,05	7,10	4,25	4,30
F_{Doses x Herbicidas}		0,99 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,84 ^{ns}

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

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

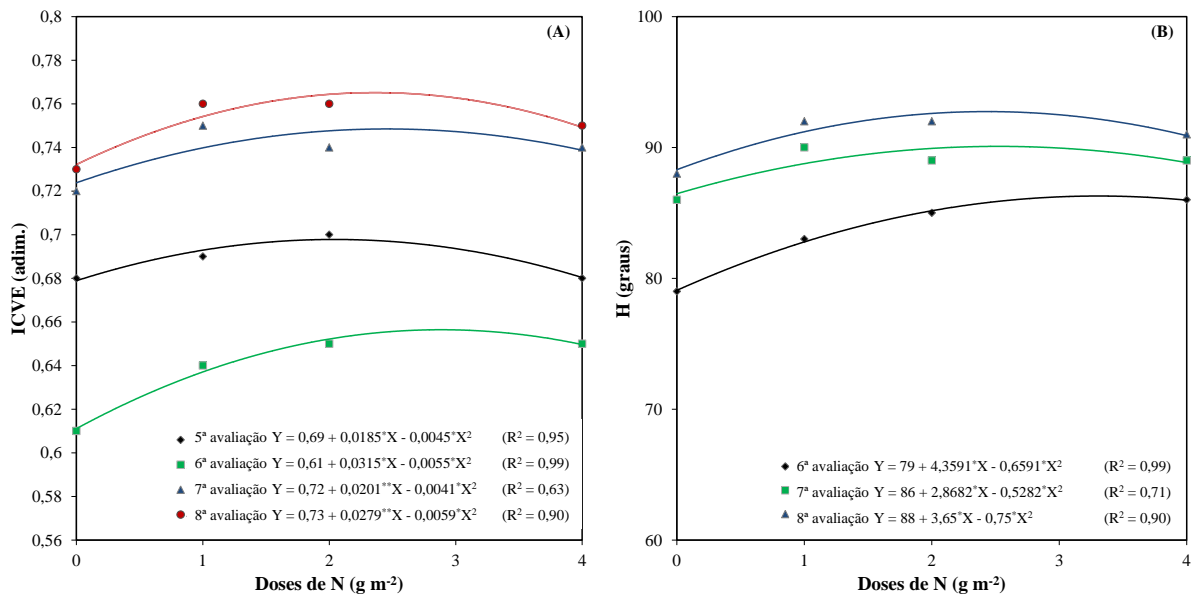
G - componente verde da imagem digital, adimensional (0 a 255)

ICVE - índice de cor verde escuro, obtida da imagem digital, adimensional (0 a 1).

H - matiz da cor verde, obtida da imagem digital, em graus (60° - amarelo e 120° - verde)

Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 23 - Valores médios do índice de cor verde escuro (ICVE) (A) e matiz (H) (B) das folhas da grama esmeralda em função das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.



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

Fonte: Elaboração da própria autora.

Os maiores valores da H foram de 86° (dose de 3,3 g m⁻² de N); 90° (dose de 2,7 g m⁻² de N) e 92° (dose de 2,4 g m⁻² de N), respectivamente, para a sexta, sétima e oitava avaliações. Em estudos com a grama esmeralda, Godoy (2005) verificou H de 87°, quando foram aplicados 150 e 200 kg ha⁻¹ de N, aos 90 DAC; Backes et al. (2010b) constataram valor de 98°, para a grama adubada com lodo de esgoto (400 kg ha⁻¹ de N) e Karcher e Richardson (2003) obtiveram valores de H de 83,6 a 86,6°, com a aplicação de 4,8; 7,2 e 9,6 g m⁻² de N (reaplicadas em quatro vezes), valores próximos aos obtidos no presente estudo. O menor valor (79°, obtido para a testemunha – sem adubação – na sexta avaliação) ficou mais próximo de 60°, valor da cor amarela, indicando perda da coloração verde intensa.

Com base nestes resultados, os máximos valores de ICVE e de H ficaram entre a dose de 2 e 4 g m⁻² de N.

Deve-se enfatizar que os trabalhos presentes na literatura científica brasileira utilizados para confrontar os resultados obtidos foram desenvolvidos em áreas de produção de tapetes de grama (GODOY, 2005; BACKES et al., 2010b), diferente do atual estudo.

Levando em conta os dados das quatro avaliações, houve correlação positiva do ICVE e do H com relação à concentração de N na folha, sendo respectivamente de $r = 0,81^*$ e $r = 0,83^*$. Assim como neste estudo, Backes et al. (2010b) obtiveram boa correlação 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. Já para o G foi constatada correlação linear negativa em relação a concentração foliar de N ($r = -0,75^{ns}$), 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).

As correlações verificadas para os componentes da imagem digital com relação à concentração de N nas folhas foram superiores, mas muito próximas da verificada para o ICF ($r = 0,84^{**}$), indicando que tanto a análise da 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.

Apesar de não ter sido constatada diferença quanto à aplicação dos herbicidas em relação à testemunha, quando da determinação do ICF (Tabela 23); na análise da imagem digital, tanto para o ICVE quanto para a H, houve diferença quando da aplicação do metsulfuron-methyl, o qual propiciou os menores resultados em relação à testemunha e aos demais herbicidas, na sétima (ICVE = 0,69 e H = 83°; ICVE = 0,75 e H = 91°, respectivamente, para o metsulfuron-methyl e a testemunha) e oitava avaliações (ICVE = 0,71 e H = 85°; ICVE = 0,77 e H = 93°, respectivamente, para o metsulfuron-methyl e a testemunha). Os valores de H constatados para este herbicida ficaram mais próximos à cor amarela (60°) quando comparados ao valor da testemunha e dos demais herbicidas (que variaram de 89 a 91° na sétima avaliação e de 90 a 93° na oitava avaliação), indicando a ocorrência de clorose nas folhas, causada pela redução da concentração de clorofila (BACKES et al., 2010b), o que pode ser explicado com base no modo de ação do herbicida, descrito anteriormente por Ferreira, Silva e Ferreira (2005) e por Oliveira Junior (2011). O último autor citado relata quando da aplicação deste herbicida além da paralisação do crescimento, em plantas susceptíveis, dentro de sete a dez DAA, ocorre o desenvolvimento de clorose internerval e/ou arroxamento foliar.

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 também como índice para auxiliar na determinação da dose de N adequada para a manutenção da mesma, como verificado por Godoy (2005), para a grama Santo Agostinho e esmeralda, e por Backes et al. (2010b) para a grama esmeralda, a análise da imagem digital teve ainda mais importância neste estudo auxiliando a inferir sobre alterações na coloração quando os herbicidas foram aplicados e, conseqüentemente, na escolha do melhor deles.

Com a finalidade de determinar a influência das doses de N na coloração verde das folhas antes e após a aplicação dos herbicidas, foi realizada a análise da imagem digital aos 7, 15 e 45 DAA das doses de N, sendo que aos 45 DAA os herbicidas já tinham sido aplicados.

Para o G não foi constatada influência das doses de N nem dos herbicidas (Tabela 25 e Figuras 24 A e B), sendo válidas as inferências feitas anteriormente.

Nas três épocas houve ajuste quadrático do ICVE e do H em função das doses de N (Tabela 25 e Figuras 24 A e B). Os máximos valores do ICVE foram de 0,69 (dose de 2,6 g m⁻² de N, 7 DAA), 0,72 (dose de 3,3 g m⁻² de N, 15 DAA) e 0,76 (dose de 2,4 g m⁻² de N, 45 DAA). Para o H foram de 86° (dose de 2,9 g m⁻²), 91° (dose de 3,4 g m⁻²) e de 92° (dose de 2,4 g m⁻²). Dessa forma, pôde-se constatar aumento desses valores com o passar do tempo, mesmo após o tratamento com os herbicidas. Os máximos valores de ICVE e de H ficaram entre a dose de 2 e 4 g m⁻² de N.

Houve correlação positiva do ICVE e do H com relação à concentração de N na folha, sendo respectivamente de $r = 0,93^{**}$ e $r = 0,99^{**}$. Por outro lado, para o G foi constatada correlação linear negativa em relação à concentração foliar de N ($r = -0,96^{**}$).

Aos 45 DAA das doses de N, o metsulfuron-methyl propiciou os menores valores de ICVE e H em relação à testemunha e aos demais herbicidas (ICVE = 0,71 e H = 85°; ICVE = 0,77 e H = 93°, respectivamente, para o metsulfuron-methyl e a testemunha) (Tabela 25). Os valores de H obtidos para este herbicida ficaram mais próximos à cor amarela (60°) quando comparados ao valor da testemunha e dos demais herbicidas (90-93°), indicando a ocorrência de clorose nas folhas, causada pela redução da concentração de clorofila (BACKES et al., 2010b), já justificada. Essa avaliação confirmou a afirmação de que dentro de sete a dez DAA do herbicida, ocorre o desenvolvimento de clorose internerval e/ou arroxamento foliar (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Tabela 25 - Valores médios dos resultados de G, ICVE e H das folhas da grama esmeralda obtidos na oitava avaliação em três épocas (7, 15 e 45 DAA das doses de N) em função dos tratamentos. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.

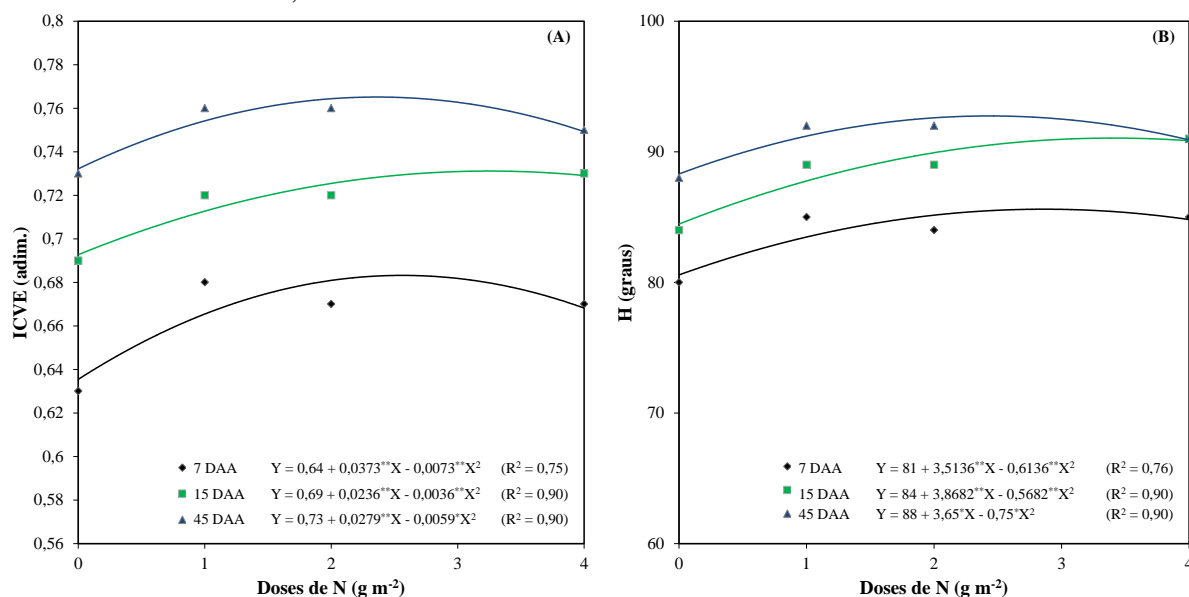
Tratamentos		G (adim.)		
		7 DAA	15 DAA	45 DAA
Doses de N (g m ⁻²)	0	127	115	103
	1	125	112	100
	2	125	112	101
	4	130	113	100
Herbicidas	Testemunha	127 a	113 a	97 a
	Imazaquin	127 a	113 a	101 a
	Imazethapyr	126 a	114 a	103 a
	Glyphosate	127 a	113 a	101 a
	Metsulfuron-methyl	126 a	112 a	102 a
D.M.S. (5%)		5	5	5
C.V. (%)		3,52	4,12	4,45
F _{Doses x Herbicidas}		1,45 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,65 ^{ns}
Tratamentos		ICVE (adim.)		
		7 DAA	15 DAA	45 DAA
Doses de N (g m ⁻²)	0	0,64 ^{**}	0,69 ^{**}	0,73 ^{**}
	1	0,68	0,72	0,76
	2	0,67	0,72	0,76
	4	0,67	0,74	0,75
Herbicidas	Testemunha	0,68 a	0,72 a	0,77 a
	Imazaquin	0,65 a	0,70 a	0,77 a
	Imazethapyr	0,67 a	0,72 a	0,75 a
	Glyphosate	0,67 a	0,72 a	0,76 a
	Metsulfuron-methyl	0,66 a	0,73 a	0,71 b
D.M.S. (5%)		0,04	0,03	0,03
C.V. (%)		4,08	3,35	3,83
F _{Doses x Herbicidas}		0,94 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,83 ^{ns}
Tratamentos		H (graus)		
		7 DAA	15 DAA	45 DAA
Doses de N (g m ⁻²)	0	80 ^{**}	84 ^{**}	88 [*]
	1	85	89	92
	2	84	89	92
	4	85	91	91
Herbicidas	Testemunha	86 a	89 a	93 a
	Imazaquin	82 a	86 a	93 a
	Imazethapyr	84 a	88 a	90 a
	Glyphosate	84 a	89 a	92 a
	Metsulfuron-methyl	84 a	89 a	85 b
D.M.S. (5%)		4	4	4
C.V. (%)		4,28	3,19	4,30
F _{Doses x Herbicidas}		1,16 ^{ns}	1,37 ^{ns}	0,84 ^{ns}

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

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

Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 24 - Valores médios do ICVE (A) e H (B) das folhas de grama esmeralda obtido na oitava avaliação em três épocas: 7, 15 e 45 DAA das doses de N. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.



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

Fonte: Elaboração da própria autora.

4.9.3 Fitointoxicação da parte aérea

Comparando as análises de ICF (Tabela 23), da imagem digital (Tabelas 24 e 25) e fitointoxicação (Tabela 26) 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 intuito de verificar se as possíveis diferenças avaliadas pelas duas outras análises seriam visualizadas com clareza pelos avaliadores.

Em todas as avaliações, verificou-se diferença para a porcentagem de fitointoxicação quando da aplicação dos herbicidas em relação à testemunha. As maiores porcentagens foram constatadas quando do uso do metsulfuron-methyl, destacando também o glyphosate na primeira avaliação (Tabela 26).

O herbicida, utilizado como regulador de crescimento, deve inibir o crescimento da grama sem afetar sua beleza e coloração verde característica (RODRIGUES; GODOY; ONO, 2004). Nesse sentido, o metsulfuron-methyl juntamente com o glyphosate destacou-se no controle do crescimento e da produção de matéria seca da grama (Tabelas 3, 4, 5 e 6) e não

Tabela 26 - Valores médios da porcentagem de fitointoxicação das folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. UNESP, Ilha Solteira/SP, 2012/13.

Tratamentos		Fitointoxicação (%)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Herbicidas	Testemunha	0,0 b	0,0 c	0,0 d	0,0 d
	Imazaquin	0,8 b	1,7 c	3,1 c	2,7 c
	Imazethapyr	0,0 b	2,9 c	0,0 d	0,0 d
	Glyphosate	6,7 a	7,1 b	6,7 b	7,5 b
	Metsulfuron-methyl	8,7 a	11,2 a	11,6 a	14,6 a
D.M.S. (5%)		2,8	3,1	2,6	2,3
C.V. (%)		63,93	55,85	47,47	39,26
		5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Herbicidas	Testemunha	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
	Imazaquin	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
	Imazethapyr	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
	Glyphosate	3,3 b	5,3 b	5,2 b	3,4 b
	Metsulfuron-methyl	9,7 a	11,7 a	11,4 a	10,0 a
D.M.S. (5%)		1,2	1,5	1,4	1,3
C.V. (%)		38,19	38,01	37,23	42,37

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

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

Fonte: Elaboração da própria autora.

diferiu da testemunha quanto ao ICF, assim como os demais herbicidas (Tabela 23). No entanto, este herbicida afetou com maior intensidade a estética do gramado proporcionando menores valores de H e ICVE (Tabelas 24 e 25) bem como maiores porcentagens de fitointoxicação (Tabela 26). Nas parcelas que receberam a aplicação do metsulfuron-methyl constatou-se amarelecimento intenso, com as folhas adquirindo aspecto de queimado (cor verde mais opaca) e também a densidade do gramado foi prejudicada (gramado com falhas) (Figura 25). Onde o glyphosate foi aplicado, houve leve amarelecimento sem comprometer a qualidade estética (coloração verde intensa) (Figura 26). Os sintomas causados pelo metsulfuron-methyl seriam classificados, de acordo com Costa et al. (2010a) como moderados na segunda (11,2%), terceira (11,6%), quarta (14,6%) sexta (11,7%) e sétima (11,4%) avaliações e como leves na primeira (8,7%), quinta (9,7%) e oitava (10,0%) avaliações; enquanto que os sintomas causados pelo glyphosate seriam classificados como leves em todas as avaliações (3,3 a 7,5%) (Tabela 26).

Grichar e Havlak (2010), avaliando os efeitos da aplicação de herbicidas em grama Santo Agostinho, também constataram, 10 DAA do herbicida, que o metsulfuron-methyl

Figura 25 - Sintomas visuais de fitotoxidez verificados na quinta avaliação quando da aplicação do metsulfuron-methyl (B) em relação à testemunha (A). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.



Obs.: As fotos foram tiradas a mesma altura, utilizando-se da estrutura para obtenção da imagem digital.
Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 26 – Sintomas visuais de fitotoxidez verificados na quinta avaliação quando da aplicação do glyphosate (C) em relação à testemunha (A). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.



Obs.: As fotos foram tiradas a mesma altura, utilizando-se da estrutura para obtenção da imagem digital.
Fonte: Elaboração da própria autora.

(14,17 g ha⁻¹ do i. a.) causou injúria significativa (amarelecimento). O contrário foi verificado por Rogers (1985) que notou, por período de até 77 DAA, que a aplicação do herbicida (140g ha⁻¹ do i. a.) foi efetiva no controle da altura de grama batatais e não causou danos e por Costa et al. (2010b), que avaliando a aplicação do herbicida (2,4 g ha⁻¹ do i. a.) em grama Santo Agostinho constataram sintoma de fitointoxicação leve (< 10%), por período máximo de 14 DAA, sendo que a partir desta data os sintomas desapareceram. A fitointoxicação causada pelo metsulfuron-methyl também pode ser explicada enfocando seu modo de ação, descrito anteriormente por Ferreira, Silva e Ferreira (2005) e por Oliveira Junior (2011).

Diferente dos resultados verificados no presente estudo, Fry (1991) verificou, 28 DAA, que apesar de o glyphosate (600 g ha⁻¹ do i. a. – dose três vezes superior a utilizada no atual estudo) ter reduzido em 22% a altura da grama centípede (*Eremochloa ophiuroides*), o gramado apresentou clorose severa (amarelecimento intenso) com baixa densidade, apresentando-se desuniforme. O leve amarelecimento relatado na presente pesquisa quando da aplicação do glyphosate 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⁻¹ do i. a.). Outra justificativa pode estar ligada aos efeitos do herbicida sobre a inibição da formação de clorofila (COLE; CASELEY; DODGE, 1983), além de seu modo de ação, que implica em redução na eficiência fotossintética, menor produção de aminoácidos aromáticos e clorose foliar (CASTRO; MESCHEDÉ, 2009; OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

A aplicação do imazaquin e do imazethapyr não causou injúrias (fitointoxicação) ao gramado que diferissem da testemunha, na primeira, segunda, quinta, sexta, sétima e oitava avaliações. O imazethapyr também não diferiu da testemunha na terceira e quarta avaliações, tendo ausência de fitotoxicidade (Tabela 26). Embora o imazethapyr e o imazaquin não tenham produzido injúrias significativas na parte aérea do gramado estes não tiveram, de modo geral, destaque no controle do crescimento e na redução da produção de matéria seca foliar do gramado em relação à testemunha (Tabelas 3, 4, 5 e 6). Para as injúrias causadas pelo imazaquin foram atribuídas porcentagens de 0 a 3,1 sendo classificados como sintomas leves. Para o imazethapyr, apenas na segunda avaliação foi atribuída porcentagem de 2,9, também considerado sintoma leve (COSTA et al., 2010a). Quando o imazaquin (420 g ha⁻¹ do i. a.) foi aplicado em grama batatais, Goatley Junior, Maddox e Watkins (1996) verificaram leve descoloração, 14 DAA, no entanto, esta desapareceu 56 DAA. No presente estudo, também foi verificada leve descoloração (Figura 27), mas aos 30 DAA. Johnson (1990) verificou que o imazethapyr (80 g ha⁻¹ do i. a.) causou injúrias severas, maiores que 30% (injúria inaceitável com necrose de moderada a severa) em grama batatais, 14 e 28 DAA. Porém, 42 e 56 DAA essa porcentagem diminuiu, respectivamente, para 6 e 3% (leve descoloração), semelhante ao notado nesta pesquisa com a grama esmeralda, uma vez que o herbicida também foi aplicado na dose de 80 g ha⁻¹ do i. a. e propiciou o surgimento de sintoma leve (Figura 28), 30 DAA, apenas em uma avaliação e ausência de injúrias nas demais.

Embora, neste estudo, tenham sido ausentes ou leves, o efeito fitotóxico das

Figura 27 – Sintomas visuais de fitotoxidez verificados na quinta avaliação quando da aplicação do imazaquin (D) em relação à testemunha (A). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.



Obs.: As fotos foram tiradas a mesma altura, utilizando-se da estrutura para obtenção da imagem digital.
Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 28 – Sintomas visuais de fitotoxidez verificados na quinta avaliação quando da aplicação do imazethapyr (E) em relação à testemunha (A). UNESP, Ilha Solteira/SP, 2013.



Obs.: As fotos foram tiradas a mesma altura, utilizando-se da estrutura para obtenção da imagem digital.
Fonte: Elaboração da própria autora.

imidazolinonas (imazaquin e imazethapyr) é causado, segundo Kraemer et al. (2009), pelo seu modo de ação, podendo ocorrer o desenvolvimento de clorose internerval e, ou arroxamento foliar, sintomas semelhantes aos causados pelo metsulfuron-methyl, já que esses herbicidas atuam na inibição da mesma enzima (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

5 CONCLUSÕES

Doses de 10 a 20 g m⁻² de N, parceladas em cinco vezes ao ano, proporcionaram concentração de nutrientes suficiente e coloração verde intensa para a manutenção da grama esmeralda irrigada.

Os herbicidas metsulfuron-methyl e glyphosate destacaram-se no controle do crescimento do gramado, sendo que o segundo não prejudicou a qualidade estética da grama, destacando-se como herbicida que possa ser utilizado como regulador do crescimento de grama esmeralda na dose de 200 g ha⁻¹ do i. a.

REFERÊNCIAS

- 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.
- 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>. Acesso em: 15 abr. 2013.
- ARIGONI, P. Balanço do projeto Grama Legal. 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. 80-90.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL. **Por que grama legal?** 2012. 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 Agrônomicas, 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.
- BASF. **Pivot®**. 2003. Disponível em: <http://www2.dupont.com/DuPont_Crop_Protection/pt_BR/assets/downloads/bula/Pivot_bula_2.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2012.

BAUERMANN, G. **Medição de área foliar**. 2009. Disponível em:
<<http://www.imagesurvey.com.br>>. Acesso em: 13 abr. 2013.

BIANCHI, M. A. Sintomas e danos de metsulfuron-methyl em soja. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 114, p. 10-12, 2009. Disponível em:
<http://www.plantiodireto.inf.br/?body=cont_int&id=959>. Acesso em: 03 jan. 2014.

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.

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.

CANAL RURAL. **Mercado de grama cresce 60% nos últimos dez anos, segundo a Associação Nacional Grama Legal**. (18/01/2013). Disponível em:
<<http://videos.ruralbr.com.br/canalrural/video/rural-noticias/2013/01/mercado-grama-cresce-nos-ultimos-dez-anos-segundo-associaco-nacional-gramalegal/10546/>>. Acesso em: 29 out. 2013.

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

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. **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. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 145-152.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; ARANDA, A. N. Seletividade de herbicidas a cinco tipos de gramas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 273-278, 2001. Disponível em:
<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.

COREL. **Corel PhotoPaint**. v. 10.4. Corel Corporation and Corel Corporation Limited, USA. 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. p. 189-197.

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, 2010a, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010a. Disponível em: <http://www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII_CBCPD/PDFs/064.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2012.

COSTA, N. V.; MARTINS, D.; RODRIGUES, A. C. P.; CARDOSO, L. A. Seletividade de herbicidas aplicados em grama Santo Agostinho (*Stenotaphrum secundatum*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010b, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010b. Disponível em: <http://www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII_CBCPD/PDFs/063.pdf>. Acesso em: 09 out. 2012.

DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES, WATER AND ENVIRONMENT.

Metsulfuron-methyl. Tasmania, 2002. Disponível em: <[http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/EGIL-57A2NL/\\$FILE/METSULFURON-METHYL.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/EGIL-57A2NL/$FILE/METSULFURON-METHYL.pdf)>. Acesso em: 03 abr. 2013.

DEVINE, M. D. Phloem translocation of herbicides. **Reviews of Weed Science**, Champaign, v. 4, p. 191-213, 1989. Disponível em: <http://agricola.nal.usda.gov/cgi-bin/Pwebrecon.cgi?Search_Arg=IND90045905&DB=local&CNT=25&Search_Code=GKEY&STARTDB=AGRIDB>. Acesso em: 26 nov. 2011.

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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

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, 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>. Acesso em: 03 jan. 2014.

FARM, D. Toxicologia do glyphosate e análise de risco. In: VELINI, E. D.; MESCHEDÉ, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 135-144.

FERREIRA, C. R. F. **Reguladores Vegetais para gramados**. 2012. Disponível em: <<http://agronomos.ning.com/profiles/blogs/reguladores-vegetais-para-gramados>>. Acesso em: 31 out. 2013.

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>. 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* Flüggé)**. 2002. 42 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

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.

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. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 17-19.

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.

GLOBO RURAL. **Excesso de grama no mercado faz cair o preço do produto em SP.** (17/06/2013). Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2013/06/excesso-de-grama-no-mercado-faz-cair-o-preco-do-produto-em-sp.html>>. Acesso em: 13 ag. 2013.

GOATLEY JUNIOR, J. M.; MADDOX, V. L.; WATKINS, R. M. Growth regulation of bahiagrass (*Paspalum notatum* Fluegge) with imazaquin and AC 263,222. **HortScience**, Alexandria, v. 31, n. 3, p. 396-399, 1996. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/31/3/396.full.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2012.

GOATLEY JUNIOR, J. M.; MADDOX, V. L.; WATKINS, R. M. Growth regulation of common bermudagrass (*Cynodon dactylon*) with imazaquin and AC 263,222. **Weed Technology**, Champaign, v. 7, n. 3, p. 746-750, 1993. Disponível em: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/3987721?uid=3737664&uid=2&uid=4&sid=21103412697383>>. Acesso em: 09 set. 2012.

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.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; SANTOS, A. J. M. **Nutrição, adubação e calagem para produção de grammas.** 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.; VILAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: produção, implantação e manutenção, 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: GEMFER, 2003. p. 114-160.

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

GRICHAR, W. J.; HAVLAK, R. D. Evaluating herbicidal injury to St. Augustinegrass in sod production. **The Texas Journal of Agriculture and natural Resource**, Texas, v. 22, n. 1, p. 74-81, 2010. Disponível em:

<[http://www.tarleton.edu/Departments/txjanr/Volumes/Vol%2022%20-%202009/V22%20\(74-81\)%202007-05.pdf](http://www.tarleton.edu/Departments/txjanr/Volumes/Vol%2022%20-%202009/V22%20(74-81)%202007-05.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2012.

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%89CIAS%20E%20VARIADADES%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.; MESCHÉDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 11-16.

IMAGEJ. **Image processing and analysis in Java** - versão 1.45, 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. 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.

KRAEMER, S. F.; MARCHESAN, E.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O.; GROHS, M. Destino ambiental dos herbicidas do grupo das imidazolinonas – Revisão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 629-639, 2009. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/pd/v27n3/25.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2013.

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.

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>. 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.; 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.

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. **Glyphosate.** Botucatu: FEPAF, 2009. p. 21-30.

MACIEL, C. G. D.; 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, 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.; POLETINE, J. P.; RIBEIRO, R. B.; RAIMONDI, M. A.; RODRIGUES, M. Avaliação do controle químico de plantas daninhas e da fitointoxicação em gramado de grama-batatais. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 3, SIGRA, 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2006a. 1 CD-ROM.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; VELINE, E. D.; RIBEIRO, R. B.; RAIMONDI, M. A.; RODRIGUES, M. Avaliação do herbicida imazethapyr e do safener anidrido naftálico aplicados isolados e/ou em misturas de tanque no desenvolvimento da grama-batatais (*Paspalum notatum* Flügge). In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 3, 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2006b. 1 CD-ROM.

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.

MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R.; KARAM, D.; FERREIRA, P. C.; ARAÚJO, S. G. A.; VIANA, M. C. V.; PEDROSA, M. W. Seletividade de herbicidas na cultura do girassol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39651/1/Seletividade-herbicidas-1.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2012.

MATEUS, C. M. D.; CASTILHO, R. M. M. Adubação de manutenção em grama-esmeralda. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 6, n. 2, p. 11-16, 2012. Disponível em: <http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v6_n2_jun/tca6203.pdf>. Acesso em: 23 maio 2013.

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.

MELO, A. **Manutenção de campos de futebol**. 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. **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.

MONQUEIRO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DIAS, C. T. S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 419-425, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v18n3/05.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

NORTOX. **Imazaquin Ultra Nortox**. Bula, 2002. Disponível em: <http://www.nortox.com.br/imagens/produtos/imazaquin_bula.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2013.

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, 2010, 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, 2010, 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>. Acesso em: 14 abr. 2012.

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

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, 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.

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. **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/plantanalysisiturf/index.html>>. Acesso: 05 ago. 2009.

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** (Boletim Técnico 100). 2 ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p.

REGITANO, J. B.; ALLEONI, L. R. F.; TORNISIELO, V. L. Atributos de solos tropicais e sorção de imazaquin. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 801-807, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n4/6301.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

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. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 153-178.

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, 23, 2011, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, 2011. Disponível em: <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>. Acesso em: 10 jan. 2014.

RODRIGUES, B. N; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: Ed. Autores, 1998. 648 p.

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

RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; CAMPOS, C. F.; MARTINS, C. C.; PEREIRA, M. R. R.; SILVA, J. I. C. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência em gramíneas forrageiras. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 625-633, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v29n3/17.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2012.

ROGERS, J. N. **Influence of metsulfuron-methyl and sulfometuron-methyl on growth of Bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)**. 1985. 21 f. Dissertação (Mestrado) - University of Arkansas, Arkansas, 1985.

ROGERS, J. N.; MILLER, E. M.; KING, J. M. Growth retardation of bermudagrass with metsulfuron-methyl and sulfometuron methyl. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 2, p. 225-229, 1987. Disponível em: <<https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/79/2/AJ0790020225?access=0&view=pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

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.

SHANER, D. L.; SINGH, B. K. Phytotoxicity of acetohydroxyacid synthase inhibitors is not due to accumulation of 2-ketobutyrate and/or 2-aminobutyrate. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 103, n. 4, p. 1221-1226, 1993. Disponível em: <<http://www.plantphysiol.org/content/103/4/1221.full.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 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>. Acesso em: 28 abr. 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. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

SILVA, J. A. A.; SANTOS, M. A.; KARAM, D. Doses de imazethapyr e nicosulfuron para o manejo de grama-batatais (*Paspalum notatum*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39681/1/Doses-imazethapyr.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2012.

SILVA, R. A.; MATSUMOTO, S. N.; BARBOSA, G. M.; COSTA, R. Q.; OLIVEIRA, M. N. Aplicação de subsodes 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.es.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2014.

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.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.** Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.

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/FEPAP, 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.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Census of agriculture 2007:** United States, summary and state datas. Geographic Area Series, v. 1, part 51, 2009. Disponível em: <http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Full_Report/usv1.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2012.

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/FEPAP, 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. 2009. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009a. p.113-133.

VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009b. 496 p.

XIAO-YING, W.; HU, T.; WANG, Q.; TIAN, L.; ZHANG, X; TIAN, K. Growth of Kentucky Bluegrass as Influenced by Nitrogen and Trinexapac-ethyl. **Agricultural Sciences in China**, Hong Kong, v. 8, n. 12, p. 1498-1502, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1671292708603648>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

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. (Eds.). **Tópicos atuais em gramados II**. Botucatu: FEPAF, 2010. p. 47-53.