

ADUBAÇÃO NITROGENADA E HERBICIDAS COMO REGULADORES DE CRESCIMENTO NAS CONCENTRAÇÕES DE MICRONUTRIENTES DA GRAMA ESMERALDA

Raíssa Pereira Dinalli Gazola¹, Salatiér Buzetti², Rodolfo de Niro Gazola³, Regina Maria Monteiro de Castilho⁴, Thiago de Souza Celestrino⁵

Resumo: A realização de adubação nitrogenada em gramados propicia a manutenção da cor verde, ideal no aspecto estético, porém há maior crescimento da parte aérea, aumentando o número de cortes e, assim, os gastos com manutenção. Os micronutrientes são essenciais ao crescimento e desenvolvimento dos gramados, apesar de serem exigidos em menores quantidades. Portanto, faz-se necessário monitorar seu estado nutricional. Dessa forma, objetivou-se avaliar a adubação nitrogenada e o efeito de herbicidas como reguladores de crescimento nas concentrações foliares de micronutrientes da grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.). O experimento foi conduzido em Argissolo Vermelho, de junho/2012 a dezembro/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 (200, 420, 80 e 140 g ha⁻¹ do ingrediente ativo (i.a.), respectivamente) e a testemunha (sem herbicida); e três doses de nitrogênio (N) (fonte ureia): 5, 10 e 20 g m⁻², parceladas em cinco aplicações ao ano, além do tratamento sem N. Posteriormente, avaliaram-se as concentrações foliares de micronutrientes. Doses de 10 a 20 g

¹Engenheira Agrônoma, Doutoranda. Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, Rua Monção, 226, Zona Norte, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. raissa_dinalli@terra.com.br

²Engenheiro Agrônomo, Professor Titular. Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, Rua Monção, 226, Zona Norte, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

³Engenheiro Agrônomo, Doutorando. Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, Rua Monção, 226, Zona Norte, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

⁴Engenheira Agrônoma, Professora Doutora. Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, Rua Monção, 226, Zona Norte, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutorando. Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, Rua Monção, 226, Zona Norte, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

m⁻² de N, parceladas em cinco vezes ao ano, propiciaram concentrações adequadas de micronutrientes foliares da grama esmeralda e não houve influência dos herbicidas nas concentrações de micronutrientes nas folhas, portanto, recomenda-se o glyphosate (200 g ha⁻¹ do i.a.), herbicida de baixo custo, como regulador de crescimento da espécie estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição de plantas. *Zoysia japonica* Steud. Manutenção de gramados.

NITROGEN FERTILIZATION AND HERBICIDES AS GROWTH REGULATORS IN MICRONUTRIENT CONCENTRATIONS OF ZOYSIAGRASS

Abstract: The realization of nitrogen fertilization in grasses provides the maintenance of the green color, ideal aesthetic aspects, but there is more shoot of growth, increasing the number of cuts and thus the maintenance costs. Micronutrients are essential to the growth and development of grasses, although required in smaller quantities. Therefore, it is necessary to monitor their nutritional status. Thus, this study aimed to evaluate the nitrogen fertilization and the effect of herbicides as growth regulators on foliar micronutrients of zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.). The experiment was conducted on an Ultisol, 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 (200, 420, 80 and 140 g ha⁻¹ active ingredient (a.i.), respectively) besides a control (without herbicide); and three nitrogen (N) rates (source urea): 5, 10 and 20 g m⁻² besides a control (without N) split in five times during the year. After, were evaluated the concentration of micronutrients in leaves of turfgrass. Nitrogen rates of 10 to 20 g m⁻², split in five times during the year, provided adequate concentrations of the foliar micronutrients of zoysiagrass and was not influence of herbicides on micronutrient concentrations in the leaves, therefore, it is recommended the glyphosate (200 g ha⁻¹ of a.i.), herbicide of low cost, as growth regulator of the studied species.

KEYWORDS: Plant nutrition. *Zoysia japonica* Steud. Maintenance of grasses.

INTRODUÇÃO

Como benefícios da utilização de gramado têm-se sua ação antierosiva (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 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 (JIMÉNEZ, 2008).

A grama esmeralda é originária da Ásia e foi trazida ao Brasil no início da década de 80, tornando-se sucesso no mercado pela sua facilidade de produção e qualidade de tapetes. É utilizada na maioria dos jardins residenciais brasileiros, desenvolve-se bem em sol pleno e é resistente ao pisoteio (GURGEL, 2012; GODOY et al., 2012).

As gramas, assim como as demais espécies de plantas, necessitam de todos os macro: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e micronutrientes: ferro (Fe), manganês

(Mn), boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn) e molibdênio (Mo), para o seu crescimento e desenvolvimento (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). Cabe enfatizar que, a adequada adubação e nutrição e a adubação, para a maioria das culturas, são essenciais para propiciar boa produtividade. Para gramados, ambas são importantes para as características qualitativas e, em áreas de produção de gramas, para o tempo de formação dos tapetes (GODOY et al., 2012).

Mesmo sendo importantes na tolerância a estresses, doenças e no processo fotossintético, os sintomas visuais de deficiência dos micronutrientes são raramente observados em gramados, o que faz com que a adubação com micronutrientes seja suprimida em algumas situações (GODOY et al., 2012).

O N, nutriente exigido em maiores quantidades pelas gramas (GODOY et al., 2012), é 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) e as 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).

Dessa forma, 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), podem ser usados para minimizar os efeitos negativos da adubação nitrogenada na cultura. Tais herbicidas devem reduzir o crescimento foliar sem prejudicar a nutrição do vegetal, sendo necessários, portanto, estudos nesse âmbito.

No Brasil, de maneira geral, são escassos estudos referentes à manutenção de gramados já implantados, e estes são menores ainda quando se trata de avaliações de micronutrientes foliares. Porém, como mencionado, esses têm também importância para os gramados. E, no País, não há valores de referência da concentração de nutrientes na folha das gramas (GODOY, 2005), sendo que para as comparações e inferências dos resultados das pesquisas realizadas em condições brasileiras são utilizadas, geralmente, fontes internacionais, como a

de Mills e Jones Junior (1996). Por isso, mesmo que no atual trabalho tenha sido realizada apenas a adubação com N, faz-se necessário monitorar o estado nutricional em micronutrientes da grama e publicar os resultados de tais avaliações.

Portanto, objetivou-se avaliar a adubação nitrogenada e o efeito de herbicidas como reguladores de crescimento nas concentrações foliares de micronutrientes da grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre junho de 2012 e dezembro de 2013, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, com latitude 20° 22' 23,5''S, longitude 51° 22' 12,6''O e altitude de 330 m, no município de Ilha Solteira/SP, sendo o solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico areno-argiloso (EMBRAPA, 2013).

Antes do plantio dos tapetes de grama esmeralda, foi realizado o preparo do solo com arado de discos, gradagem leve e posterior nivelamento. Os resultados da análise química inicial do solo (0-20 cm) da área experimental, realizada em

junho de 2012, segundo a metodologia de Raij et al. (2001) foram 16 mg dm⁻³ de P (resina); 18 g dm⁻³ de M.O.; 4,8 de pH (CaCl₂); K, Ca, Mg, H+Al = 2,3; 12,0; 4,0 e 22,0 mmol_c dm⁻³, respectivamente; S-SO₄⁻² = 10 mg dm⁻³; B, Cu, Fe, Mn e Zn = 0,33; 1,6; 79; 21,7 e 4,0 mg dm⁻³, respectivamente e V% de 45. A calagem foi realizada aplicando-se a lanço sobre a superfície do solo 1,2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT de 85%), incorporado a 20 cm, visando elevar a saturação por bases (V%) a 70% (GODOY et al., 2012). Após a calagem, foi feita a adubação com fósforo (P) e potássio (K), utilizando como fonte, respectivamente, o superfosfato triplo (45% de P₂O₅) e o cloreto de potássio (60% de K₂O), ambos aplicados na dose de 10 g m⁻² ano⁻¹, em única vez. Posteriormente, foi realizada novamente a análise química do solo (0-20 cm), segundo a metodologia de Raij et al. (2001), cujos resultados foram 26 mg dm⁻³ de P (resina); 17 g dm⁻³ de M.O.; 6,6 de pH (CaCl₂); K, Ca, Mg, H+Al = 2,7; 28,0; 22,0 e 11,0 mmol_c dm⁻³, respectivamente; S-SO₄⁻² = 2,5 mg dm⁻³; B, Cu, Fe, Mn e Zn = 0,11; 1,1; 35; 6,2 e 2,2 mg dm⁻³, respectivamente e V% de 83.

A grama esmeralda foi plantada por tapetes (63 x 40 cm) e irrigada por aspersão, durante a condução do

experimento. O início da aplicação dos tratamentos (doses de N e herbicidas) foi realizado aos 45 dias após a implantação, quando o gramado estava formado, ou seja, enraizado. 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 herbicida); e três doses de N: 5, 10 e 20 g m⁻², além do tratamento sem N, parceladas em cinco aplicações durante o ano.

As doses de N utilizadas neste experimento foram baseadas no trabalho de Dinalli (2011), que utilizou a dose de 10 g m⁻² de N, parcelada em cinco vezes ao ano, e relatou que a mesma propiciou concentrações foliares 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, em: 16/09 e 30/10 de 2012, 06/01, 23/02, 14/04, 05/07, 14/09 e 01/11 de 2013, respectivamente, para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta, sexta, sétima e oitava avaliações. Após cada adubação, o gramado foi

irrigado visando diminuir as perdas por volatilização do N.

Os herbicidas foram aplicados 15 e 30 dias após as adubações, respectivamente, para os meses correspondentes a primavera/verão e ao outono/inverno, pois, em condições brasileiras, no outono/inverno o crescimento da grama não é tão intenso quanto na primavera/verão. As aplicações foram feitas pela manhã, em condições de temperaturas amenas, utilizando-se de pulverizador costal pressurizado a base de CO₂ provido de tanque com capacidade de 2 L (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 trabalho de 3 psi. Durante a aplicação, mesmo não havendo a ocorrência de ventos, as parcelas foram protegidas lateralmente com lona plástica, para evitar deriva de calda pulverizada às parcelas adjacentes. As aplicações de herbicidas ocorreram em 30/09 e 13/11 de 2012, 21/01, 08/03, 14/05, 05/08, 27/09 e 16/11 de 2013, respectivamente, para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta, sexta, sétima e oitava avaliações.

Foram realizadas oito avaliações das concentrações foliares dos micronutrientes, 30 dias após a aplicação dos herbicidas,

em: 30/10 e 15/12 de 2012, 22/02, 08/04, 14/06, 05/09, 27/10 e 16/12 de 2013. Posteriormente às coletas de material vegetal, o gramado foi aparado utilizando-se de roçadeira a gasolina com coletor de aparas, para uniformizar o tamanho da grama nos tratamentos, sempre mantendo a altura próxima de 3 cm do nível do solo.

Coletaram-se, rente ao solo, com tesoura manual, as folhas contidas em 1 m², com três repetições por parcela para compor amostra composta, sendo esta acondicionada em sacos de papel identificados e secas à estufa a 65°C, por 72 horas. Após, as amostras foram moídas e enviadas ao laboratório para a determinação das concentrações dos micronutrientes nas folhas do gramado, segundo a metodologia de Malavolta et al. (1997).

Os dados foram analisados estatisticamente 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 do programa SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na terceira avaliação dos micronutrientes foliares, aos 30 dias após a

aplicação dos herbicidas, houve incremento linear das concentrações foliares de Cu com o aumento das doses de N (Figura 1). 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 dias após a aplicação (DAA).

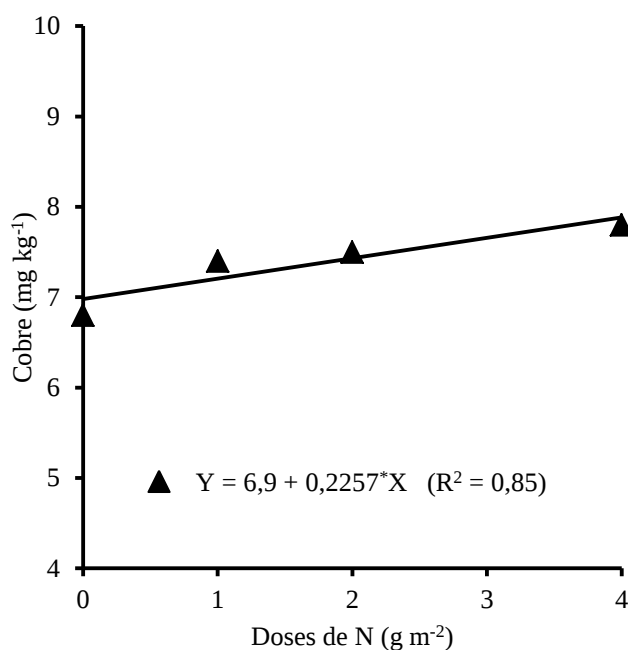


Figura 1. Valores médios das concentrações de Cu nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. * - significativo a 5% pelo teste F.

A aplicação do glyphosate propiciou a menor concentração de Cu quando comparado com o imazaquin, diferindo deste, na terceira avaliação (Tabela 1). Apesar de ter sido verificado efeito do

glyphosate em apenas uma avaliação, a aplicação do herbicida pode alterar a disponibilidade de micronutrientes na planta (MESCHEDE et al., 2009).

Tabela 1. Valores médios das concentrações de Cu nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. Ilha Solteira/SP.

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

Doses de N = 1, 2 e 4 (5, 10 e 20 g m⁻² de N, parceladas em cinco aplicações ao ano). Herbicidas = Imazaquin, imazethapyr, glyphosate e metsulfuron-methyl (doses de, respectivamente, 420; 80; 200 e 140 e 140 g ha⁻¹ do i.a.).

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 (sexta avaliação, dose de 1 g m⁻² de N) a 13,3 mg kg⁻¹ de Cu (segunda avaliação, dose de 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) (Tabela 1). 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 (dados expostos no item Material e Métodos), favorecendo a maior absorção do nutriente pela planta, posto que teores acima de 0,8 mg dm⁻³ são considerados altos por Raij et al. (1997).

Não houve ajuste para as concentrações foliares de Fe com relação

às doses de N aplicadas (Tabela 2). 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.

Após a aplicação dos herbicidas, houve diferença das concentrações de Fe foliares na primeira e quinta avaliações (Tabela 2), sendo que na primeira avaliação o maior valor foi obtido 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. Como mencionado, a aplicação do glyphosate pode alterar a disponibilidade de micronutrientes na planta (MESCHEDE et al., 2009). Para o metsulfuron-methyl, a mesma afirmação poderia ser válida.

O Fe é constituinte de citocromos e ferro-proteínas não heme envolvidas na fotossíntese, fixação de N₂ e respiração das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013), bem como

participante da síntese de clorofila relevante manter concentrações foliares (GODOY et al., 2012), influenciando a adequadas do nutriente. coloração verde do gramado, sendo

Tabela 2. Valores médios das concentrações de Fe nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. Ilha Solteira/SP.

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.

Doses de N = 1, 2 e 4 (5, 10 e 20 g m⁻² de N, parceladas em cinco aplicações ao ano). Herbicidas = Imazaquin, imazethapyr, glyphosate e metsulfuron-methyl (doses de, respectivamente, 420; 80; 200 e 140 e 140 g ha⁻¹ do i.a.).

Após a adubação nitrogenada, as concentrações de Fe nas folhas do gramado variaram de 105,5 (na quarta avaliação, com 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 mg kg⁻¹ (na primeira avaliação, quando o metsulfuron-methyl foi utilizado) (Tabela 2). 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.

Houve diminuição linear das concentrações foliares de Mn com o aumento das doses de N, na segunda, quinta, e sexta avaliações (Figura 2). 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.

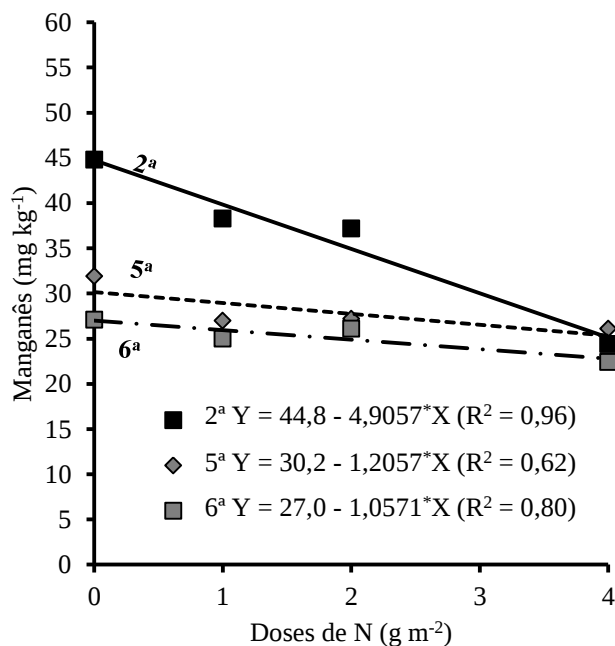


Figura 2. Valores médios das concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. * - significativo a 5% pelo teste F.

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. 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 após a aplicação dos herbicidas (Tabela 3), sendo que as mesmas 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 à doenças (GODOY et al., 2012), portanto, é ideal que a planta apresente concentrações adequadas deste nutriente.

As concentrações de Zn na folha da grama esmeralda aumentaram linearmente com o incremento das doses de N, na terceira, quinta e oitava avaliações (Figura 3). 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 íon acompanhante (MALAVOLTA, 2006). Deve-se considerar ainda que o aumento do sistema radicular proporciona maior absorção do nutriente presente no solo (BACKES, 2008).

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 (Figura 3 e Tabela 4). 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 (Tabela 4). O Zn é ativador enzimático, atuando na síntese de proteínas e do triptofano, precursor da auxina (GODOY et al., 2012) e, como os demais micronutrientes, deve estar presente em concentrações adequadas nas plantas.

Na quinta e oitava avaliações, houve diferença das concentrações foliares de Zn após a aplicação do metsulfuron-methyl (maior valor) em relação ao glyphosate (menor valor), mas ambos não diferiram dos valores da testemunha nem dos demais herbicidas (Tabela 4). Nesse sentido, faz-se valer a afirmação de Meschede et al. (2009), para o glyphosate, de que a aplicação deste pode alterar a disponibilidade de micronutrientes na planta, bem como para o metsulfuron-methyl, que também influenciou as concentrações foliares de Fe (Tabela 2).

Tabela 3. Valores médios das concentrações de Mn nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. Ilha Solteira/SP.

Tratamentos		Manganês (mg kg ⁻¹)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Doses de	0	57,5	44,8*	42,7	28,2

N	1	57,9	38,3	40,9	27,5
(g m ⁻²)	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 e * - não significativo e significativo a 5% pelo teste F, respectivamente. Doses de N = 1, 2 e 4 (5, 10 e 20 g m⁻² de N, parceladas em cinco aplicações ao ano). Herbicidas = Imazaquin, imazethapyr, glyphosate e metsulfuron-methyl (doses de, respectivamente, 420; 80; 200 e 140 e 140 g ha⁻¹ do i.a.).

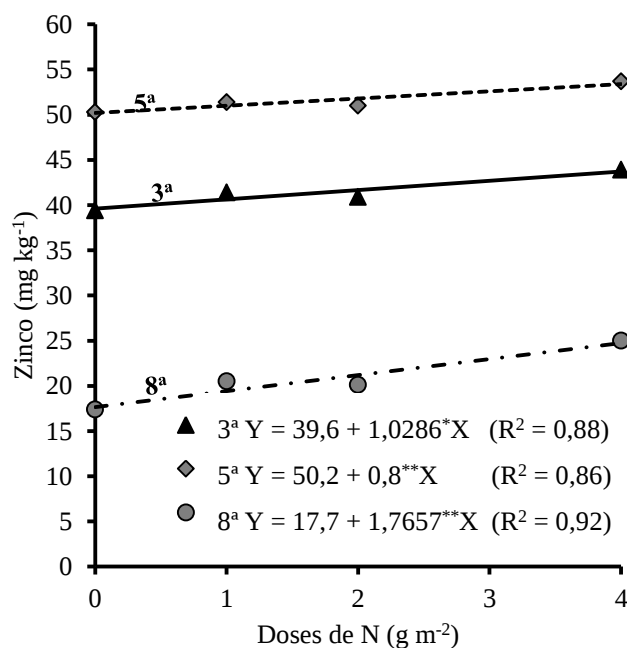


Figura 3. Valores médios das concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda em função das doses de N. * e ** - significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Tabela 4. Valores médios das concentrações de Zn nas folhas da grama esmeralda em função dos tratamentos, em oito avaliações. Ilha Solteira/SP.

Tratamentos		Zinco (mg kg^{-1})			
		1ª	2ª	3ª	4ª
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}
		5ª	6ª	7ª	8ª

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.

Doses de N = 1, 2 e 4 (5, 10 e 20 g m⁻² de N, parceladas em cinco aplicações ao ano). Herbicidas = Imazaquin, imazethapyr, glyphosate e metsulfuron-methyl (doses de, respectivamente, 420; 80; 200 e 140 e 140 g ha⁻¹ do i.a.).

CONCLUSÃO

As doses de N aplicadas não influenciam as concentrações foliares de micronutrientes da grama esmeralda;

Doses de 10 a 20 g m⁻² de N, parceladas em cinco vezes ao ano, proporcionam concentração de micronutrientes adequadas para a manutenção do gramado;

A aplicação dos herbicidas, como reguladores de crescimento não altera o teor de micronutrientes nas folhas da grama esmeralda;

Indica-se a aplicação do glyphosate (200 g ha⁻¹ do i.a.), com base em seu baixo custo.

AGRADECIMENTOS

À ITOGRASS, pela doação dos tapetes de grama esmeralda e à FAPESP, pelo financiamento da pesquisa (processo número 2012/04602-2).

REFERÊNCIAS

BACKES, C. Aplicação e efeito residual do lodo de esgoto em sistemas de produção

de tapetes de grama esmeralda. 2008. 152p. (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP. Disponível em: <http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0276.pdf>

DINALLI, R. P. Reabilitação de gramado de *Zoysia japonica* Steud., em Ilha Solteira/SP. 2011. 46p. (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira -SP.

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

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.

GODOY, L. J. G. Adubação nitrogenada para produção de tapete de grama Santo Agostinho e Esmeralda. 2005. 106p. (Doutorado em Agronomia) –Universidade Estadual Paulista, Botucatu- SP. Disponível em: http://infograma.com.br/textos/godoy_ljg_dr_botfca.pdf

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

GODOY, L. J. G.; VILAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP/GEMFER, 2003. p. 114-160.

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.

JIMÉNEZ, R. J. M. **Céspedes ornamentales y deportivos**. Sevilla: Ed. Junta de Andalucía, 2008. 527p.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e**

aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 317p.

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.

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

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

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. 285p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.