

**Pigmentos fotossintéticos e sua correlação com nitrogênio e magnésio foliar em grama bermuda cultivada em substratos**

Patrick Luan Ferreira dos Santos<sup>1</sup>, Regina Maria Monteiro de Castilho<sup>2</sup>, Raíssa Pereira Dinalli Gazola<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias, Botucatu, SP

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP

E-mail autor correspondente: patricklfsantos@gmail.com

Artigo enviado em 28/11/2017, aceito em 04/03/2019.

**Resumo:** Os pigmentos fotossintéticos desempenham papel fundamental na fisiologia da planta, onde suas concentrações têm respostas significativas na coloração verde, o que é desejável do ponto de vista estético na grama bermuda. Ainda, esses compostos estão estritamente relacionados com as concentrações de nitrogênio e magnésio foliar, e dependendo do tipo de substrato, podem ocorrer variações nos teores encontrados. Assim, objetivou-se determinar os pigmentos fotossintéticos, nitrogênio e magnésio foliar na grama bermuda em resposta ao cultivo em diferentes substratos, e correlacionar as avaliações realizadas. O experimento foi conduzido a pleno sol, na UNESP/Campus de Ilha Solteira - SP, com os tapetes de grama implantados em contêineres de plástico preto (volume 8,46 litros), em delineamento inteiramente casualizado, com 5 substratos e 12 repetições, sendo os Tratamentos: solo, areia, solo + areia (1:1), solo + areia + composto orgânico (1:1:1) e areia + composto orgânico (1:1). Os resultados evidenciaram que para a análise dos pigmentos, o tratamento de solo + areia + composto orgânico (1:1:1) apresentou os melhores resultados, para clorofila *a*, *b* e carotenoides (424,50; 313,06 e 249,99  $\mu\text{g g}^{-1}$  MF respectivamente) e na análise de N e Mg, o mesmo substrato mostrou os maiores valores dos nutrientes (11,06 e 1,07  $\text{g kg}^{-1}$  respectivamente), concluindo que o tratamento apresentou a melhor resposta no cultivo da espécie. Ainda, ao correlacionar os dados, foi observado que houve correlação positiva entre os pigmentos fotossintéticos e as concentrações de nitrogênio e magnésio foliar em grama bermuda.

**Palavras-chave:** *Cynodon* spp., Tifton 419, clorofila, carotenoides, composto orgânico.

**Photosynthetic pigments and its correlation with nitrogen and magnesium leaf in bermudagrass cultivated in substrates**

**Abstract:** Photosynthetic pigments play a key role in plant physiology, where their concentrations have significant responses to green coloring, which is desirable from the aesthetic point of view on bermudagrass. Furthermore, these compounds are strictly related to the concentrations of nitrogen and magnesium of the leaf and depending on the type of substrate, variations in the contents may occur. Thus, the objective was to determine the photosynthetic pigments, nitrogen and magnesium of the leaf in bermudagrass in response to cultivation on different substrates, and to correlate the evaluations performed. The experiment was carried out in full sun at UNESP/Campus of Ilha Solteira - SP, with turfgrass rug implanted in black plastic containers (volume 8.46 liters), in a completely randomized design with 5 substrates and 12 replicates. Being the treatments: soil, sand, soil + sand (1:1),

soil + sand + organic compost (1:1:1) and sand + organic compost (1:1). The results showed that the treatment of soil + sand + organic compost (1:1:1) presented the best results for chlorophyll *a*, *b* and carotenoids (424.50, 313.06 and 249.99  $\mu\text{g g}^{-1}$  FM respectively) and in the N and Mg analysis, the same substrate showed the highest nutrient values (11.06 and 1.07  $\text{g kg}^{-1}$  respectively). Concluding that the treatment presented the best response in the cultivation of the species. In addition, when correlating the data, it was observed that there was a positive correlation between the photosynthetic pigments and the concentrations of nitrogen and folium magnesium in bermudagrass.

**Keywords:** *Cynodon* spp., Tifton 419, chlorophyll, carotenoids, organic compost.

## Introdução

As gramas bermudas (*Cynodon* spp.) são espécies de estação quente, originárias do continente africano e apresentam expressiva utilização, desde pastagens até campos esportivos. Vários híbridos, como é o caso dos cultivares Celebration e Tifton 419 (Tifway), foram instalados no Brasil nos últimos anos (GURGEL, 2012). Um dos principais objetivos na utilização dessa grama é o aspecto estético (visual), ou seja, gramados com boa densidade e de coloração verde intensa (LIMA et al., 2012).

Segundo Taiz e Zeiger (2017), os pigmentos fotossintéticos são os responsáveis por essa tonalidade verde nas plantas, onde as clorofilas *a* e *b*, refletem o verde intenso e verde-amarelado, respectivamente, e os carotenoides que incluem os carotenos e xantofilas, cor laranja e amarela. Dessa forma, esses três componentes juntos, representam expressiva função nas taxas fotossintéticas dos gramados. Enquanto a clorofila *a* e *b* desempenha um papel fundamental no processo de bioconversão de luz, os carotenoides (chamados pigmentos acessórios) são capazes dissipar o excesso de energia.

Portanto, diferenças aparentes na cor do vegetal são devidas à presença e distribuição variável desses pigmentos, sendo uma forma de quantificar esses teores, através da determinação por extração com acetona. De tal modo, quanto maior a concentração encontrada de clorofila *a*, maior será a tonalidade do verde da grama.

E também esses resultados podem indicar indiretamente a nutrição do gramado (STREIT et al., 2005). Posto que as clorofilas são moléculas formadas por complexos derivados da porfirina, tendo como átomo central o magnésio, ligado a 4 outros de nitrogênio (TAIZ e ZEIGER, 2017).

Segundo Marengo e Lopes (2007), existe uma alta correlação entre os pigmentos fotossintéticos e as concentrações de N e Mg foliar, sendo essa relação atribuída também ao fato de que 50 a 70 % do N total das folhas serem integrantes de enzimas que estão associadas aos cloroplastos, e o magnésio ser um ativador enzimático destas. Baixas concentrações desses nutrientes nas lâminas foliares, podem ser referentes ao tipo de solo ou substrato em que o gramado está instalado (SANTOS et al., 2016).

Santos et al. (2012) afirmam que dependendo do solo, ocorre uma limitação no crescimento da grama, podendo haver dificuldade no caminhamento dos nutrientes, e menor eficiência do aproveitamento dos mesmos pela planta. Assim, pode ocorrer uma redução no desenvolvimento da parte aérea e perda da cor verde do gramado (sofre amarelamento geral), em função da indisponibilidade de N e Mg em quantidades adequadas, e consequente queda de pigmentos fotossintetizantes.

Dessa forma, objetivou-se determinar os pigmentos fotossintéticos, N e Mg foliar na grama bermuda em resposta

ao cultivo em diferentes substratos, e correlacionar as avaliações realizadas.

### Material e métodos

O trabalho foi conduzido a pleno sol, na Faculdade de Engenharia - UNESP, Campus de Ilha Solteira/SP, no período de 14 de abril a 16 de junho de 2017, onde foram registrados dados médios de 23,5°C de temperatura, 81% de umidade relativa e 12,7 MJ m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> de radiação solar global média (DADOS CLIMÁTICOS - ILHA

T1 - solo

T2 - areia média

T3 - solo + areia média (1:1)

T4 - solo + areia média + composto orgânico (1:1:1)

T5 - areia média + composto orgânico (1:1)

Foi utilizado o Latossolo Vermelho Distroférrico, (camada 0-20 cm), proveniente da Fazenda Experimental da UNESP/Ilha Solteira-SP, localizada no município de Selvíria-MS.

O composto orgânico encontrava-se em decomposição há 1 ano, sendo formado das folhas de grama batatais e esterco de curral (1:1); a areia média lavada foi adquirida no comércio local.

O manejo da irrigação foi realizado diariamente de forma manual, sendo que os contêineres receberam água até a

SOLTEIRA, 2017). A espécie utilizada foi à grama bermuda cultivar "Tifton 419" (híbrido interespecífico de *C. dactylon* x *C. transvalensis*), adquirida em formato de tapete, e recortada e implantada em contêineres de plástico preto (47,5 X 17,5 cm boca, 41,5 X 11,3 cm fundo, altura 15,5 cm, volume 8,46 litros). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos (substratos), e 12 repetições, sendo os tratamentos:

saturação, a fim de garantir que o fator hídrico não interfira nos resultados do experimento.

Para suprir as necessidades nutricionais do gramado, foi aplicado o adubo comercial Forth Jardim®, na dose de 125 g m<sup>-2</sup> de acordo com as recomendações do fabricante, cujos dados de formulação constam da Tabela 1. A adubação foi realizada logo após a instalação dos tapetes nos substratos, no dia 14 de abril de 2017, onde o fertilizante foi espalhado sobre cada tratamento e regado logo em seguida.

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

	N	Ca	B	Fe	P2O5*	Mg	Mo	Cu	K2O**	S	Mn	Zn
%	13,0	1,0	0,04	0,2	5,0	1,0	0,005	0,05	13,0	5,0	0,08	0,15

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

A concentração de pigmentos fotossintéticos das folhas, foi avaliada de acordo com a metodologia descrita por Lichtenthaler (1987) realizando-se a extração com acetona 80%, para determinação das clorofilas *a*, *b* e carotenoides, sendo realizadas 4 coletas: 14 e 28 de abril e 12 e 26 de maio de 2017. Também foi realizada análise foliar dos teores de N e Mg, de acordo com o

procedimento descrito por Malavolta et al. (1997).

Para análise química de cada substrato, foi utilizado o método da resina citado por Raij et al. (1987), determinando-se P-resina, matéria orgânica, pH, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases. A amostra foi coletada na instalação do

ensaio (14 de abril de 2017) e os resultados são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Análise química dos substratos utilizados no experimento

Trat.	P-resina mg dm <sup>-3</sup>	MO g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K -----	Ca	Mg	H+Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	Al	SB	CTC	V %
T1	3	9	5,8	0,3	12	8	16	0	20,3	36,3	55
T2	3	6	5,3	0,2	4	2	19	0	6,2	25,2	24
T3	6	13	5,5	0,9	30	24	13	0	54,9	67,9	80
T4	752	48	6,6	10,2	241	79	12	0	330,2	342,2	96
T5	550	28	6,3	7,5	188	52	13	0	247,5	260,5	95

T1- Solo; T2- Areia; T3- Solo+Areia (1:1); T4- Solo+Areia+Composto Orgânico (1:1:1); T5- Areia+Composto Orgânico (1:1).

Os resultados foram submetidos à de análise de variância (ANAVA) e ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação de médias, além da determinação do coeficiente de correlação de Pearson.

### Resultados e discussão

A Tabela 3 apresenta os resultados dos pigmentos fotossintéticos (clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides) em folhas de grama bermuda cultivada em diferentes substratos.

**Tabela 3.** Concentração média de clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides em folhas de grama bermuda.

Tratamento	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Carotenoides
	----- µg g <sup>-1</sup> MF -----		
T1- Solo	305,62 c	172,89 d	99,21 c
T2- Areia	306,30 c	176,64 d	101,81 c
T3- Solo + Areia (1:1)	349,32 b	210,99 c	183,61 b
T4- Solo + Areia + Composto Orgânico (1:1:1)	425,50 a	313,06 a	249,99 a
T5- Areia + Composto Orgânico (1:1)	414,25 a	301,95 b	192,44 b
D.M.S. (5%)	11,39	8,71	10,00
CV (%)	2,74	3,22	5,25
F	404,74**	965,21**	662,35**

Médias seguidas de mesma não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. ns- não significativo; \*- significativo a 5% pelo teste F; \*\*- significativo a 1% pelo teste F. µg g<sup>-1</sup> MF- micrograma por grama de massa fresca.

Nota-se que, para os três pigmentos analisados, o Tratamento 4- Solo + Areia + Composto Orgânico (1:1:1) apresentou os melhores resultados, sendo que, na clorofila *a* ele somente não difere de T5- Areia + Composto Orgânico (1:1), enquanto para clorofila *b* e carotenoides, T4 foi diferente de todos os demais substratos. Os valores se diferem dos encontrados por Barbieri Junior et al. (2010), em trabalho com diferentes métodos de extração de clorofila *a* e *b* em *Cynodon* spp. Cultivar

“Tifton 85”, com valores de 250 µmol m<sup>-2</sup> par clorofila *a*, e 111 µmol m<sup>-2</sup> para clorofila *b*. Já Barbosa et al. (2017), em experimento com aplicação de doses de herbicida em grama batatais (*Paspalum notatum*), observaram concentrações médias de clorofila *a* (1.000 µg g<sup>-1</sup> MF), clorofila *b* (650 µg g<sup>-1</sup> MF) e carotenoides (260 µg g<sup>-1</sup> MF) para os tratamentos que não sofreram ação dos químicos, resultados esses muito acima do presente trabalho.

Segundo Daniel et al. (2016) as clorofilas *a* e *b* são responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH, assim quanto maior a concentração desses pigmentos maior será a tonalidade verde da grama. Assim, pelos resultados obtidos por T4- Solo + Areia + Composto Orgânico (1:1:1), espera-se melhor eficiência nesse processo, bem como coloração verde mais alta, quando comparado aos demais tratamentos. Ainda, de acordo com Jesus e Marengo (2008), quanto maiores esses teores, a planta responderá com melhor crescimento e adaptabilidade aos diferentes ambientes, assim mesmo se as condições de iluminação forem baixas, infere-se bom desenvolvimento do referido Tratamento.

Amaral (2016), em trabalho com diferentes substratos e condições de luminosidade em grama bermuda "Tifton 419", observou que após 180 dias da instalação do experimento, o Tratamento composto por solo + matéria orgânica + areia (2:1:1) apresentou acréscimo nos teores de clorofila (*a* e *b*) conforme o

aumento dos níveis de sombreamento, e também propiciou bons resultados para o desenvolvimento da grama.

De forma contrária, quando a radiação solar é intensa, os pigmentos tendem a sofrer um processo chamado de foto-oxidação, que ocasiona a morte das moléculas de clorofila e consequente perda da cor verde. Contudo, quanto maiores os teores de carotenoides, menor será esse estresse, posto que esses pigmentos são indicadores da suscetibilidade da planta à intensidade da luz, podendo amenizar esse processo através da dissipação do excesso de energia luminosa (TAIZ e ZEIGER, 2017). Deste modo, pode-se deduzir que no presente trabalho, T4- Solo + Areia + Composto Orgânico (1:1:1), irá sofrer menos com os raios solares, que os demais Tratamentos, o que é desejável para o bom desenvolvimento do gramado.

A Tabela 4 apresenta os teores médios de N e Mg foliar, bem como os coeficientes de correlação de Pearson dos nutrientes com os pigmentos analisados.

**Tabela 4.** Teores médios de nitrogênio e magnésio foliar em grama bermuda.

Tratamento	Nitrogênio	Magnésio
	----- g kg <sup>-1</sup> -----	
T1- Solo	9,23 b	0,88 c
T2- Areia	9,57 b	0,86 c
T3- Solo + Areia (1:1)	9,91 b	0,91 bc
T4- Solo + Areia + Composto Orgânico (1:1:1)	11,06 a	1,07 a
T5- Areia + Composto Orgânico (1:1)	9,92 b	0,98 ab
D.M.S. (5%)	0,95	0,09
CV (%)	2,26	8,52
F	8,42**	13,72**
<b>Coef. de correlação (r)</b>		
Clorofila <i>a</i>	+ 0,84	+ 0,94
Clorofila <i>b</i>	+ 0,82	+ 0,94
Carotenoides	+ 0,93	+ 0,93

Médias seguidas de mesma não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. ns- não significativo; \*- significativo a 5% pelo teste F; \*\*- significativo a 1% pelo teste F. g Kg<sup>-1</sup> - grama por quilograma de massa seca.

Observa-se que para o teor de nitrogênio, o substrato a base de Solo +

Areia + Composto Orgânico (1:1:1) apresentou a maior média (11,06 g kg<sup>-1</sup>),

diferindo de todos os demais Tratamentos. Já o menor valor foi obtido por T1- Solo (9,23 g kg<sup>-1</sup>), contudo, este é estatisticamente igual a T2- Areia, T3 e T5. Nota-se ainda que a análise evidenciou uma correlação positiva de N foliar com os pigmentos fotossintéticos, sendo que o coeficiente de Pearson apresentou valores de  $r = + 0,8361$ ,  $+ 0,8232$ ,  $+ 0,9325$ , para clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides, respectivamente. Resultados esses corroboram com o citado por Backes et al. (2010) e por Oliveira et al. (2018) que afirmam que as moléculas de clorofila estão estritamente relacionadas a quantidade de N das folhas. Assim, valores maiores de N proporcionam coloração verde mais intensa, desejável do ponto de vista estético e, fisiologicamente, possuem maior capacidade de fotossintetizar carboidratos (GUERTAL e FRANCK, 2012).

Agati et al. (2015) em trabalho com estimativa de necessidade de adubação nitrogenada para a grama bermuda, encontraram correlação positiva entre teores de clorofila e nitrogênio foliar, apresentando valores de  $+0,90$  e  $+0,96$ , para as duas épocas avaliadas (2010 e 2011, respectivamente) e concluíram esse tipo de determinação pode ser utilizado como ferramenta para auxiliar a recomendação da fertilização para a cultura. Santos e Castilho (2015) também encontraram alta correlação ( $+ 0,90$ ) entre índice de conteúdo de clorofila e nitrogênio em folhas de grama esmeralda (*Zoysia japonica*), onde o substrato composto por matéria orgânica + areia (3:1) apresentou os melhores resultados nas análises. No presente trabalho, o mesmo ocorre, posto que houve alta correlação entre N foliar e os pigmentos fotossintetizantes, onde T4 (solo + areia + composto orgânico 1:1:1) apresentou os maiores valores de Clorofila *a*, *b* e carotenoides (Tabela 3), e o melhor resultado para N foliar.

Para os teores de magnésio, fato semelhante acontece, havendo correlação positiva entre o nutriente e os pigmentos

fotossintéticos determinados (clorofila *a* =  $+ 0,94$ , clorofila *b* =  $+ 0,94$  e carotenoides =  $+ 0,93$ ). Foi encontrado um intervalo de  $0,86 - 1,07$  g kg<sup>-1</sup> de Mg, sendo que, assim como N, T4 foi o melhor resultado. E essa alta relação se deve, pois a função do Mg de compor a molécula da clorofila, que são porfirinas magnesianas, corresponde a 2,7% do peso das mesmas e representa cerca de 15 a 20% do Mg total das folhas das plantas (FAQUIN, 2005). Assim, concentrações maiores do elemento, podem resultar em maiores teores de clorofila, e como consequência, coloração mais intensa do gramado.

Observa-se também que a correlação entre os carotenoides e N e Mg foliar foram altas, todavia os elementos mencionados não fazem parte da estrutura desse pigmento. Mas, ele está envolvido diretamente na fotossíntese, seja como antena acessória durante a captação de luz ou como agente antioxidante (SILVA-PÉREZ et al., 2012). Ainda, existem muitas enzimas associadas a esse pigmento, sendo elas compostas de átomos de nitrogênio e tendo o magnésio como principal ativador (MARENCO e LOPES, 2007). Portanto, a correlação existente é válida, incluso no presente trabalho o coeficiente encontrado de carotenoides com N foliar, foi maior que a relação do nutriente com as clorofilas *a* e *b*.

Contudo, mesmo havendo correlação de N e Mg com os pigmentos fotossintéticos, nota-se que os Tratamentos 1 (solo) e 2 (areia) apresentaram os menores resultados das análises realizadas. Esses valores, podem ser explicados devido ao tipo de substrato em que o gramado está instalado. De acordo com Godoy e Villas Bôas (2005) substratos que não contém matéria orgânica em sua composição, retêm poucos nutrientes devido à baixa CTC e ainda são mais suscetíveis à perda dos mesmos por lixiviação, sendo que os substratos compostos apenas de solo e areia foram os que apresentaram os menores resultados de matéria orgânica e

CTC (Tabela 2), e conseqüentemente baixos valores de N, Mg, clorofila *a*, *b* e carotenoides.

Ainda, Albuquerque (2009) defende que para gramados, obtém-se a maior capacidade de absorção dos nutrientes quando a taxa de pH se aproxima a sete. No entanto, à medida que o pH diminui, observa-se queda nessa capacidade. E de acordo com Singh et al. (2013) o pH ideal para o desenvolvimento da grama bermuda esta situado entre 6,5 a 8,0, sendo o Tratamento 4, o único a se encontrar nessa faixa (Tabela 2), e como efeito este apresentou os melhores resultados das avaliações. Já em T1 (solo) e T2 (areia), como consequência dos baixos valores de pH, houve limitação na absorção de N e Mg, e queda dos valores dos pigmentos fotossintéticos (Tabela 3).

Entretanto, todos os resultados de nitrogênio foliar encontrados no presente trabalho (Tabela 4), estão abaixo da faixa recomendada por Godoy e Villas Boas (2010) que afirmam o teor médio de 12 g kg<sup>-1</sup> indica deficiência crítica de N em gramados, e acima ou igual a 20 g kg<sup>-1</sup> suficiência. Sendo assim, pode-se dizer que a grama está deficiente nesse nutriente. Esses resultados ainda se diferem dos valores encontrado por Lima et al. (2010) em trabalho com produção de grama Bermuda (22-41 g kg<sup>-1</sup>), contudo estão dentro do intervalo constatado por Nobile et al. (2014) para a mesma espécie de grama (8,5 a 11,6 g kg<sup>-1</sup>). Já para o magnésio (Tabela 4), estão abaixo de 1,6 a 1,9 g kg<sup>-1</sup>, valores observados por Cantrell et al. (2009) e dos resultados de 1,5 a 3,1 g kg<sup>-1</sup> obtidos por Baldi et al. (2013), ambos em *Cynodon dactylon*.

Destaca-se ainda que, mesmo diante do exposto, a adubação de manutenção foi realizada, aplicando-se o produto comercial Forth Jardim® na dose de 125 g m<sup>-2</sup>, de acordo com a recomendação do fabricante, onde apresentava 14% de N e 1% de Mg (Tabela 1). E também, as concentrações de magnésio encontradas

nos substratos (Tabela 2) podem ser consideradas altas, com exceção apenas de T2 (areia), posto que de acordo com Raij (2011) valores entre 0-4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> são considerados baixos e acima de 8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> altos, o que reflete em bons resultados de Mg nas folhas e conseqüentemente elevados teores de pigmentos fotossintéticos.

### Conclusões

Houve correlação positiva entre os pigmentos fotossintéticos e as concentrações de nitrogênio e magnésio foliar em grama bermuda.

O substrato a base de solo + areia + composto orgânico (1:1:1) apresentou as melhores respostas das análises de clorofila *a* e *b*, carotenoides, N e Mg foliar no cultivo da grama bermuda.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Os autores agradecem a empresa "Itograss Agrícola Alta Mogiana Ltda" pela doação dos tapetes de grama.

### Referências

- ALBUQUERQUE, B.C. **Estudo da viabilidade técnica do cultivo de grama esmeralda (*Zoysia japonica*) na região de Formosa GO**. UPIS - Faculdades Integradas: Planaltina, 2009. 43p. (Boletim Técnico)
- AGATI, G.; FOSCHI, L.; GROSSI, N. VOLTERRANI, M. In field non-invasive sensing of the nitrogen status in hybrid bermudagrass (*Cynodon dactylon* × *C. transvaalensis* Burt Davy) by a fluorescence-based method. **European Journal of Agronomy**, V.63, p.89-96, fev.

2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.11.007>
- AMARAL, J. A. **Condições de luminosidade e substratos no desenvolvimento de grama bermuda.** 2016. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-SP, UNESP, Ilha Solteira. 2016.
- 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, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000300018>.
- BALDI, A.; LENZI, A.; NANNICINI, M.; PARDINI, A.; TESI, R. Growth and Nutrient Content of Hybrid Bermudagrass Grown for Nursery Purposes at Different Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Rates. **HortTechnology**. v.23, n.3, p. 347-355, jun. 2013. <http://horttech.ashspublications.org/content/23/3/347.full.pdf+html>
- BARBIERI JUNIOR, E.; ROSSIELLO, R. O. P.; MORENZI, J. F.; RIBEIRO, R. C. Comparação de métodos diretos de extração e quantificação dos teores de clorofilas em folhas do capim-Tifton 85. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS. v.40, n.3, p. 633-636, mar, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000300022>.
- BARBOSA, A. P.; MASCHEDI, D. K.; ALVES, G. A. C.; FREIRIA, G. H.; FURLAN, F. F.; ALVES, L. A. R.; JUNCO, M. C. *Paspalum notatum* growth and pigment content in response to the application of herbicides. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n.2, p.142-151, abr./jun. 2017.
- CANTRELL, K. B.; STONE, K. C.; HUNT, P. G.; RO, K. S.; VANOTTI, M. B.; BURNS, J. C. Bioenergy from Coastal bermudagrass receiving subsurface drip irrigation with advance-treated swine wastewater. **Bioresource Technology**. Nova York, v.100, n.13, p. 3285-3292, jul. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.01.070>
- DADOS CLIMÁTICOS – ILHA SOLTEIRA/SP. **Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira - Área de Hidráulica e Irrigação.** Disponível em: <[http://clima.feis.unesp.br/recebe\\_formulario.php](http://clima.feis.unesp.br/recebe_formulario.php)> Acesso em: 15 de setembro de 2017.
- DANIEL, E. S.; AMARANTE, C. V. T.; MARTIN, M. S.; MQUELLUTI, D. J.; CAMPOS, M. L. Relação entre o teor absoluto e relativo de clorofila em folhas de vimeiro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 307-312, jan.-mar, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821122>.
- FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas.** Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. 186 p.
- GODOY, L. J. G.; VILAS BÔAS, R. L. **Produção e consumo de gramas crescem no Brasil.** In: Agriannual – Anuário da Agricultura Brasileira. 10 ed., São Paulo: FNP Consultoria a Agroinformática, 2005, p. 35-38.
- GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Tecnologias para auxiliar o manejo da adubação na produção de gramas In: BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. **Tópicos atuais em gramados II.** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2010. p. 92-102.

GUERTAL, E.; FRANK, K. Adubação nitrogenada, fosfatada e potássica para gramas. In: BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. **Tópicos atuais em gramados III**: Botucatu/SP: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2012. p. 39-63.

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

JESUS, S.V.; MARENCO, R.A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, v.38, n.4, p.815-818, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000400029>.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, New York, v. 148, p. 350-382, 1987. DOI: [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1)

LIMA, C. P. BACKES, C.; FERNANDES, D. M.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Uso de índices de reflectância das folhas para avaliar o nível de nitrogênio em grama-bermuda. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 9, p. 1568-1574, Set., 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000062>.

LIMA, C. P.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R.; KIIHL, T. A. M.; FREITAG, E. E. Bermuda grass sod production as related to nitrogen rates. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. v.34, n.2, Viçosa Mar./Abr., 2010. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000200010>.

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

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 469 p. 2007.

NOBILE, F. O.; NUNES, H. D.; NEVES, J. C. Doses de lodo de esgoto sobre o desenvolvimento da grama bermuda (*Cynodon dactylon*). **Nucleus**, v.11, n.2, Ituverava, out., 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.1046>

OLIVEIRA, N. B.; OLIVEIRA, J. F. V.; SANTOS, P. L. F.; GAZOLA, R. P. D.; CASTILHO, R. M. M. Avaliação do estado nutricional de três gramados ornamentais em Ilha Solteira-SP: um estudo de caso. **Revista LABVERDE**, v.9, n.1, p. 96-119, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v9i1p96-119>

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

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C.. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.

SANTOS, A. J. M.; VILLAS-BÔAS, R. L.; BACKES, C.; GAMERO, C. A. Implementos para descompactação do solo na produção de gramas. In: **Tópicos atuais em gramados III**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2012. p. 100-110.

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

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

SILVA-PÉREZ, V.; GÓMEZ-MERINO, F. C.; GARCÍA-ZAVALA, J. J.; BURGUEÑO-FERREIRA, J.; SANTACRUZ-VARELA, A.; PALACIOS-ROJAS, N.; TIESSEN, A. QTLs asociados al contenido de carotenos en hojas de maíz (*Zea mays* L.). **Agrociencia**, México, v.46, n.4, p. 333-345, jun. 2012. <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2012/may-jun/art-2.pdf>

SINGH, K.; PANDEY, V. C.; SINGH, R. P. *Cynodon dactylon*: An efficient perennial grass to revegetate sodic lands. **Ecological Engineering**, v. 54, p. 32-38, maio, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.01.007>.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, Jun. 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000300043>.

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