

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO DA GRAMA TIFTON 419 SUBMETIDA A
DISTINTOS MANEJOS DE ADUBAÇÃO E IRRIGAÇÃO**

TATIANE BORTOLETTO GOMES DA SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia (Irrigação
e Drenagem)

BOTUCATU – SP
Fevereiro/2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO DA GRAMA TIFTON 419 SUBMETIDA A
DISTINTOS MANEJOS DE ADUBAÇÃO E IRRIGAÇÃO**

TATIANE BORTOLETTO GOMES DA SILVA

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Cury Saad
Co-orientador: Leandro José Grava de Godoy

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia (Irrigação
e Drenagem)

BOTUCATU – SP
Fevereiro/2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S586d Silva, Tatiane Bortoletto Gomes da, 1989-
Desenvolvimento da grama Tifton 419 submetida a distintos manejos de adubação e irrigação / Tatiane Bortoletto Gomes da Silva. - Botucatu : [s.n.], 2016
xii, 57 f. : fots. color., grafs. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016
Orientador: João Carlos Cury Saad
Coorientador: Leandro José Grava de Godoy
Inclui bibliografia

1. Capim das Bermudas. 2. Gramados - Manejo da irrigação. 3. Gramados - Adubos e fertilizantes. I. Saad, João Carlos Cury. II. Godoy, Leandro José Grava de. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DESENVOLVIMENTO DA GRAMA TIFTON 419 SUBMETIDA A
DISTINTOS MANEJOS DE ADUBAÇÃO E IRRIGAÇÃO .


AUTORA: TATIANE BORTOLETTO GOMES DA SILVA

ORIENTADOR: JOÃO CARLOS CURY SAAD

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA
(IRRIGAÇÃO E DRENAGEM), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JOÃO CARLOS CURY SAAD
Depto de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu


Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS
Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu


Dra. CAROLINE DE MOURA D'ANDRÉA MATEUS
Botucatu

Botucatu, 18 de fevereiro de 2016.

“A vida é igual a andar de bicicleta. Para ter equilíbrio você tem que se manter em movimento...” (Albert Einstein)

À minha família, por incentivar meus estudos e me ensinar bons princípios, necessários para a construção de um bom caráter.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- ❖ A Deus, por ter me dado forças para a realização desse trabalho e ter colocado pessoas competentes no meu caminho.
- ❖ Aos meus pais, Josué e Odete, que sempre me deram todo o suporte emocional e financeiro para que eu continuasse com meus estudos. Ensinaram-me a nunca desistir e que sacrifícios são necessários para o desenvolvimento pessoal.
- ❖ À minha irmã, Sabrina, que sempre foi um exemplo a ser seguido. Muito estudiosa, disciplinada e aplicada. Além disso, uma grande amiga.
- ❖ Ao meu irmão, Bruno Augusto, pelo carinho e dedicação de sempre.
- ❖ Ao meu namorado, Gabriel Henrique, por dividir comigo os momentos difíceis e também os de alegria, sendo parceiro e incentivador da minha carreira acadêmica.
- ❖ À família do meu namorado, pelo carinho e companheirismo.
- ❖ Aos professores, em especial Professor João Carlos Cury Saad e Professor Roberto Lyra Villas Bôas, que me ajudaram no desenvolvimento desse trabalho, compartilhando conhecimento e me orientando. Sempre muito atenciosos e dedicados.
- ❖ Ao Professor Leandro José Grava de Godoy, pela co-orientação.
- ❖ Aos amigos, que me apoiaram durante toda essa jornada. Em especial aos orientados do Professor Roberto Lyra Villas Bôas e do grupo GEPAG.
- ❖ A todos os integrantes do UNESPGRASS, pela ajuda na condução do experimento de campo e realização das análises e pelo companheirismo e convívio.
- ❖ Aos funcionários do Departamento de Solos e Recursos Ambientais, pelo apoio na condução do experimento, principalmente ao Jair, Noel, Adriana, Antônio e Felipe.
- ❖ À empresa Rain Bird, pela doação do equipamento do sistema de irrigação do experimento.
- ❖ À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudo.
- ❖ À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo financiamento desse projeto de pesquisa.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT	3
1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Localização e caracterização climática.....	14
3.2 Caracterização da área experimental	14
3.3 Caracterização da espécie de grama	16
3.4 Estações do ano e dados meteorológicos.....	16
3.4.1 Outono	17
3.4.1 Inverno.....	18
3.5 Delineamento experimental e tratamentos	20
3.6 Avaliações	23
3.6.1 Análise química de solo.....	23
3.6.2 Quantificação de massa de matéria seca de aparas.....	23
3.6.3 Análise foliar de concentração de macronutrientes	24
3.6.4 Quantificação de massa de matéria seca de raízes e estolões.....	24
3.6.5 Avaliações de qualidade do gramado	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1 Análise química de solo.....	30
4.2 Intensidade de cor verde	33
4.3 Altura do gramado	35
4.4 Tração do gramado (“Rotational Resistance”)	39
4.5 Taxa de cobertura verde	40
4.6 Massa de matéria seca de aparas	43
4.7 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar	45
4.8 Quantidade de macronutrientes exportados.....	48
4.9 Massa de matéria seca de raiz e estolão	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52

6 CONCLUSÃO	53
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise física do solo presente na área experimental.	15
Tabela 2. Análise química inicial do solo presente na área experimental.	16
Tabela 3. Dose e data de aplicação dos fertilizantes nitrogenado e potássico.....	22
Tabela 4. Resumo da análise de variância da análise química de solo (0 – 0,1 m), realizada em março de 2015, em função das doses de nitrogênio, de potássio e das frequências de irrigação.....	30
Tabela 5. Resumo da análise de variância da análise química de solo (0 – 0,1 m), realizada em setembro de 2015, em função das doses de nitrogênio, de potássio e das frequências de irrigação.....	31
Tabela 6. Concentração de potássio no solo em função das doses de potássio, em duas épocas de avaliação, no início e ao final do experimento.	31
Tabela 7. Média dos resultados da análise de solo, realizada em março de 2015, em função da frequência de irrigação.....	33
Tabela 8. Média dos resultados da análise de solo, realizada em setembro de 2015, em função da frequência de irrigação.....	33
Tabela 9. Resumo da análise de variância da intensidade de cor verde em função das doses de nitrogênio, de potássio e da frequência de irrigação em seis épocas de avaliação.	34
Tabela 10. Média da temperatura do ar, da radiação global solar e lâmina total de água (precipitação + irrigação) nos meses de junho e de setembro de 2015.	34
Tabela 11. Resumo da análise de variância da altura do gramado em função das doses de nitrogênio, de potássio e da frequência de irrigação em seis épocas de avaliação.....	35
Tabela 12. Média das alturas do gramado em função das doses de nitrogênio em seis épocas de avaliação.	36
Tabela 13. Média das alturas do gramado em função da frequência de irrigação em seis épocas de avaliação.	38
Tabela 14. Resumo da análise de variância da medida de tração do gramado em função das doses de nitrogênio, de potássio e da frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.....	39

Tabela 15. Média da medida de tração do gramado em função da frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.	39
Tabela 16. Resumo da análise de variância da taxa de cobertura verde em função das doses de nitrogênio e de potássio, da frequência de irrigação e dos quatro momentos.	40
Tabela 17. Média da taxa de cobertura verde em função das doses de nitrogênio em duas épocas de avaliação.	41
Tabela 18. Média da taxa de cobertura verde em função da frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.	42
Tabela 19. Média da taxa de cobertura verde de gramado em função dos momentos em duas épocas de avaliação	42
Tabela 20. Resumo da análise de variância da massa de matéria seca de aparas em função das doses de nitrogênio, de potássio e da frequência de irrigação, em duas épocas de avaliação.	43
Tabela 21. Média da massa de matéria seca de aparas em função das doses de nitrogênio em duas épocas de avaliação.	43
Tabela 22. Média da massa de matéria seca de aparas em função da frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.	45
Tabela 23. Resumo da análise de variância da concentração de nitrogênio e potássio na lâmina foliar de grama bermuda em duas épocas de avaliação.	45
Tabela 24. Média dos resultados da concentração de nitrogênio e potássio na lâmina foliar de híbrido de grama bermuda (<i>c. Dactylon</i> x <i>c. Transvaalensis</i>) em função das doses de nitrogênio, em duas épocas de avaliação.	46
Tabela 25. Média da concentração de nitrogênio e potássio na lâmina foliar em função da frequência de irrigação, em duas datas de avaliação.	47
Tabela 26. Resumo da análise de variância da quantidade de nutrientes nas aparas de grama bermuda em função das doses de nitrogênio, de potássio e frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.	48
Tabela 27. Média da quantidade de nitrogênio e potássio nas aparas de grama bermuda em função das doses nitrogenadas em duas épocas de avaliação.	49

Tabela 28. Média da quantidade de nitrogênio e potássio em função da frequência de irrigação em duas épocas de avaliação. 51

Tabela 29. Resumo da análise de variância da massa de matéria seca de raiz, estolão e raiz + estolão em função das doses de nitrogênio, de potássio e frequência de irrigação. 51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área experimental com as parcelas (9,0 x 4,0 m) e subparcela (2,25 x 2,0 m) delimitadas.....	16
Figura 2. Dados diários de temperatura máxima, média e mínima dos meses de abril, maio e junho de 2015.	17
Figura 3. Dados diários de radiação solar global dos meses de abril, maio e junho de 2015.	17
Figura 4. Dados diários de reposição de água, em milímetros, dos meses de abril, maio e junho de 2015.	18
Figura 5. Dados diários de temperatura máxima, média e mínima dos meses de julho, agosto e setembro de 2015	19
Figura 6. Dados diários de radiação solar global dos meses de julho, agosto e setembro de 2015.	19
Figura 7. Dados diários de reposição de água, em milímetros, dos meses de julho, agosto e setembro de 2015.....	20
Figura 8. Croqui da área mostrando os blocos, as parcelas e subparcelas, sendo “N” as doses de nitrogênio e “K” as doses de potássio.....	22
Figura 9. A- máquina de corte “Greenmaster 1000” da empresa Toro® com coletor de aparas; b- coleta de aparas do gramado.	24
Figura 10. Trado e amostra retirada para quantificação de massa de matéria seca de raiz e estolão.....	25
Figura 11. Aparelho utilizado para medir a intensidade de cor verde Field Scout CM-1000 Chlorophyl Meter.	26
Figura 12. A- instrumento medidor de altura de gramado “Grass Height Prism Gauge”; ..	27
B- máquina “Greenmaster 1000” da empresa Toro®	27
Figura 13. Equipamento utilizado na avaliação da tração superficial “Rotational Resistance Tester”	27
Figura 14. Equipamento utilizado para uniformização da luminosidade e da área fotografada “Light box”.....	28

Figura 15. Imagens digitais do teste de velocidade de recuperação do gramado: A- 1 DARP; B- 4 DARP; C-8 DARP; D- 12 DARP.	29
Figura 16. Altura do gramado no mês de abril/15 em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.	36
Figura 17. Altura do gramado no mês de maio/15 em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.	37
Figura 18. Altura do gramado no mês de julho/15 em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do inverno.	37
Figura 19. Altura do gramado no mês de agosto/15 em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do inverno.	38
Figura 20. Massa de matéria seca de aparas em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.	44
Figura 21. Concentração de nitrogênio presente na lâmina foliar de grama bermuda em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.	46
Figura 22. Concentração de potássio presente na lâmina foliar de grama bermuda em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.	47
Figura 23. Quantidade de nitrogênio presente nas aparas de grama bermuda em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.	50
Figura 24. Quantidade de potássio presente nas aparas de grama bermuda em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.	50

RESUMO

Um gramado esportivo deve apresentar boa condição de jogo além de bom aspecto visual. O nutriente requerido em maior quantidade em gramados é o nitrogênio, portanto deve-se ter o conhecimento do manejo criterioso de sua aplicação, com a quantidade adequada e os melhores momentos para a adubação. Outro nutriente importante no manejo de gramados é o potássio que confere resistência ao estresse hídrico. O manejo adequado da irrigação mantém a umidade do solo, evitando que o gramado sofra com a deficiência hídrica e perca qualidade. Objetivou-se com esse trabalho obter recomendações técnicas para os manejos nutricional e hídrico da grama bermuda Tifton 419 (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*) utilizada nos gramados esportivos brasileiros, de forma a melhorar sua qualidade. O trabalho foi realizado no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu – Unesp (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”). O gramado foi estudado nos períodos do outono e do inverno, com início em abril de 2015 e finalização em setembro de 2015. Estudou-se as seguintes características: concentração dos nutrientes no solo, massa de matéria seca das aparas, concentração de nutrientes na lâmina foliar das aparas, quantidade de nutrientes nas aparas, intensidade de cor verde, altura do gramado, tração do gramado e taxa de cobertura verde do gramado. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados composto por quatro repetições em esquema fatorial triplo, com quatro doses de nitrogênio, duas doses de potássio e duas frequências de irrigação. As doses de nitrogênio e potássio variaram de acordo com a estação do ano, no outono aplicou-se 28,1 kg N ha⁻¹; 84,4 kg N ha⁻¹; 140,6 kg N ha⁻¹; 196,8 kg N ha⁻¹; 28,1 kg K₂O ha⁻¹; 84,4 kg K₂O ha⁻¹ e no inverno aplicou-se 16,9 kg N ha⁻¹; 50,6 kg N ha⁻¹; 84,4 kg N ha⁻¹; 118,1 kg N ha⁻¹; 16,9 kg K₂O ha⁻¹; 50,6 kg K₂O ha⁻¹ (parceladas em três vezes). As frequências de irrigação foram: diária e a cada dois dias. A dose de

nitrogênio de $562,5 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ estimulou suficientemente o crescimento da parte aérea, porém, em detrimento do desenvolvimento das raízes e estolões. A dose de potássio de $112,5 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ foi suficiente para o gramado e para não exaurir a quantidade de potássio no solo. As duas frequências de irrigação foram satisfatórias para manter o gramado verde.

Palavras-chave: Grama bermuda, gramado esportivo, manejo nutricional e irrigação automatizada.

DEVELOPMENT OF THE BERMUDA GRASS *TIFTON 419* SUBMITTED TO DIFFERENT FERTILIZATION AND IRRIGATION MANAGERMENTS. Botucatu, 2016. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: TATIANE BORTOLETTO GOMES DA SILVA

Adviser: JOÃO CARLOS CURY SAAD

Co-Adviser: LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY

ABSTRACT

A sport turfgrass must provide good visual appearance as well as good playing conditions. Nitrogen is the nutrient required in largest amounts on turfgrass and the adequate nitrogen fertilization may provide a good quality of sports field. Other important nutrient is the potassium that confer resistance to stress. The irrigation management keeps soil moisture avoiding that the turfgrass suffer with water stress and quality lost. The objective of this work was to determine technical recommendations for nutritional and irrigation managements of bermudagrass *Tifton 419* (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*), used in Brazilian sports field in order to improve their quality. The research was conducted in Department of Soil and Environmental Resources of the Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu – Unesp (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”). The turfgrass was studied during autumn and winter, beginning in April 2015 and finishing in September 2015. The following characteristics were studied: concentration of nutrients in the clipping, dry mass of clipping, the amount of nutrients in the clipping, dry mass of root and stolon, the turfgrass green color intensity, height of the turfgrass, rotational resistance and green cover rate. The experiment was set in randomized blocks design, with four replications, involving four nitrogen rates, two potassium rates and two irrigation frequency. The rates of nitrogen and potassium varied according to the season, in the autumn were applied 28,1 kg N ha⁻¹; 84,4 kg N ha⁻¹; 140,6 kg N ha⁻¹; 196,8 kg N ha⁻¹; 28,1 kg K₂O ha⁻¹; 84,4 kg K₂O ha⁻¹ and in the winter were applied 16,9 kg N ha⁻¹; 50,6 kg N ha⁻¹; 84,4 kg N ha⁻¹; 118,1 kg N ha⁻¹; 16,9 kg K₂O ha⁻¹; 50,6 kg K₂O ha⁻¹ (parcel three times). The frequency of irrigation was daily or each two days. Nitrogen rate of 562,5 kg ha⁻¹year⁻¹ stimulated growth of shoots over the stolon and root. Potassium rates didn't show

significantly different for any treatment evaluated, therefore the rate of 112,5 kg ha⁻¹year⁻¹ was sufficient. Both irrigation frequencies were satisfactory to maintain the turfgrass green.

Keywords: Bermudagrass, sports field, nutritional management and automated irrigation.

1 INTRODUÇÃO

Na agricultura, as culturas apresentam objetivos e práticas agronômicas distintas dependendo de sua finalidade. Na maioria dos casos, o principal objetivo é maximizar a produtividade de maneira econômica, no entanto, para a produção de grama é retirar do campo um tapete inteiro de forma mais rápida possível e com qualidade. A produtividade é contabilizada de acordo com o número de tapetes inteiros comercializáveis retirados de uma área de produção.

Quando se pensa em gramados de campos esportivos o objetivo deixa de ser produtividade e se baseia em características ideais de jogo. Segundo Turgeon (2008), um campo de futebol deve apresentar firmeza, elasticidade para amortecer impactos, resistência ao desgaste e rápida recuperação após sofrer injúrias. Acrescenta ainda, que em “fairways” de golfe o gramado deve proporcionar a posição adequada para a bola deslizar sem obstáculos e em “greens” deve proporcionar a tacada perfeita para acertar a bola no buraco em qualquer posição.

Existiam no Brasil, em 1998, apenas 46 campos de golfe (ISTO É, 2008 citado em MATEUS, 2011), porém em 2014 eles já estavam em 128 clubes de golfe segundo a Confederação Brasileira de Golfe (CBG, 2014), indicando a prática crescente do esporte no país. Um campo de golfe pode ocupar, em média, 500.000 m² e essa área em sua maioria deve ser gramada para proporcionar um local agradável e adequado à prática do esporte (BEARD, 1973).

A espécie de grama que melhor se adaptou às exigências dos gramados esportivos no Brasil foi a bermuda (*Cynodon dactylon*), mais precisamente os híbridos interespecíficos de *C. dactylon* x *C. transvaalensis*, como, por exemplo, a Tifton 419. No entanto, essa cultivar apresenta alta exigência nutricional, hídrica e de manutenção para permanecer-se ideal para a prática dos esportes.

Com relação à exigência nutricional de um gramado, o nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade e ele confere ao gramado: densidade, coloração verde intensa e sanidade. A aplicação em excesso de nitrogênio pode prejudicar a grama deixando-a mais suscetível ao ataque de patógenos e pragas, devido ao maior crescimento foliar que resulta em folhas com cutículas mais finas (GODOY et al., 2006).

O potássio é o nutriente relacionado aos mecanismos de estresse da planta. Sabendo disso, alguns técnicos aplicam doses altas de potássio para aumentar a resistência do gramado ao pisoteio, tráfego de máquinas, danos sofridos durante uma partida de jogo, ataques de patógenos. No entanto, assim como o nitrogênio, doses muito altas de potássio podem prejudicar o gramado, causando fitotoxicidade.

Quando se tem um gramado esportivo corretamente adubado e com um incremento maior nos níveis de potássio, a predisposição a contrair doenças é reduzida e o uso de fungicidas diminui (TAPIA, 2003). Encontrar o equilíbrio nas adubações nitrogenadas e potássicas é de extrema importância para a qualidade e sanidade do gramado. Além disso, evitam-se perdas de nutrientes por lixiviação que contaminam o ambiente e geram gastos desnecessários.

O manejo da irrigação de um gramado garante a manutenção da sua coloração verde e da sua qualidade. Um turno de irrigação mais frequente é interessante para manter a umidade na zona radicular, sem causar estresse hídrico e evitando a lixiviação. No entanto, segundo Tapia (2003), esse manejo de irrigação frequente pode ocasionar doenças fúngicas em “greens”.

O turno de irrigação menos frequente é interessante para estimular o crescimento das raízes em profundidade, e isso, em longo prazo, pode resultar em um gramado de melhor qualidade, com menor tempo de recuperação e com maior capacidade de absorver água e nutrientes.

Nos dias atuais, a preocupação com a otimização do uso da água é intensa devido à escassez de algumas reservas hídricas. Neto (2003) afirma que o melhor sistema de irrigação para gramados esportivos é aquele computadorizado com válvulas solenóides, aspersores escamoteáveis e sensores de chuva, permitindo melhor uniformidade, com quantidades pré-programadas.

O fato de ser automática, evita erros humanos garantindo aplicação da lâmina programada no horário programado e a presença de sensores de chuva na área,

evita que a irrigação seja ativada quando está chovendo ou quando ocorreu precipitação igual ou superior à regulada no sensor de chuva, economizando assim, água.

No Brasil, o manejo dos gramados esportivos é feito de maneira subjetiva, baseando-se nas experiências dos profissionais (erros e acertos) ou usando informações oriundas de outros países. Portanto, é fundamental gerar informações técnicas brasileiras com respaldo científico para as recomendações de manejo de adubação e de irrigação de gramados esportivos.

Objetivou-se com esse trabalho obter recomendações técnicas para os manejos nutricional e hídrico da grama bermuda Tifton 419 (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*), utilizada nos gramados esportivos brasileiros, de forma a melhorar sua qualidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância dos gramados

Os gramados foram desenvolvidos pelo homem visando melhorar o ambiente. Quanto mais a tecnologia foi avançando, mais vastamente os gramados foram sendo utilizados, tendo importância funcional e ornamental. Muitos esportes e atividades ao ar livre utilizam gramados, incluindo baseball, cricket, hockey, futebol americano, golfe, tênis, polo, corridas, rugby, tiro, futebol, entre outros. Os gramados proporcionam um efeito de amortecimento que reduz lesões às pessoas que estão praticando a atividade, particularmente nos esportes mais intensos como futebol, futebol americano e rugby (BEARD, 1973).

Outra utilização dos gramados pela sociedade é de servir de local onde pessoas, da mesma ou de diferentes comunidades, se agrupam para assistir eventos recreativos ou esportivos, ou para praticarem esporte. (COCKERHAM et al., 1989).

Além das funções já citadas, os gramados são importantes porque colaboram com a conservação do solo, uma vez que controlam a erosão e a lixiviação. De acordo com Gross et al. (1990), o gramado forma uma cobertura sobre o solo com alta capacidade de infiltração de água e com perdas mínimas de nutrientes pela enxurrada (0,14 e 0,02 kg ha⁻¹ de N e P, respectivamente) quando comparado a uma área cultivada com milho (2,46 e 0,50 kg ha⁻¹ de N e P, respectivamente) ou tabaco (11,7 e 2,4 kg ha⁻¹ de N e P, respectivamente). A quantidade de sedimentos perdidos de área gramada é dez vezes menor do que uma área coberta por palha (Beard, 1985).

De acordo com a Associação Internacional dos Produtores de Grama (“Turfgrass Producers International”), um gramado também controla a poluição do solo, uma vez que a rizosfera serve como um filtro que absorve o que passa por ela. Atua também no

controle da poluição do ar, segundo Qian e Follet (2002) que verificaram que nos primeiros 25 a 30 anos após estabelecimento do gramado cerca de 1 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de carbono é sequestrado nos solos.

Como os gramados possuem diversas finalidades, a avaliação funcional e estética deles é de grande importância e uma atividade bastante complexa, pois este é um termo relativo que varia de acordo com o tipo de grama, época do ano, a proposta para a qual a grama está sendo utilizada e a pessoa que está avaliando. As principais características de qualidade de um gramado são uniformidade, densidade, textura, hábito de crescimento e cor (BEARD, 1973).

2.2 Características das gramas utilizadas em gramados esportivos

As gramas são divididas em dois grandes grupos: de clima frio e de clima quente. As gramas de clima frio caracterizam-se por possuírem capacidade de entrar em dormência em longos invernos de temperatura abaixo de zero e se regenerarem após esse período. As gramas de clima quente se desenvolvem em altas temperaturas, sendo que algumas variedades toleram geadas esporádicas e outras espécies toleram baixas temperaturas, mas sempre acima de zero (GURGEL, 2003).

No Brasil, devido ao clima tropical e subtropical, predomina o cultivo de gramas de clima quente, embora sejam comercializadas sementes importadas de espécies de clima frio, semeadas em gramados esportivos para compensar o menor crescimento das de clima quente durante o inverno mais rigoroso em algumas regiões (“overseeding”) (LAURETTI, 2003; GODOY, 2005).

As gramas de clima quente podem ser divididas em dois grandes grupos, para efeito prático e melhor compreensão de suas características e aplicações às diferentes situações: rizomatosas e estoloníferas. As variedades rizomatosas suportam injúrias de tráfego excessivo, se regenerando com rapidez. Isso ocorre devido ao fato dos rizomas, que são a base do crescimento vegetativo, estarem enterrados em subsuperfície, protegidos de danos mecânicos diretos (GURGEL, 2003). Esse mesmo autor completa afirmando que as variedades consideradas estoloníferas não suportam tráfego intenso, uma vez que este tráfego danifica os estolões, que são estruturas superficiais. Desta forma não são indicadas para uso em áreas de tráfego intenso e em gramados esportivos.

Um exemplo de grama de clima quente rizomatosa é a grama bermuda (*Cynodon dactylon*), muito utilizada em gramados esportivos. A grama bermuda

apresenta folhas estreitas, coloração verde brilhante e rápido crescimento dos estolões e rizomas, propagação por sementes ou tapetes, “plugs”, “sprigs” ou rolo (LIMA et al., 2010). É resistente à seca e tolera temperaturas de até 40°C. Entra em dormência após algumas geadas e recupera-se rapidamente quando aumenta a temperatura (KOJOROSKI-SILVA, 2008).

Os híbridos interespecíficos do cruzamento *C. dactylon* x *C. transvaalensis* são mais indicados para uso em gramados esportivos devido a sua excelente resistência ao pisoteio e ótima capacidade de regeneração no caso de injúrias (COAN, 2006). O hábito de crescimento estolonífero rizomatoso da grama bermuda confere ao gramado a formação de um denso tapete com excelente superfície para jogo (GODOY et al., 2012).

A grama bermuda apresenta folhas dobradas na gema, de textura fina, e lígula com uma franja de pelos longos e não possui aurículas. Tem a lâmina da folha, além de estreita, curta e tenra com poucos pelos nas duas faces da lâmina foliar e bordas das folhas ásperas. O ápice da folha é pontiagudo e a bainha é achatada a arredondada, com as margens abertas com pelos dispersos, colar contínuo e estreito com longos pelos nas margens. A inflorescência é do tipo racemo, com três a cinco espigas que se unem no topo do eixo floral (GODOY et al., 2012).

2.3 Manejo dos gramados esportivos

A profissão de gerenciamento de campos esportivos não recebeu muita atenção nas décadas de 60 e 70 porque era utilizada grama artificial na maioria dos campos profissionais e escolares. Apenas depois da década de 90 é que esse cenário foi mudado e abriu-se novas oportunidades para esses profissionais (CHRISTIANS, 1998).

Christians (1998) acrescenta que os gramados passaram a ter suas zonas radiculares modificadas, sistemas de drenagem especial e um complexo sistema de irrigação requerendo assim, um profissional bem treinado para manejar.

Em gramados esportivos, segundo Tapia (2003), a prioridade é a drenagem, ocorrendo facilmente a lixiviação de nutrientes; a frequência de cortes é alta (exportação de nutrientes), requerendo a reposição constante de nutrientes.

Entender os fatores que influenciam o estabelecimento de um gramado é um importante aspecto, pois se for impróprio ou lento pode gerar problemas que persistem durante toda a vida da cultura. (Richardson et al., 1884).

As gramas possuem exigência nutricional semelhante às demais culturas, necessitando de todos os macros e micronutrientes. Entretanto essa demanda de nutrientes pode variar de acordo com a espécie e as cultivares (GODOY et al., 2012).

Godoy et al. (2012) citam as avaliações realizadas para caracterizar o estado nutricional de um gramado e ajudar no manejo adequado, que são: identificação visual de sintomas de deficiência, medição da quantidade de aparas produzidas, realização da análise química do tecido vegetal, determinação indireta da clorofila e a intensidade da cor verde da folha da grama ou do gramado.

2.4 Nitrogênio nos gramados esportivos

O nitrogênio é o nutriente com maior influência em características de gramados como coloração, crescimento e densidade da parte aérea, reserva de carboidratos, tolerância a baixas temperaturas, resistência à seca, tolerância à compactação e ao pisoteio, acúmulo de material orgânico entre o solo e a parte aérea da grama (colchão) e potencial de recuperação (LIMA et al., 2012; CARROW et al., 2001).

A quantidade de nitrogênio disponível no solo não supre um gramado de alta exigência, como os gramados esportivos, sendo necessário realizar aplicações regulares de fertilizante nitrogenado afinal, o nitrogênio é o nutriente requerido em maiores quantidades nos gramados promovendo vigor, qualidade visual e recuperação de danos (BOWMAN et al., 2002).

A deficiência de nitrogênio pode ser identificada, primeiramente, quando há diminuição do crescimento vegetativo do gramado, sintoma que é facilmente percebido pela redução na quantidade de aparas recolhida de uma área conhecida, após o corte. O segundo sintoma de deficiência de nitrogênio é o amarelecimento das folhas devido à redução da concentração de clorofila (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

Plantas com excesso de nitrogênio apresentam folhas verde escuras e suculentas, que visualmente é excelente, no entanto, ficam suscetíveis a doenças e ataques de insetos (JONES et al., 1991). Em gramados, o excesso de nitrogênio torna as folhas da grama suscetível ao ataque de patógenos, principalmente da *Rhizoctonia solani* e da *Sclerotinia homeocarpa* (“dollar spot”).

O excesso da adubação nitrogenada ocasiona também um desbalanço entre rizomas/estolões e raízes e a parte aérea devido ao maior crescimento dessa última

(GODOY et al., 2012). Para gramados esportivos, isso gera menor resistência às injúrias sofridas durante um jogo e menor capacidade de recuperação.

2.5 Potássio nos gramados esportivos

O potássio é o principal elemento envolvido na manutenção da quantidade de água na planta e na pressão de turgor das células, o que determina a abertura e fechamento dos estômatos. É requerido na acumulação e translocação de novos carboidratos formados (JONES et al., 1991), sendo assim, encontra-se livre nas plantas, não fazendo parte de biomoléculas na planta.

Esse nutriente não apresenta sinais visíveis de deficiência em gramados. Dessa forma, essa deficiência ficou conhecida como “fome oculta”, ou seja, a falta desse nutriente prejudica a produtividade, mas a planta não mostra nenhum sintoma visual da deficiência (CHRISTIANS, 1998). Godoy et al. (2012) afirmam que em ensaios realizados com grama esmeralda em solução nutritiva, as plantas com ausência de potássio apresentaram coloração verde menos intensa e queima nas margens das folhas, não ocorrendo efeito significativo no crescimento da parte aérea.

Segundo Godoy e Villas Bôas (2003), doses muito altas de potássio podem causar fitotoxicidade nos gramados devido à alta quantidade de sais solúveis no solo ou então prejudicar a absorção de cálcio e magnésio pela competição pelo sítio da planta. Altas concentrações de potássio inicialmente resultam em uma deficiência de magnésio e, quando o potássio está altamente desbalanceado, causam a deficiência de cálcio (JONES et al., 1991).

Apesar de não ter grande influência no crescimento da parte aérea dos gramados, o potássio afeta outras características como a transpiração. Ele atua como regulador osmótico, auxiliando a planta a manter seu turgor e a fechar seus estômatos no momento de falta de água (GODOY et al., 2012). Doses maiores de potássio diminuiriam linearmente a evapotranspiração do gramado como verificou Godoy et al. (2007)

Plantas bem nutridas em potássio tendem a perder menos água que plantas deficientes, o que reduz gastos com irrigação. O maior turgor das folhas de grama, proporcionado pela aplicação de potássio, pode aumentar a resistência do gramado ao pisoteio ou tráfego (CHRISTIANS, 1998) e também aumentar a resistência a ataques de patógenos. Além disso, o potássio atua na ativação de enzimas e opera em diversas rotas metabólicas e no transporte de carboidratos dentro da planta. Essa translocação de

carboidratos dos órgãos de reserva para folhas novas aumenta a velocidade de rebrota (GODOY et al., 2012).

O potássio está mais relacionado à qualidade dos gramados, uma vez que aumenta a tolerância à seca, ao frio ou ao calor, ao pisoteio ou tráfego e aos patógenos, evitando sintomas visuais na folha causado por esses estresses, sendo um nutriente de grande importância, principalmente no manejo de campos esportivos.

2.6 Irrigação e drenagem em gramados esportivos

A irrigação de gramados esportivos é uma prática indispensável pois garante a qualidade do gramado e contribui com o manejo adequado. No entanto, os custos e as dificuldades existentes de captação da água geram o interesse pela procura de estratégias para aumentar a eficiência da irrigação em gramados (GEROLINETO, 2008).

Uma estratégia é a estimativa da evapotranspiração (KNEEBONE et al., 1992) citado por Gerolineto (2008), que pode ser realizada através do tanque classe A ou por equações empíricas como o modelo de Penman - Monteith (ROSENBERG et al., 1983).

Evapotranspiração é o consumo de água resultante da transpiração das folhas da cultura somado à evaporação da água do solo. A radiação solar é a principal fonte de energia para que ocorra a evapotranspiração que depende da disponibilidade de água no solo (Saad et al., 2008).

Saad et al. (2008) complementam afirmando que quando a umidade do solo se encontra na capacidade de campo, o alongamento celular e a fotossíntese ocorrem em taxa máxima. À medida que o teor de água no solo diminui, há um decréscimo quase linear no alongamento celular que pode refletir na redução do crescimento do gramado.

Silva et al. (2007) concluíram que nos meses que apresentaram temperatura média do ar superior a 20°C, a produção de matéria seca da grama esmeralda aumentou com o incremento das lâminas de irrigação.

Irrigações menos frequentes, com lâminas de irrigação maiores permitem que uma camada mais profunda de solo atinja a condição de umidade correspondente à capacidade de campo, permitindo o aprofundamento do sistema radicular e assim, o gramado suportará melhor períodos de déficit hídrico (SAAD et al., 2008).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização climática

O experimento foi realizado no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu – Unesp (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”).

O clima da região é do tipo Cfa (Clima subtropical, com verão quente), de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado por um inverno frio e seco e verão quente e úmido (CUNHA; MARTINS, 2009). A temperatura média anual é de 20,3°C e a umidade relativa média anual é de 73,9%. O mês mais quente é fevereiro com média de 23,1°C, e o mais frio é julho com média de 17,1°C.

As temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco. Esse tipo de clima predomina no sudoeste do Estado de São Paulo (Ventura 1964 citado em EMBRAPA, 2016).

3.2 Caracterização da área experimental

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) de textura média. Para a caracterização física foram coletadas amostras simples nas camadas de 0 – 0,2 m e de 0,2 – 0,4 m determinando a composição granulométrica de acordo com a metodologia da Embrapa (1997) (Tabela 1).

Na Tabela 2 tem-se a análise química do solo da área experimental utilizada para realização da correção do solo antes do início dos tratamentos.

Para a realização do plantio da grama bermuda Tifton 419 (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*) a área experimental precisou ser preparada.

Para retirada das plantas daninhas existentes na área passou-se uma grade intermediária, e em seguida foi realizado o nivelamento do terreno que apresentava declividade.

Após o nivelamento da área, sucedeu-se a instalação do sistema de irrigação por aspersão automatizado. Os equipamentos de irrigação e automação foram fornecidos pela empresa Rain Bird® e o sistema foi setorizado, permitindo manejos de irrigação diferentes em cada quadro de 11 x 11 m, com 4 aspersores fazendo a irrigação setorialmente, em um ângulo de 90°.

O solo foi calcariado visando elevar a saturação por bases a 70%, conforme recomendação de Godoy (2005), e com uma enxada rotativa procedeu-se a incorporação do calcário e destorroamento do solo.

A grama foi plantada por “sprigs”, que são rizomas e estolões espalhados pelo solo. Esse processo permite velocidade de plantio e melhor qualidade final, por não haver “emendas” de grama como ocorre no plantio por tapetes, além de não trazer o solo de onde a grama foi cultivada, o que diminui a chance de contaminação com plantas daninhas e patógenos de outra área.

Após o plantio foi realizada a manutenção pós-plantio, que é necessária para que ocorra o desenvolvimento da grama, como o controle de plantas daninhas, controle fitossanitário, cortes do gramado para estimular o crescimento lateral e manter a altura ideal, passagem de rolo liso, controle da irrigação e adubações iniciais para garantir o enraizamento do gramado.

Outras atividades esporádicas também foram feitas como aeração e “top dressing” (cobertura do gramado com areia), sempre buscando maior qualidade do gramado de acordo com o manejo realizado em gramados esportivos.

A partir de setembro de 2014 iniciou-se a adubação e irrigação da área de acordo com os tratamentos. Os dados utilizados nesse trabalho foram coletados de março a agosto de 2015.

Tabela 1. Análise física do solo presente na área experimental.

Amostra	Areia			Argila	Silte	Textura do solo
	Grossa	Fina	Total			
m	----- (g kg ⁻¹) -----					
0 – 0.2	348	441	789	164	47	Média
0.2 – 0.4	361	447	808	158	34	Média

Tabela 2. Análise química inicial do solo presente na área experimental.

Amostra	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
m	g/dm ³	mg/dm ³	-----mmol _c /dm ³ -----								
0 – 0.2	12	1	2	25	0.8	10	2	13	38	34	9
0.2 – 0.4	8	1	3	26	0.7	11	1	13	39	33	8

**Figura 1.** Área experimental com as parcelas (9,0 x 4,0 m) e subparcelas (2,25 x 2,0 m) delimitadas.

3.3 Caracterização da espécie de grama

A grama utilizada foi a grama bermuda, Tifton 419, um híbrido interespecífico estéril resultante do cruzamento de *C. dactylon* x *C. transvaalensis*, produzida por uma fazenda da empresa Itogress[®] em Sampaio Correa-RJ. A implantação foi realizada por “sprigs” no início de janeiro de 2014 e o fechamento do gramado ocorreu em setembro de 2014.

Esse híbrido é estolonífero-rizomatoso, sendo assim, suporta tráfego intenso e possui rápido crescimento e recuperação após sofrer injúrias, sendo muito utilizado em campos esportivos.

3.4 Estações do ano e dados meteorológicos

A frequência de irrigação e as doses de nitrogênio e de potássio foram avaliadas em duas estações climáticas do ano de 2015: outono (21/03 a 20/06) e inverno (21/06 a 23/09).

3.4.1 Outono

Na Figura 2, são apresentadas as temperaturas máxima, média e mínima de três meses, abril, maio e junho, correspondentes ao outono. Verificou-se que a temperatura média variou entre 14°C e 21°C, com uma tendência decrescente.

A radiação solar global nesse mesmo período também apresentou uma tendência decrescente e seu valor mínimo foi de 2,4 MJ m⁻², enquanto o máximo foi de 21,9 MJ m⁻² (Figura 3).

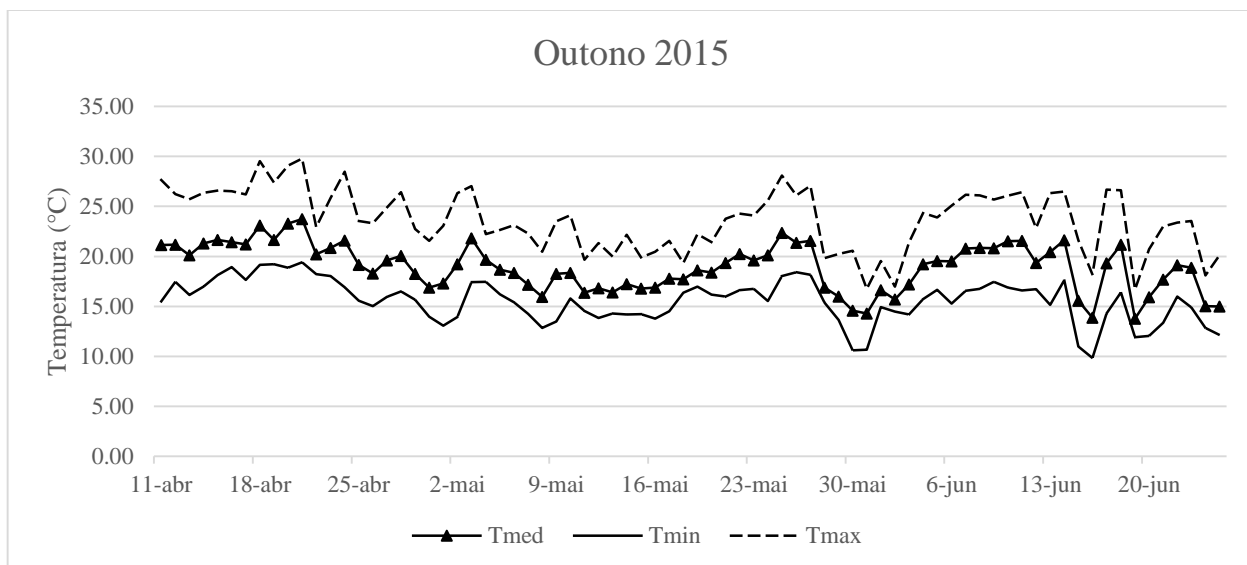


Figura 2. Dados diários de temperatura máxima, média e mínima dos meses de abril, maio e junho de 2015.

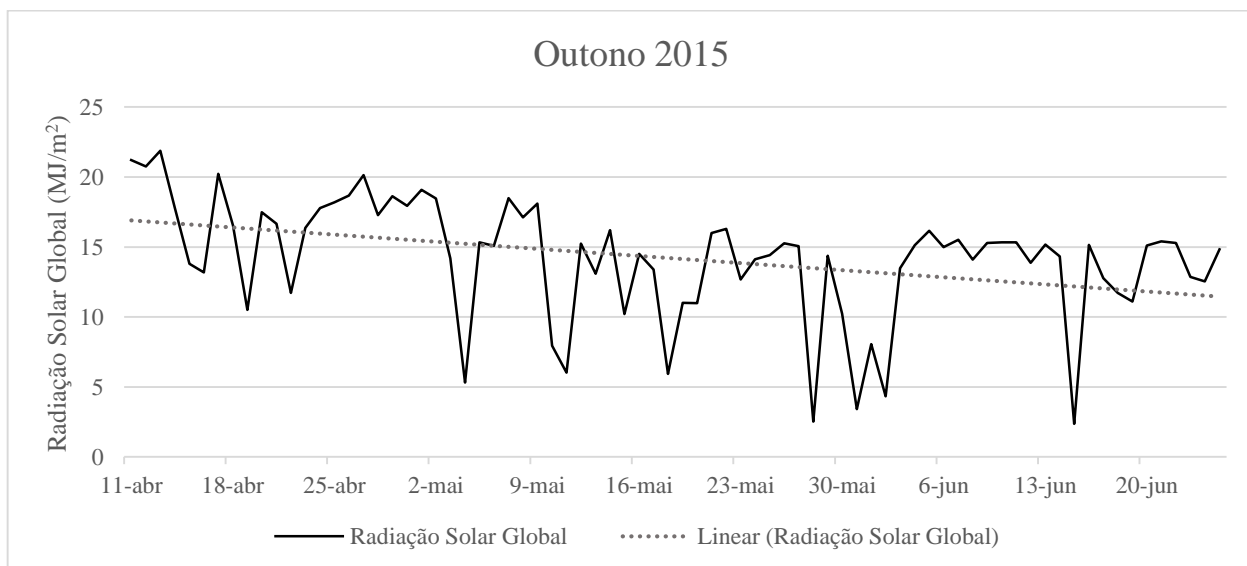


Figura 3. Dados diários de radiação solar global dos meses de abril, maio e junho de 2015.

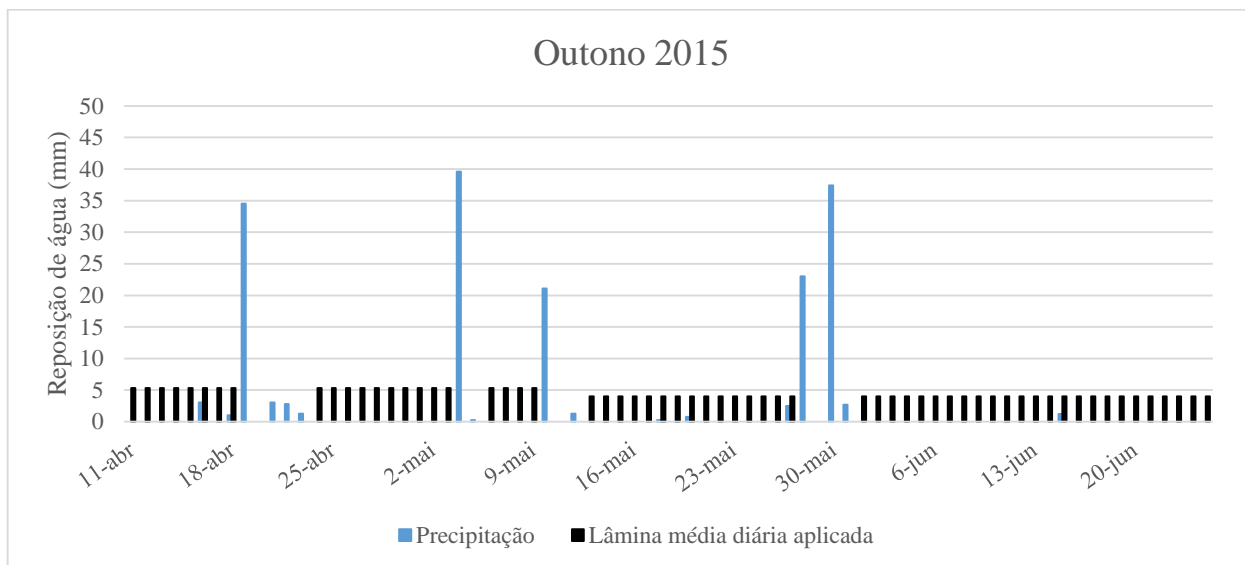


Figura 4. Dados diários de reposição de água, em milímetros, dos meses de abril, maio e junho de 2015.

3.4.1 Inverno

Nos três meses seguintes (julho, agosto e setembro), período correspondente à estação do inverno, a temperatura média se manteve entre 12°C e 28°C, numa tendência crescente, com os maiores valores de temperatura ocorrendo no final do mês de setembro (Figura 5). Na Figura 6, tem-se os dados diários de radiação solar global exibindo uma tendência crescente também.

Os dados pluviométricos (Figura 7) indicam um longo período com ausência de precipitação (de 13 de julho a 23 de agosto). Isso indica a importância de se ter irrigação em um gramado na região sudeste do Brasil, afinal é uma região que apresenta períodos com ausência de precipitação no outono e no inverno. Dependendo da duração desse período, isso pode gerar uma perda de qualidade e de estética do gramado, pois o déficit hídrico associa-se também à ocorrência de baixas temperaturas e baixos índices de radiação solar global no sudeste do Brasil, onde tem-se que a estação seca é o inverno.

De acordo com Santiago (2001) citado por Silva (2007), a temperatura do ar para as gramíneas apresentarem metabolismo e crescimento acelerado deve estar entre 25 e 35°C; em temperatura inferior a 20°C inicia-se o processo de dormência do gramado.

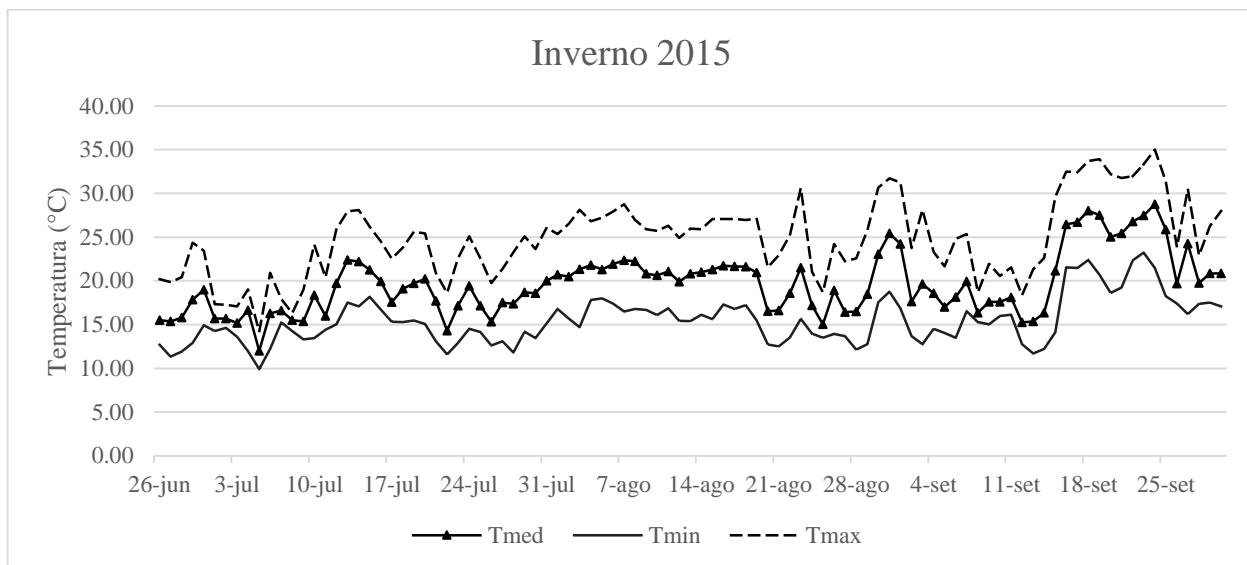


Figura 5. Dados diários de temperatura máxima, média e mínima dos meses de julho, agosto e setembro de 2015.

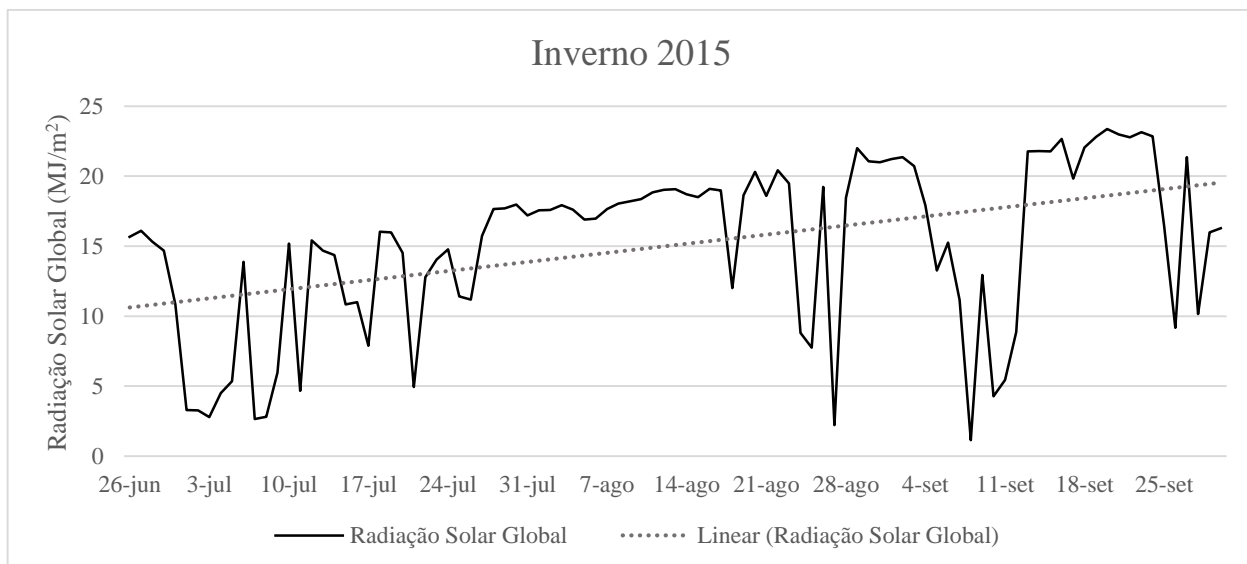


Figura 6. Dados diários de radiação solar global dos meses de julho, agosto e setembro de 2015.

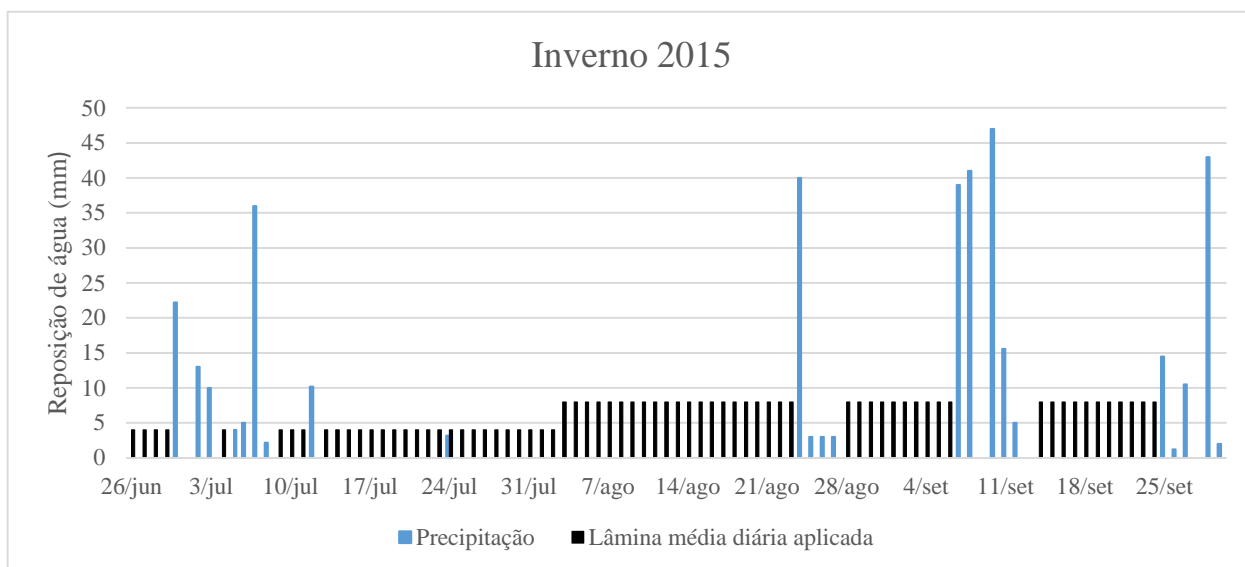


Figura 7. Dados diários de reposição de água, em milímetros, dos meses de julho, agosto e setembro de 2015.

3.5 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental envolveu dois manejos de irrigação, quatro doses de nitrogênio e duas de potássio, totalizando 16 tratamentos.

Os manejos da irrigação foram diferenciados pela frequência, sendo:

- Irrigação 1 (I1): irrigado todos os dias (frequência diária), repondo a lâmina evapotranspirada do dia anterior;
- Irrigação 2 (I2): irrigado a cada dois dias, repondo a soma da lâmina evapotranspirada dos dois dias anteriores.

A lâmina de cada irrigação foi calculada utilizando dados obtidos na estação meteorológica do Departamento de Solos e Recursos Ambientais situada ao lado da área experimental.

Os aspersores instalados foram do tipo rotores escamoteáveis modelo 5000 Plus da empresa Rain Bird®, ligados a um controlador eletrônico e dispostos setorialmente, permitindo manejos distintos em cada parcela. Este controlador foi monitorado por um relógio eletrônico, com calendário com os dias da semana, hora e minutos, controlando assim, a operação do sistema de irrigação por aspersão. O sistema possui também um sensor de chuva próximo à área irrigada, permitindo uma melhor eficiência da irrigação.

Nos horários programados, o controlador enviava os sinais elétricos ao conjunto motobomba e às válvulas solenóides comandavam sequencialmente a abertura e fechamento dos aspersores de cada setor.

O manejo da adubação foi caracterizado por quatro doses de nitrogênio e duas doses de potássio.

A dose de nitrogênio foi definida de acordo com dados da extração pela cultura, baseando-se em Lima et al. (2015), ou seja, $450 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Os tratamentos com doses de nitrogênio foram:

- N1 = 25% da dose recomendada ($112,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);
- N2 = 75% da dose recomendada ($337,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);
- N3 = 125% da dose recomendada ($562,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);
- N4 = 175% da dose recomendada ($787,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

Os tratamentos associadas à dose de potássio basearam-se na recomendação de que a relação N:K deve ser de 1:0,5 (GODOY et al., 2012), ou seja, $225 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Os tratamentos com potássio foram:

- K1 = 50% da dose recomendada ($112,5 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);
- K2 = 150% da dose recomendada ($337,5 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

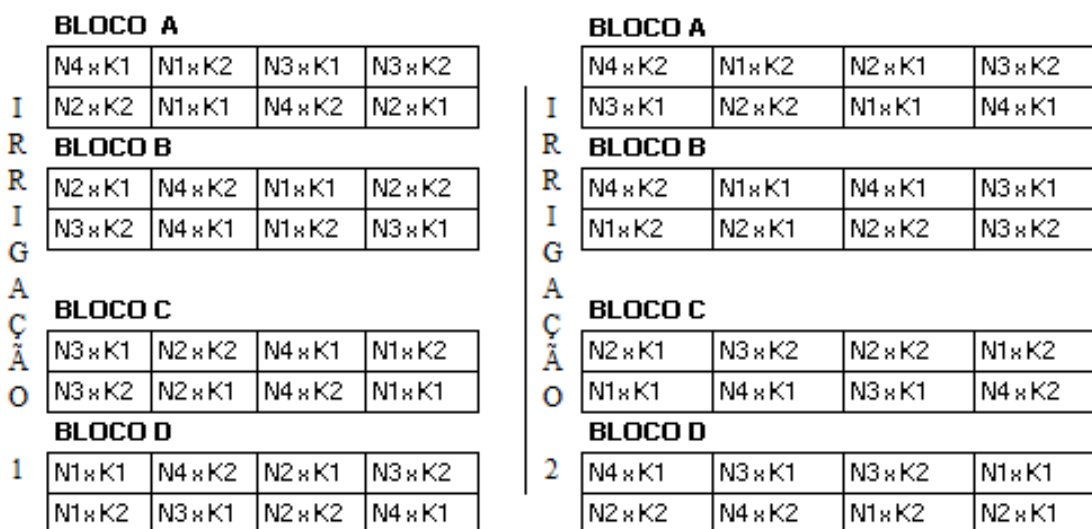
Tanto para o nitrogênio quanto para o potássio, seguiu-se a orientação de que, do total da adubação anual, 25% devem ser adicionados no período de outono e 15% no período de inverno (GODOY et al., 2012).

A fonte nitrogenada utilizada foi o nitrato de amônio (35% N) e a fonte potássica foi o cloreto de potássio purificado (60% K_2O). Os fertilizantes foram aplicados diluídos em água e utilizando um regador para melhor distribuição da solução água + fertilizante na área (Tabela 3).

Tabela 3. Dose e data de aplicação dos fertilizantes nitrogenado e potássico.

Fertilizante	Outono					Inverno			
	Tratamento	Dose total	Data de aplicação			Dose total	Data de aplicação		
			10/04	24/04	22/05		25/06	22/07	21/08
Nitrogênio (NH ₄ NO ₃)	----- kg de N ha ⁻¹ -----								
	N1 – 25%	28,1	9,4	9,4	9,4	16,9	5,6	5,6	5,6
	N2 – 75%	84,4	28,1	28,1	28,1	50,6	16,9	16,9	16,9
	N3 – 125%	140,6	46,9	46,9	46,9	84,4	28,1	28,1	28,1
Potássio (KCl)	----- kg de K ₂ O ha ⁻¹ -----								
	K1 – 50%	28,1	9,4	9,4	9,4	16,9	5,6	5,6	5,6
	K2 – 150%	84,4	28,1	28,1	28,1	50,6	16,9	16,9	16,9

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições, com tratamentos em fatorial, no qual, o fator irrigação é separado nas parcelas e o fator adubação nas subparcelas (Figura 8). Cada parcela mediu 4,0 x 9,0 m, com 1,0 m de bordadura, e as subparcelas mediram 2,25 x 2,0 m.

**Figura 8.** Croqui da área mostrando os blocos, as parcelas e subparcelas, sendo “N” as doses de nitrogênio e “K” as doses de potássio.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, à análise de regressão e teste Tukey no programa computacional Minitab®. As correlações lineares estabelecidas foram obtidas pelo método de Pearson.

3.6 Avaliações

3.6.1 Análise química de solo

As análises de solo foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da FCA (Faculdade de Ciências Agrônomicas – Unesp/Botucatu). Foram enviadas amostras retiradas nas camadas de 0,0 – 0,1 m e 0,1 – 0,2 m, as quais foram obtidas pela homogeneização de três amostras simples de cada subparcela. Essas amostras foram retiradas do campo ao final dos meses de março e setembro de 2015, quatro semanas após a adubação realizada mensalmente.

Essas amostras foram retiradas com a ajuda de um trado utilizado em “greens” e então foram dispostas em bandejas identificadas e organizadas em uma casa de vegetação de vidro, com sistema de ventilação, para secagem. Depois foram peneiradas e colocadas em sacos de papel devidamente identificados e levadas ao laboratório onde realizou-se as análises de matéria orgânica, pH, H+Al e macronutrientes, pelas metodologias descritas por Raij et al. (2001). Com esses dados, foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (CTC) e a saturação por bases (V%).

Foram feitas duas amostragens de solo, uma antes de iniciar o experimento (março de 2015) e outra ao término do experimento (setembro de 2015), para avaliar o comportamento dos nutrientes no solo de acordo com os tratamentos que começaram a ser diferenciados desde setembro de 2014.

3.6.2 Quantificação de massa de matéria seca de aparas

O gramado foi cortado semanalmente a uma altura de 18 mm, no entanto, a coleta de aparas, a fim de determinar a quantidade de massa de matéria seca de cada subparcela, foi realizada ao final de cada estação, quatro semanas após a adubação realizada mensalmente. Foi coletada aparas de uma área de 2,4 m² que representa duas passadas da máquina de corte.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa a 65°C por 72 horas. Depois procedeu-se a quantificação da massa das amostras em balança de precisão.

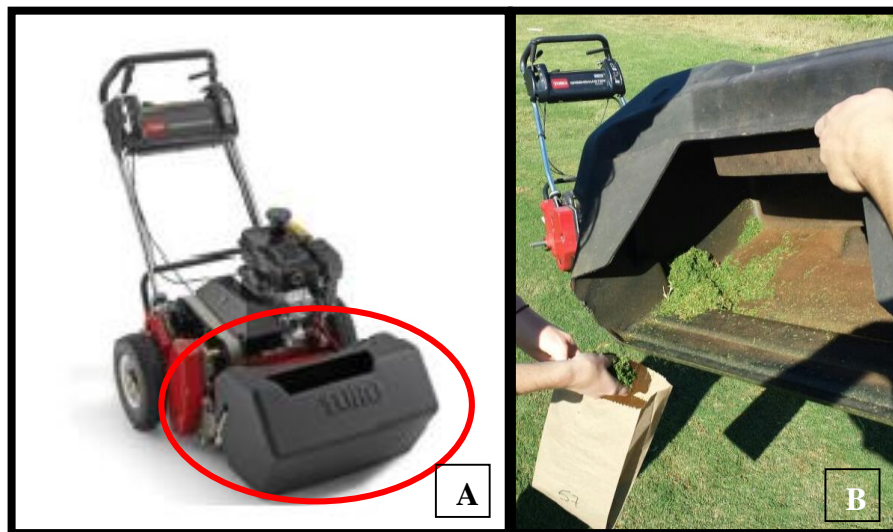


Figura 9. A- Máquina de corte “GreenMaster 1000” da empresa Toro com coletor de aparas; B- Coleta de aparas do gramado.

3.6.3 Análise foliar de concentração de macronutrientes

A análise foliar foi efetuada no final de cada estação com a finalidade de determinar a concentração de macronutrientes, seguindo a metodologia modificada de Malavolta et al. (1997). A coleta das aparas de grama bermuda foi realizada na quarta semana após a adubação.

As amostras foram coletadas a partir do corte de aparas de gramas a 18 mm, obtidas numa área de 2,4 m² de cada subparcela. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa a 65°C, por 72 horas. Após secagem, as amostras foram moídas e enviadas ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da FCA (Faculdade de Ciências Agrônômicas / Unesp – Botucatu) para a determinação da concentração dos macronutrientes.

3.6.4 Quantificação de massa de matéria seca de raízes e estolões

Essa análise foi realizada apenas ao final do experimento, no mês de setembro de 2015. Seguiu-se o método do trado, com quantificação de massa de raízes secas de acordo com Vasconcelos et al. (2003).

Foi retirada apenas uma amostra por parcela, com um trado de 6 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade (Figura 10). As amostras foram lavadas utilizando uma peneira de 1 mm de forma que se retirou o solo contido nelas sem perder as raízes, depois

foram separados a parte aérea, o estolão e a raiz, para que fossem pesados separadamente as raízes e os estolões.

As raízes e estolões já devidamente lavados, foram acondicionados em sacos de papel identificados e levados para secagem em estufa a 70°C por 96 horas. Após a secagem, realizou-se a quantificação da massa de matéria seca de raízes e estolões com uma balança de precisão.



Figura 10. Trado utilizado e amostra retirada para quantificação de massa de matéria seca de raiz e estolão.

3.6.5 Avaliações de qualidade do gramado

Em gramados esportivos, a qualidade do gramado é muito valorizada, pois devem oferecer a condição perfeita de jogo. Foram realizadas algumas avaliações para quantificar características importantes de um gramado esportivo.

a) Intensidade de cor verde

A determinação da intensidade de cor verde da folha da grama é medida com base na quantidade de luz absorvida, transmitida ou refletida pelas moléculas de clorofila das gramas. Dessa maneira, pode-se correlacionar esse dado com o teor de clorofila e, assim, com o teor de nitrogênio (maior parte do nitrogênio da planta se encontra nos cloroplastos e clorofila). Lima (2009) e Backes (2010) demonstraram que estes índices se correlacionam moderada e fortemente, respectivamente, com os teores de nitrogênio nas lâminas foliares da grama esmeralda.

A cor do gramado é um indicativo muito importante da sua situação nutricional, fitossanitária e hídrica. Por isso, a determinação da intensidade da cor verde da

folha (ICV) foi medida uma vez por mês e obtida através da média de quatro leituras por subparcela. A medida foi realizada quatro semanas após a adubação mensal.

Para essa avaliação foi utilizado o medidor portátil Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter (Figura 11), que mede através da reflectância de luz, incidindo um feixe de luz sobre a folha de grama. Esse aparelho mede comprimentos de luz de 700 nm e 840 nm e estima a quantidade de clorofila nas folhas utilizando como fonte de luz, a luz solar.



Figura 11. Aparelho utilizado para medir a intensidade de cor verde Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter.

b) Altura do gramado

Para gramados esportivos é necessário manter uma determinada faixa de altura de corte, que varia de acordo com o esporte. Um gramado que apresente um crescimento vertical muito intenso exigirá maior frequência de corte, o que implica em maior custo e maior exportação de nutrientes pelas aparas.

Foi realizada, uma vez por mês, a avaliação de altura do gramado, utilizando o aparelho “Grass Height Prism Gauge” (Figura 12 - A). Essa avaliação foi efetuada antes do corte, estimando o crescimento das folhas desde o último corte (sete dias).

Esse corte foi realizado utilizando a máquina GreenMaster 1000 da empresa Toro® (Figura 12 - B), à uma altura de 18 mm, dentro da faixa de 10 a 18 mm recomendada por Tapia (2003). O corte do gramado foi realizado uma vez por semana durante todo o período compreendido por esse trabalho.



Figura 12. A- Instrumento medidor de altura de gramado “Grass Height Prism Gauge”; B- Máquina “GreenMaster 1000” da empresa Toro®.

c) Tração superficial (“Rotational resistance”)

Essa avaliação foi efetuada no fim de cada estação avaliada (junho e setembro de 2015) e permitiu determinar o torque necessário para “rasgar” o gramado. O objetivo da avaliação foi verificar a interação entre a sola da chuteira e o gramado, relacionada com a habilidade do jogador de mudar de direção quando está correndo. Se a resistência for insuficiente o jogador ficará com o pé solto aumentando as chances de escorregar, e se a resistência for demais pode causar estresse nos músculos, ligamento e articulações e ocasionar danos físicos aos jogadores.

O aparelho utilizado para essa medição foi o “Rotational Resistance Tester” (Figura 13), que é específico para essa finalidade.



Figura 13. Equipamento utilizado na avaliação da tração superficial “Rotational Resistance Tester”

d) Taxa de cobertura verde

Durante uma partida de jogo, o gramado é bastante danificado pelo pisoteio, pelos tacos (golfe), pelas chuteiras (futebol), entre outros. Desta forma, a taxa de cobertura verde (TCV) de um gramado é de extrema importância, afinal, é interessante que esse gramado esteja recuperado para a próxima partida de jogo.

Avaliou-se o tempo de recuperação do gramado utilizando metodologia semelhante à descrita por Karcher et al. (2005).

Dois plugs de mesmo diâmetro (6 cm) foram coletados nos meses de junho e setembro de 2015 de cada subparcela, com o auxílio de um trado. No dia seguinte, fotografou-se a área correspondente aos dois plugs retirados utilizando uma câmera digital de 3.0 megapixels fixada em uma estrutura denominada “Light Box”, semelhante à confeccionada por Peterson et al. (2011) (Figura 14 e 15). Essa estrutura permite a uniformização da luminosidade da área fotografada (0,5 x 0,6 m) de todos os tratamentos, pois é composta por uma caixa totalmente fechada com lâmpadas inseridas dentro da caixa e conectadas por energia elétrica. A taxa de fechamento foi determinada através do programa Sigma Scan Pro 5.0. As fotos foram tiradas a cada 4 dias durante duas semanas.

- M1 = dia da retirada dos “plugs”;
- M2 = 4 dias após a retirada dos “plugs” (DARP);
- M3 = 8 dias após a retirada dos “plugs” (DARP);
- M4 = 12 dias após a retirada dos “plugs” (DARP).



Figura 14. Equipamento utilizado para uniformização da luminosidade e da área fotografada “Light Box.”

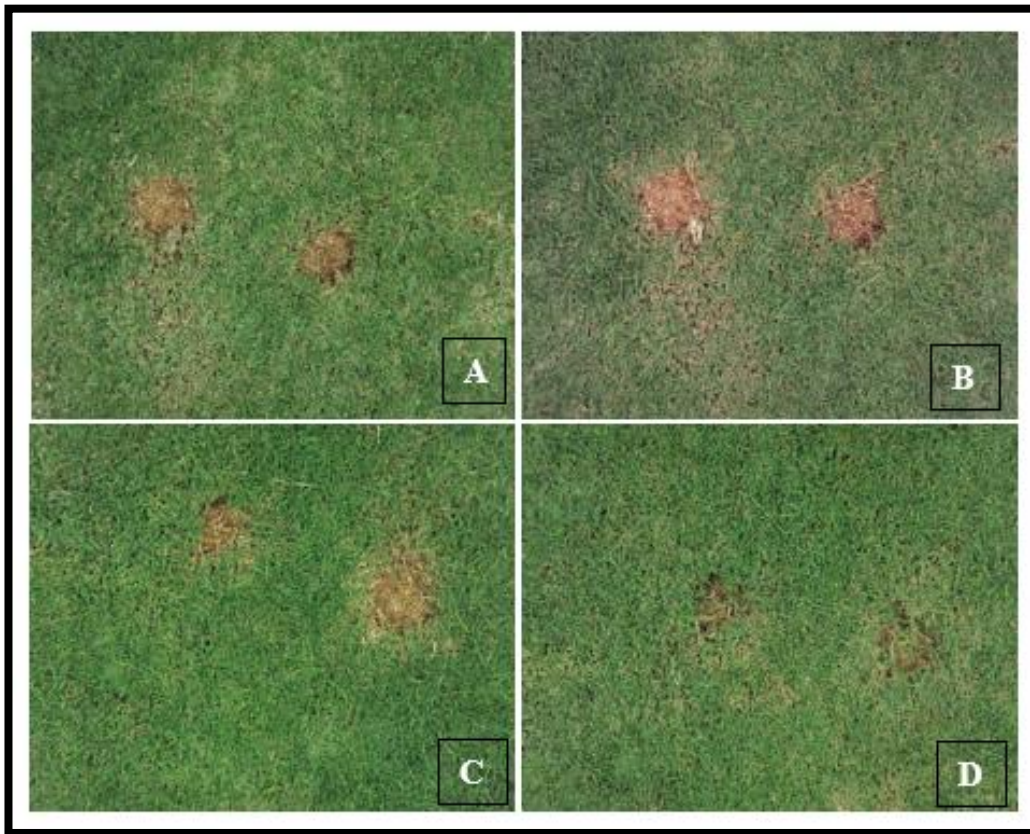


Figura 15. Imagens digitais do teste de velocidade de recuperação do gramado: A- 1 DARP; B- 4 DARP; C- 8 DARP; D – 12 DARP.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise química de solo

As análises químicas do solo foram realizadas em março e em setembro de 2015. Na Tabela 4, verifica-se que houve diferença estatística para o fator frequência de irrigação em todas as variáveis para o mês de março, exceto para concentração de magnésio no solo. Para o fator potássio, obteve-se diferença estatística também para a variável doses de potássio.

Tabela 4. Resumo da análise de variância da análise química de solo (0 – 0,1 m), realizada em março de 2015, em função das doses de nitrogênio, de potássio e das frequências de irrigação.

Análise química do solo										
Causas de Variação	Março/2015									
	pH	MO	P _{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	----- p -----									
N	0,984 ^{ns}	0,737 ^{ns}	0,920 ^{ns}	0,986 ^{ns}	0,092 ^{ns}	0,735 ^{ns}	0,907 ^{ns}	0,780 ^{ns}	0,461 ^{ns}	0,984 ^{ns}
K	0,998 ^{ns}	0,671 ^{ns}	0,097 ^{ns}	0,824 ^{ns}	0,0001*	0,917 ^{ns}	0,605 ^{ns}	0,971 ^{ns}	0,741 ^{ns}	0,922 ^{ns}
I	0,0001*	0,020*	0,046*	0,0001*	0,037*	0,0001*	0,083 ^{ns}	0,0001*	0,008*	0,0001*
N*K	0,935 ^{ns}	0,503 ^{ns}	0,897 ^{ns}	0,909 ^{ns}	0,915 ^{ns}	0,681 ^{ns}	0,887 ^{ns}	0,737 ^{ns}	0,663 ^{ns}	0,840 ^{ns}
N*I	0,991 ^{ns}	0,988 ^{ns}	0,857 ^{ns}	0,923 ^{ns}	0,479 ^{ns}	0,728 ^{ns}	0,521 ^{ns}	0,664 ^{ns}	0,436 ^{ns}	0,819 ^{ns}
K*I	0,952 ^{ns}	0,315 ^{ns}	0,681 ^{ns}	0,619 ^{ns}	0,650 ^{ns}	0,604 ^{ns}	0,756 ^{ns}	0,634 ^{ns}	0,864 ^{ns}	0,655 ^{ns}
N*K*I	0,857 ^{ns}	0,927 ^{ns}	0,949 ^{ns}	0,752 ^{ns}	0,800 ^{ns}	0,707 ^{ns}	0,846 ^{ns}	0,724 ^{ns}	0,744 ^{ns}	0,746 ^{ns}
CV (%)	12,6	26,0	64,9	43,1	28,1	27,1	32,1	25,2	13,1	17,1

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N – doses de nitrogênio; K – doses de potássio; I – frequências de irrigação.

Os resultados denotam que a contribuição diferenciada do potássio gerou resultados significativamente diferentes para o teor desse elemento no solo. Porém a

irrigação teve um efeito importante no conteúdo dos nutrientes, o que significa que lâminas diferentes geraram resultados diferentes no solo.

Na Tabela 5, verifica-se que houve diferença estatística para o fator frequência de irrigação em praticamente todas as variáveis para o mês de setembro, exceto para as concentrações de fósforo e de matéria orgânica no solo. Para o fator potássio, obteve-se diferença estatística também para a variável doses de potássio.

Tabela 5. Resumo da análise de variância da análise química de solo (0 – 0,1 m), realizada em setembro de 2015, em função das doses de nitrogênio, de potássio e das frequências de irrigação.

Análise química do solo										
Causas de Variação	Setembro/2015									
	pH	MO	P _{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	----- p -----									
N	0,971 ^{ns}	0,953 ^{ns}	0,828 ^{ns}	0,852 ^{ns}	0,601 ^{ns}	0,942 ^{ns}	0,855 ^{ns}	0,962 ^{ns}	0,990 ^{ns}	0,934 ^{ns}
K	0,852 ^{ns}	0,940 ^{ns}	0,506 ^{ns}	0,920 ^{ns}	0,0001*	0,969 ^{ns}	0,373 ^{ns}	0,970 ^{ns}	0,952 ^{ns}	0,871 ^{ns}
I	0,0001*	0,688 ^{ns}	0,605 ^{ns}	0,0001*	0,040*	0,0001*	0,004*	0,0001*	0,001*	0,0001*
N*K	0,797 ^{ns}	0,818 ^{ns}	0,812 ^{ns}	0,758 ^{ns}	0,327 ^{ns}	0,470 ^{ns}	0,856 ^{ns}	0,464 ^{ns}	0,439 ^{ns}	0,620 ^{ns}
N*I	0,825 ^{ns}	0,473 ^{ns}	0,932 ^{ns}	0,648 ^{ns}	0,905 ^{ns}	0,874 ^{ns}	0,960 ^{ns}	0,878 ^{ns}	0,879 ^{ns}	0,768 ^{ns}
K*I	0,651 ^{ns}	0,985 ^{ns}	0,684 ^{ns}	0,657 ^{ns}	0,314 ^{ns}	0,837 ^{ns}	0,536 ^{ns}	0,767 ^{ns}	0,600 ^{ns}	0,635 ^{ns}
N*K*I	0,964 ^{ns}	0,899 ^{ns}	0,649 ^{ns}	0,842 ^{ns}	0,613 ^{ns}	0,957 ^{ns}	0,918 ^{ns}	0,949 ^{ns}	0,969 ^{ns}	0,901 ^{ns}
CV (%)	13,8	20,6	75,8	59,6	32,3	53,2	109,1	51,3	33,6	26,7

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N – doses de nitrogênio; K – doses de potássio; I – frequências de irrigação.

Tabela 6. Concentração de potássio no solo em função das doses de potássio, em duas épocas de avaliação, no início e no final do experimento.

Doses de potássio	Concentração de potássio no solo	
	Março/2015	Setembro/2015
kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	----- mmol _c dm ⁻³ -----	
112,5	1,0 B	1,1 B
337,5	1,3 A	1,6 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Houve incremento da concentração de K da primeira análise para a segunda, indicando aumento da concentração deste nutriente no solo (Tabela 6), sendo mais evidente esse incremento na maior dose de K aplicada. Como esse incremento ocorreu para as duas doses avaliadas, deduz-se que a dose de 50% do total recomendado foi suficiente para suprir a necessidade desse gramado e não empobrecer o solo. Deve-se ressaltar, no

entanto que o gramado desse trabalho sofreu pouca injúria por tráfego de pessoas e máquinas e, portanto, numa intensidade maior de uso do gramado os resultados poderiam indicar que a dose maior teria melhor efeito.

Nas Tabelas 7 e 8 verifica-se que a irrigação a cada dois dias apresentou valores maiores de porcentagem de Saturação por Bases (V%) e Capacidade de Troca Catiônica (CTC). No caso dos valores da CTC do solo, sugere-se que a aplicação da irrigação mais frequente gerou lixiviação de nutrientes na camada de 0 – 0,1 m, com exceção do potássio (K) que apresentou comportamento contrário.

Tanto na avaliação de março como na de setembro de 2015 notou-se que a aplicação da irrigação mais frequente promoveu diminuição nos teores de Ca (mais intenso na segunda coleta) e Mg (exceto em março de 2015).

Uma das hipóteses para justificar essa diferença pode estar relacionada a lixiviação dessas bases para a camada mais profunda ou ainda a um desenvolvimento radicular maior nos tratamentos que receberam irrigação a cada dois dias, favorecendo o desenvolvimento radicular mais profundo e, portanto, extraindo nutrientes de uma camada mais profunda do solo, o que pode ter preservado mais esses nutrientes na camada mais superficial.

Na irrigação mais frequente, as extrações de Ca e Mg foram maiores pois, considerando que o volume de água aplicado foi igual, somente alterando a frequência, a menor concentração de Ca e Mg na superfície é devido ao nutriente ter se mantido na superfície pela menor lixiviação, no entanto, provavelmente, a maior concentração das raízes ficou na camada mais superficial o que promoveu redução das concentrações destes nutrientes devido a extração deles na camada nessa camada.

Para o K, os resultados foram diferentes das demais bases (Ca e Mg) pois na frequência de irrigação a cada dois dias há um pequeno aumento de concentração.

Deve-se lembrar que o K foi parcelado em seis vezes, diminuindo o efeito da lixiviação. Como na aplicação mais frequente sugere-se que houve acúmulo de raízes superficiais, existe a possibilidade desse potássio retido nas raízes aumentar o teor no solo através da concentração desse nutriente presente em raízes secas e que ao serem peneiradas passam na malha e são incorporadas ao solo. Como a concentração de potássio nas raízes é elevada, pequenas quantidades podem afetar o teor desse elemento no solo.

A matéria orgânica (MO) demonstra que houve um incremento significativo de uma época para outra ($10 \text{ g MO/dm}^3 = 20 \text{ t MO/ha}$) devido ao crescimento de raízes e colchão (material seco entre parte aérea e estolões).

Tabela 7. Média dos resultados da análise de solo, realizada em março de 2015, em função da frequência de irrigação.

		Março/15								
Frequência de Irrigação	pH	MO	P _{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----			mmol _c dm ⁻³	-----		
Diária	6,1 B	13 A	31 B	16 A	1,2 A	30 B	4 A	35 A	51 B	67 B
A cada dois dias	6,9 A	11 B	44 A	9 B	1,0 B	41 A	4 A	46 B	55 A	82 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre as frequências de irrigação pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 8. Média dos resultados da análise de solo, realizada em setembro de 2015, em função da frequência de irrigação.

		Setembro/15								
Frequência de Irrigação	pH	MO	P _{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----			mmol _c dm ⁻³	-----		
Diária	6,1 B	21 A	25 A	19 A	1,5 A	39 B	2 B	43 B	61 B	64 B
A cada dois dias	7,0 A	20 A	28 A	10 B	1,2 B	68 A	5 A	73 A	84 A	85 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre as frequências de irrigação pelo teste de Tukey a 5%.

4.2 Intensidade de cor verde

O objetivo principal de se quantificar a intensidade de cor verde da folha é estimar indiretamente o teor de clorofila, isso porque a deficiência de nitrogênio leva a redução na intensidade da cor verde das folhas. Desta forma, quando há redução no valor da intensidade de cor verde pode ser um indicativo da necessidade da aplicação de nitrogênio.

Neste trabalho, não se verificou diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 9). No entanto, correlacionou-se a intensidade de cor verde com o teor de nitrogênio foliar nas duas estações do ano e obteve-se correlação com os dados obtidos no mês de setembro (0,610), porém não se conseguiu correlação com os dados obtidos do mês de junho (-0,034).

Lima et al. (2012) afirmam que a intensidade de cor verde obtida com o Clorofilômetro CM 1000 apresentou correlação positiva com a concentração de nitrogênio de grama bermuda. No entanto, esse trabalho foi realizado nos meses de

novembro a fevereiro, época que apresenta alta temperatura e alto índice de radiação global solar.

Pode-se explicar a não obtenção da correlação (intensidade de cor verde x teor de N na folha) no mês de junho com base nas variáveis climáticas temperatura e radiação global solar, que tiveram reduzidos valores neste mês (Tabela 10). Como já citado anteriormente, em temperaturas abaixo de 20°C essa espécie de gramado entra em início de dormência e sua atividade fotossintética é prejudicada. A baixa radiação solar também colaborou para esse resultado no mês de junho.

Tabela 9. Resumo da análise de variância da intensidade de cor verde em função das doses de nitrogênio, de potássio e da frequência de irrigação em seis épocas de avaliação.

Intensidade de cor verde						
Causas de Variação	Abril/15	Mai/15	Junho/15	Julho/15	Agosto/15	Setembro/15
	----- p -----					
N	0,253 ^{ns}	0,896 ^{ns}	0,786 ^{ns}	0,062 ^{ns}	0,533 ^{ns}	0,115 ^{ns}
K	0,669 ^{ns}	0,355 ^{ns}	0,815 ^{ns}	0,966 ^{ns}	0,905 ^{ns}	0,700 ^{ns}
I	0,863 ^{ns}	0,699 ^{ns}	0,826 ^{ns}	0,487 ^{ns}	0,048 ^{ns}	0,623 ^{ns}
N*K	1,000 ^{ns}	0,330 ^{ns}	0,891 ^{ns}	0,823 ^{ns}	0,593 ^{ns}	0,742 ^{ns}
N*I	0,265 ^{ns}	0,656 ^{ns}	0,570 ^{ns}	0,234 ^{ns}	0,619 ^{ns}	0,705 ^{ns}
K*I	0,293 ^{ns}	0,734 ^{ns}	0,413 ^{ns}	0,932 ^{ns}	0,632 ^{ns}	0,825 ^{ns}
N*K*I	0,602 ^{ns}	0,942 ^{ns}	0,670 ^{ns}	0,445 ^{ns}	0,883 ^{ns}	0,897 ^{ns}
CV (%)	11,2	13,8	14,7	13,0	12,7	14,9

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N – doses de nitrogênio; K – doses de potássio; I – frequências de irrigação.

Tabela 10. Média da temperatura do ar, da radiação global solar e lâmina total de água (precipitação + irrigação) nos meses de junho e de setembro de 2015.

Dados Climáticos	Junho/15	Setembro/15
Média de Temperatura	17,6 °C	24,8 °C
Média de Radiação Solar	13,2 MJ m ⁻²	19,2 MJ m ⁻²
Lâmina Total de Água	139,4 mm	354,8 mm

Um dos fatores que justifica a não diferenciação na intensidade de cor verde é a diferença de crescimento do gramado. De acordo com a Tabela 11 essa diferença foi significativa entre as doses de nitrogênio, dessa forma, pode ter ocorrido diluição do nitrogênio absorvido pela planta, afinal quanto maior a altura do gramado maior a quantidade de massa de matéria seca. Beard (1973) confirma isso afirmando que altas doses

de nitrogênio podem gerar uma falta de resposta ou redução na intensidade de cor verde do gramado por causa da alta taxa de crescimento gerar diluição da clorofila e também porque folhas maiores causam sombreamento nas folhas menores.

Isso faz com que apenas a medida de intensidade de cor verde não seja a melhor forma de avaliação. O ideal é a medida com NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) que mede a densidade de folhas verdes, dessa forma, considera-se também a massa de folhas verdes.

4.3 Altura do gramado

Nas Tabelas 11 e 12 e Figuras 16, 17, 18 e 19 nota-se efeito significativo das doses de nitrogênio na altura do gramado. No mês mais quente (abril), considerando o corte de 18 mm, a diferença entre os tratamentos foi de 6 mm. Em alguns meses como junho e setembro de 2015 que não apresentaram diferença estatística o crescimento foi de 1 mm e 4 mm, respectivamente. Possivelmente essa ausência de resposta está relacionada a temperatura baixa nos períodos de avaliação do mês de junho de 2015 (17/06 a 24/06) e do mês de setembro de 2015 (09/09 a 16/09) (Figura 2 e 5).

Tabela 11. Resumo da análise de variância da altura do gramado em função das doses de nitrogênio, de potássio e da frequência de irrigação em seis épocas de avaliação.

Causas de Variação	Altura do gramado					
	Abril/15	Mai/15	Junho/15	Julho/15	Agosto/15	Setembro/15
	----- p -----					
N	0,001*	0,011*	0,332 ^{ns}	0,005*	0,032*	0,818 ^{ns}
K	0,946 ^{ns}	0,118 ^{ns}	0,774 ^{ns}	0,933 ^{ns}	0,924 ^{ns}	0,401 ^{ns}
I	0,123 ^{ns}	0,009*	0,566 ^{ns}	0,028*	0,924 ^{ns}	0,477 ^{ns}
N*K	0,743 ^{ns}	0,939 ^{ns}	0,108 ^{ns}	0,277 ^{ns}	0,838 ^{ns}	0,087 ^{ns}
N*I	0,325 ^{ns}	0,406 ^{ns}	0,119 ^{ns}	0,168 ^{ns}	0,436 ^{ns}	0,737 ^{ns}
K*I	0,201 ^{ns}	0,149 ^{ns}	0,391 ^{ns}	0,559 ^{ns}	0,503 ^{ns}	0,477 ^{ns}
N*K*I	0,971 ^{ns}	0,233 ^{ns}	0,703 ^{ns}	0,661 ^{ns}	0,664 ^{ns}	0,943 ^{ns}
CV (%)	8,0	9,0	4,3	7,1	6,5	8,7

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N – doses de nitrogênio; K – doses de potássio; I – frequências de irrigação.

Tabela 12. Média das alturas do gramado em função das doses de nitrogênio em seis épocas de avaliação.

Doses de Nitrogênio kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Altura do gramado					
	Abril/15	Mai/15	Junho/15	Julho/15	Agosto/15	Setembro/15
112,5	21 B	21 B	19 A	19 B	19 B	22 A
337,5	23 AB	22 AB	19 A	20AB	20 AB	22 A
562,5	24 A	23 A	19 A	21 A	20 AB	22 A
787,5	24 A	23 A	19 A	21 A	21 A	22 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

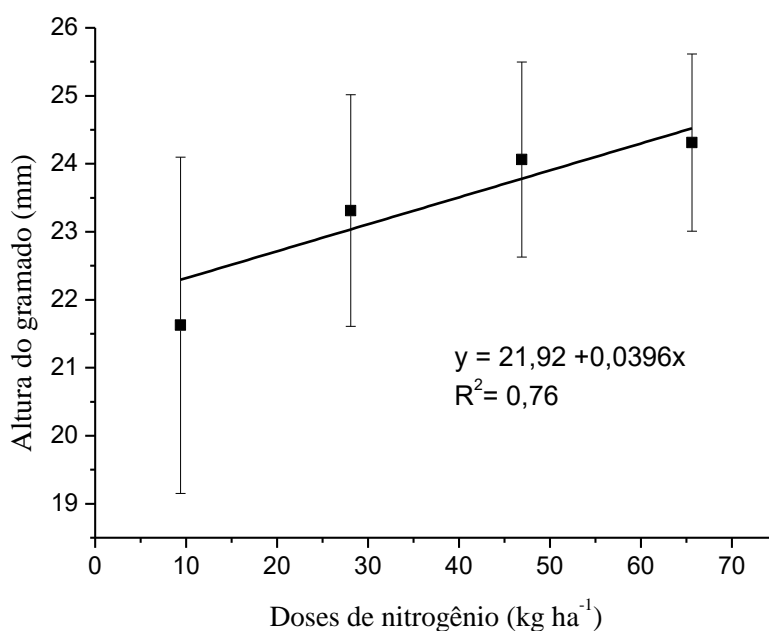


Figura 16. Altura do gramado no mês de abril/15 em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.

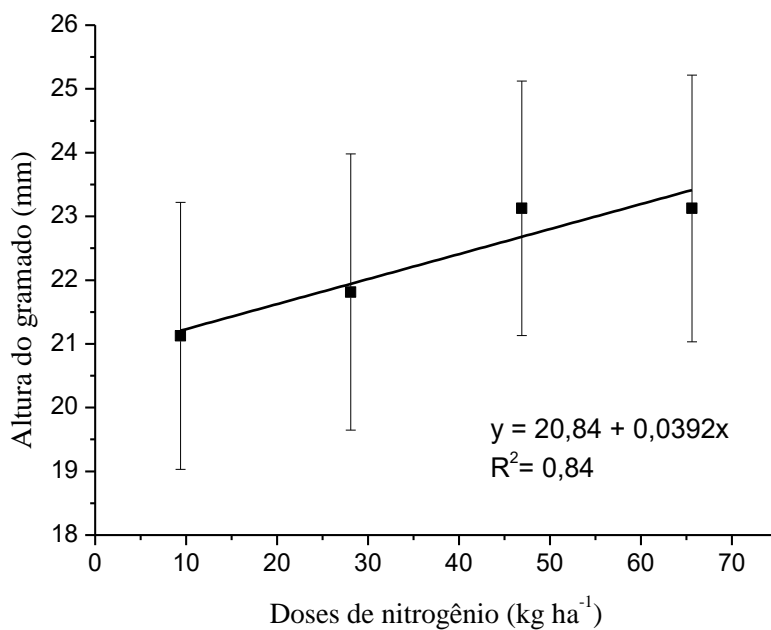


Figura 17. Altura do gramado no mês de maio/15 em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.

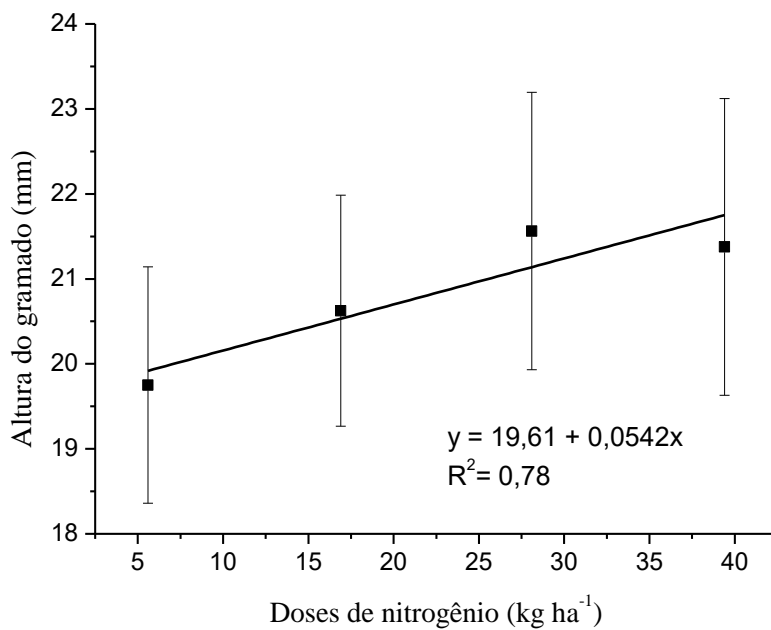


Figura 18. Altura do gramado no mês de julho/15 em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do inverno.

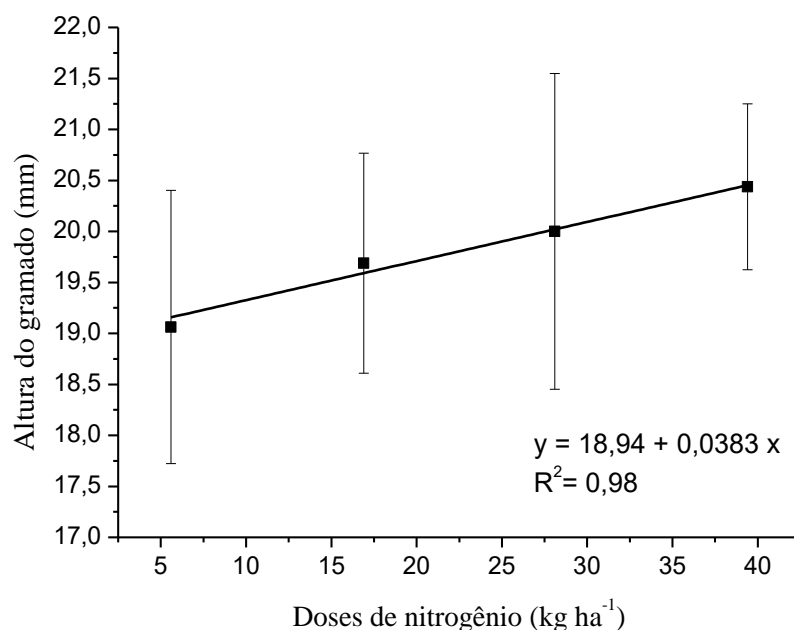


Figura 19. Altura do gramado no mês de agosto/15 em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do inverno.

Para o fator frequência de irrigação, os meses que apresentaram diferença significativa foram maio e julho (Tabela 13). Nesses meses, nota-se que praticamente não ocorreu precipitação na segunda metade do mês e, assim a irrigação teve um papel importante na reposição de água no solo (Figuras 4 e 7); portanto, a frequência de irrigação nesses dois meses diferenciou os tratamentos.

Tabela 13. Média das alturas do gramado em função da frequência de irrigação em seis épocas de avaliação.

Frequência de Irrigação	Altura do gramado					
	Abril/15	Maió/15	Junho/15	Julho/15	Agosto/15	Setembro/15
	----- mm -----					
Diária	23 A	23,0 A	19 A	21,3 A	19 A	22 A
A cada dois dias	23 A	21,6 B	19 A	20,4 B	19 A	22 A

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N - doses de nitrogênio; K - doses de potássio; I - frequências de irrigação.

No mês de junho, também praticamente não ocorreu precipitação e, portanto, deveria ter sido significativo para o fator frequência de irrigação. No entanto, a temperatura nesse mês apresentou uma média de 17,6°C (Tabela 10 e Figura 2) e

provavelmente a taxa fotossintética da planta foi sutil, lembrando que em temperaturas abaixo de 20°C essa espécie entra em dormência.

Essa medida foi realizada após um mês da adubação realizada mensalmente.

4.4 Tração do gramado (“Rotational Resistance”)

Na Tabela 14 observa-se que apenas a frequência de irrigação apresentou diferença estatística apenas para o mês de setembro de 2015.

Tabela 14. Resumo da análise de variância da medida de tração do gramado em função das doses de nitrogênio, de potássio e da frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.

Tração do gramado		
Causas de variação	Junho/15	Setembro/15
	----- p -----	
N	0,566 ^{ns}	0,852 ^{ns}
K	0,525 ^{ns}	0,830 ^{ns}
I	0,075 ^{ns}	0,025*
N*K	0,718 ^{ns}	0,429 ^{ns}
N*I	0,965 ^{ns}	0,305 ^{ns}
K*I	0,374 ^{ns}	0,957 ^{ns}
N*K*I	0,931 ^{ns}	0,893 ^{ns}
CV	9,2	7,7

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N – doses de nitrogênio; K – doses de potássio; I – frequências de irrigação.

Segundo a FIFA (2016) o valor recomendado de tração de gramado natural deve estar entre 25 e 50 Nm, para gramados bons e entre 35 e 45 Nm para um gramado natural ideal. Nota-se na Tabela 15 que as médias obtidas nesse trabalho estão superiores aos valores recomendados para um bom gramado, necessitando assim da realização de um manejo que diminua essa tração. Sugere-se a realização de um corte vertical, que além de retirar a material seco do gramado (“colchão”), também, ao rasgar estolões, diminui a tração.

Um gramado bem nutrido, com o passar do tempo, fica mais denso e há aumento de raízes e estolões; dessa forma, verificou-se incremento da tração do mês de junho para setembro de 2015 (Tabela 15).

Tabela 15. Média da medida de tração do gramado em função da frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.

Frequência de Irrigação	Tração do gramado	
	Junho/15	Setembro/15
	----- N m -----	
Diária	52 A	58 B
A cada dois dias	54 A	61 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre as frequências de irrigação pelo teste de Tukey a 5%.

4.5 Taxa de cobertura verde

Para a realização dessa avaliação fez-se imagens do gramado (Figura 15) em quatro momentos distintos para verificar a taxa de cobertura verde. A primeira imagem foi feita no dia da retirada dos “plugs” de grama, a segunda, quatro dias após da retirada dos “plugs” (DARP), a terceira após oito DARP e a quarta após 12 DARP.

Tabela 16. Resumo da análise de variância da taxa de cobertura verde em função das doses de nitrogênio e de potássio, da frequência de irrigação e dos quatro momentos.

Causas de variação	Taxa de cobertura verde	
	Junho/15	Setembro/15
	----- p -----	
Nitrogênio (N)	0,0001*	0,343 ^{ns}
Potássio (K)	0,506 ^{ns}	0,788 ^{ns}
Irrigação (I)	0,043*	0,760 ^{ns}
Momento (M)	0,0001*	0,0001*
N*K	0,060 ^{ns}	0,109 ^{ns}
N*I	0,406 ^{ns}	0,493 ^{ns}
N*M	0,754 ^{ns}	0,812 ^{ns}
K*I	0,334 ^{ns}	0,767 ^{ns}
K*M	0,982 ^{ns}	0,959 ^{ns}
I*M	0,945 ^{ns}	0,860 ^{ns}
N*K*I	0,154 ^{ns}	0,056 ^{ns}
N*K*M	0,817 ^{ns}	0,416 ^{ns}
N*I*M	0,899 ^{ns}	0,748 ^{ns}
K*I*M	0,928 ^{ns}	0,567 ^{ns}
N*K*I*M	0,995 ^{ns}	0,794 ^{ns}

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N – doses de nitrogênio; K – doses de potássio; I – frequências de irrigação.

Na avaliação da taxa de cobertura verde realizada em junho de 2015 tem-se que três fatores apresentaram diferença estatística: o fator dose de nitrogênio, a frequência de irrigação e o momento da avaliação. No entanto, na avaliação realizada em setembro apenas o fator momento da avaliação é que apresentou diferença estatística (Tabela 16).

O tratamento com a menor dose de nitrogênio foi o que mais rápido se recuperou do dano sofrido pelo gramado (retirada dos “plugs”), em ambos os meses (Tabela 17). O nitrogênio em altas doses causa um desbalanço entre rizomas/estolões/raízes e a parte aérea devido ao maior crescimento dessa última, como já citado anteriormente.

Quando a retirada dos “plugs” foi feita para avaliar a taxa de cobertura verde do gramado nos tratamentos com maior dose de nitrogênio, apesar da parte aérea apresentar maior altura (Tabela 12) e, conseqüentemente, maior massa de matéria seca (Tabela 21), houve menor formação de raízes. Portanto, como houve menor reserva nas raízes e estolões a rebrota foi mais lenta em altas doses de nitrogênio.

As doses de nitrogênio e a frequência de irrigação não apresentaram diferença significativa em setembro de 2015 devido às altas precipitações que ocorreram nesse mês (Figura 7), tanto antes do período de realização da avaliação quanto durante (17/09 a 01/10). Isso provavelmente lixiviou o nitrogênio presente no solo e a frequência de irrigação não teve influência efetiva.

Tabela 17. Média da taxa de cobertura verde em função das doses de nitrogênio em duas épocas de avaliação.

Dose de nitrogênio	Taxa de cobertura verde	
	Junho/15	Setembro/15
kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	----- % -----	
112,5	78,4 A	88,2 A
337,5	77,5 AB	86,9 A
562,5	76,6 B	86,9 A
787,5	76,7 B	87,9 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre as doses de nitrogênio pelo teste de Tukey a 5%.

No mês de junho de 2015, a reposição de água ocorreu apenas pela irrigação, mantendo a frequência de irrigação de acordo com os tratamentos. No entanto, observa-se na Tabela 18 que essa diferença foi ínfima.

Tabela 18. Média da taxa de cobertura verde em função da frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.

Frequência de Irrigação	Taxa de cobertura verde	
	Junho/15	Setembro/15
	----- % -----	
Diária	77,0 B	87,6 A
A cada dois dias	77,7 A	87,4 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre as frequências de irrigação pelo teste de Tukey a 5%.

Os momentos foram significativos em ambos os meses, pois conforme os dias vão se passando vai ocorrendo o fechamento dos “plugs” retirados (Tabela 19). Os estolões se desenvolvem fechando o solo e a parte aérea rebrota (Figura 14).

Tabela 19. Média da taxa de cobertura verde de gramado em função dos momentos em duas épocas de avaliação.

Momentos	Taxa de cobertura verde	
	Junho/15	Setembro/15
	----- % -----	
0 DARP	72,9 C ¹	80,7 D
4 DARP	74,5 B	85,7 C
8 DARP	80,6 A	90,1 B
12 DARP	81,2 A	93,2 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os momentos pelo teste de Tukey a 5%; DARP – dias após retirada dos “plugs”.

As avaliações foram realizadas a cada quatro dias, sendo possível observar por esses resultados que, conforme esperado, a grama bermuda tem uma elevada capacidade de fechamento de uma área danificada. Essa recuperação foi crescente e atingiu, em junho de 2015, 81,2% aos 12 dias após a retirada dos “plugs”, enquanto que a medida realizada em setembro de 2015 foi de 93,2% em 12 dias. Esse resultado pode estar relacionado a temperatura superior ocorrida no mês de setembro (Figuras 2 e 5).

Como recomendação, altas doses de N dificultam fechamento de danos em gramados esportivos, por formar menor quantidade de estolões e raízes, dificultando a rebrota.

4.6 Massa de matéria seca de aparas

A determinação da massa de matéria seca das aparas foi significativa no outono (junho de 2015) para o fator dose de adubação nitrogenada e, no inverno (setembro de 2015), para o fator irrigação (Tabela 20).

Tabela 20. Resumo da análise de variância da massa de matéria seca de aparas em função das doses de nitrogênio, de potássio e da frequência de irrigação, em duas épocas de avaliação.

Causas de variação	Massa de matéria seca de aparas	
	Junho/15	Setembro/15
	----- p -----	
N	0,0001 *	0,110 ^{ns}
K	0,894 ^{ns}	0,422 ^{ns}
I	0,662 ^{ns}	0,002*
N*K	0,197 ^{ns}	0,618 ^{ns}
N*I	0,739 ^{ns}	0,892 ^{ns}
K*I	0,959 ^{ns}	0,618 ^{ns}
N*K*I	0,587 ^{ns}	0,813 ^{ns}
CV (%)	23,5	41,3

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N – doses de nitrogênio; K – doses de potássio; I – frequências de irrigação.

Na Tabela 21 é mostrado que a menor dose da adubação nitrogenada realizada no outono diferenciou das demais, apresentando valor inferior de massa de matéria seca de aparas. A massa de matéria seca é usada para estimar a taxa de crescimento da planta, expressando o resultado de seu metabolismo juntamente com as condições ambientais que atuam sobre seu crescimento (ESTRADA, 1990 citado por Silva, 2007).

Tabela 21. Média da massa de matéria seca de aparas em função das doses de nitrogênio em duas épocas de avaliação.

Doses de Nitrogênio	Massa de matéria seca de aparas	
	Junho/15	Setembro/15
kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	----- kg ha ⁻¹ -----	
112,5	113,4 B	130,6 A
337,5	150,5 A	124,1 A
562,5	160,0 A	136,5 A
787,5	168,2 A	171,5 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre as doses de nitrogênio pelo teste de Tukey a 5%.

Na Figura 20, observa-se aumento linear significativo da massa de matéria seca de aparas com o incremento das doses nitrogenadas aplicadas no período do outono. Isso se deve ao fato do acúmulo de matéria seca ser diretamente proporcional ao suprimento adequado de nitrogênio para a planta, uma vez que o nitrogênio tem função estrutural na molécula de clorofila (Caballero et al., 1985).

Em setembro de 2015, tem-se que a massa de matéria seca de aparas não foi significativa para as doses de nitrogênio, porém notou-se que para a dose de 787,5 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ houve incremento de 35 kg N ha⁻¹ em relação à dose 562,5 kg N ha⁻¹ ano⁻¹. Esse resultado se explica de acordo com o coeficiente de variação que foi maior no mês de setembro (41,3%) comparando-se com o mês de junho (23,5%).

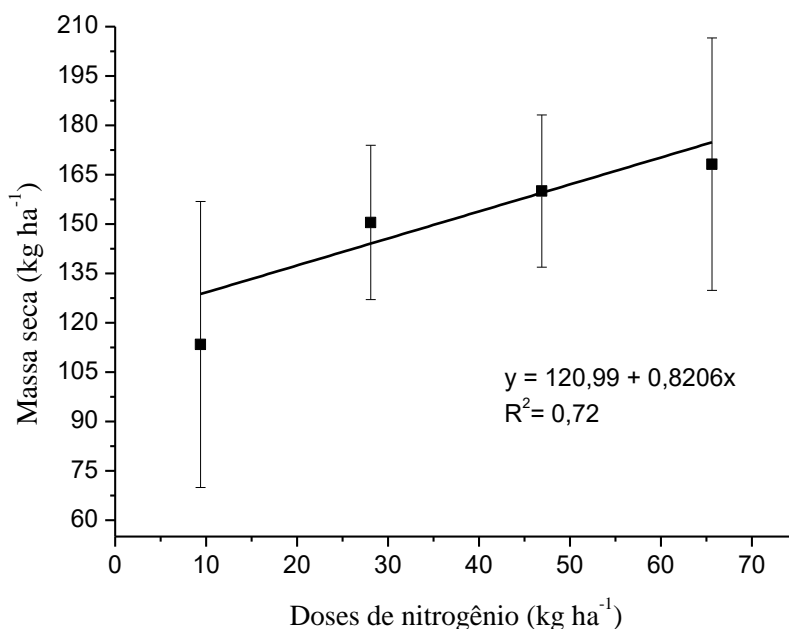


Figura 20. Massa de matéria seca de aparas em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.

Na Tabela 22 nota-se que a irrigação diária apresentou maior valor de massa de matéria seca de aparas que a irrigação a cada dois dias, no período do inverno (setembro de 2015).

Para explicar essa diferença pode-se considerar a perda de N por lixiviação, nos tratamentos que receberam irrigação a cada dois dias, e dessa forma, uma lâmina do maior turno.

Tabela 22. Média da massa de matéria seca de aparas em função da frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.

Frequência de Irrigação	Massa de matéria seca de aparas	
	Junho/15	Setembro/15
	----- kg ha ⁻¹ -----	
Diária	146,1 A	164,0 A
A cada dois dias	149,9 A	117,4 B

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre as frequências de irrigação pelo teste de Tukey a 5%.

4.7 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar

A concentração de nitrogênio na lâmina foliar, coletada na segunda metade do mês de junho de 2015, apresentou diferença significativa para os fatores nitrogênio e irrigação (Tabela 23).

Tabela 23. Resumo da análise de variância da concentração de nitrogênio e potássio na lâmina foliar de grama bermuda em duas épocas de avaliação.

Causas de Variação	Concentração foliar de macronutrientes			
	Junho/15		Setembro/15	
	Nitrogênio	Potássio	Nitrogênio	Potássio
	----- p -----			
N	0,001*	0,009*	0,086 ^{ns}	0,097 ^{ns}
K	0,314 ^{ns}	0,178 ^{ns}	0,777 ^{ns}	0,406 ^{ns}
I	0,004*	0,0001*	0,750 ^{ns}	0,059 ^{ns}
N*K	0,627 ^{ns}	0,304 ^{ns}	0,471 ^{ns}	0,901 ^{ns}
N*I	0,215 ^{ns}	0,556 ^{ns}	0,558 ^{ns}	0,523 ^{ns}
K*I	0,694 ^{ns}	0,114 ^{ns}	0,794 ^{ns}	0,606 ^{ns}
N*K*I	0,868 ^{ns}	0,492 ^{ns}	0,548 ^{ns}	0,561 ^{ns}
CV (%)	6,1	6,3	6,5	9,0

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N – doses de nitrogênio; K – doses de potássio; I – frequências de irrigação.

O tratamento que recebeu as maiores doses de nitrogênio aplicadas (562,5 e 787,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹) concentrou maior teor de nitrogênio foliar que as demais (Tabela 24).

Na Figura 21 observa-se aumento linear significativo do nitrogênio presente na lâmina foliar com o incremento das doses nitrogenadas aplicadas no período do

outono, indicando assim, que quanto maior a adubação nitrogenada, maior concentração de nitrogênio na folha.

Tabela 24. Média dos resultados da concentração de nitrogênio e potássio na lâmina foliar de híbrido de grama bermuda (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*) em função das doses de nitrogênio, em duas épocas de avaliação.

Doses de Nitrogênio kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Nitrogênio foliar		Potássio foliar	
	Junho/15	Setembro/15	Junho/15	Setembro/15
112,5	32,5 B ¹	37,2 A	12,5 B	13,4 A
337,5	32,8 B	35,4 A	12,9 AB	13,2 A
562,5	33,9 AB	36,2 A	13,3 A	13,3 A
787,5	35,3 A	37,3 A	13,5 A	14,2 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Outro fator a ser analisado são as barras de variação dos dados que mostram a diferença de fertilidade do solo existente na área, onde aplicou-se maior dose de nitrogênio essa diferença foi minimizada. A maior dose de N aplicada supriu a deficiência de nitrogênio nas áreas que inicialmente apresentavam menor quantidade de nitrogênio, já a menor dose não foi suficiente e apresentou uma maior variação nos resultados de concentração de nitrogênio na lâmina foliar de grama bermuda.

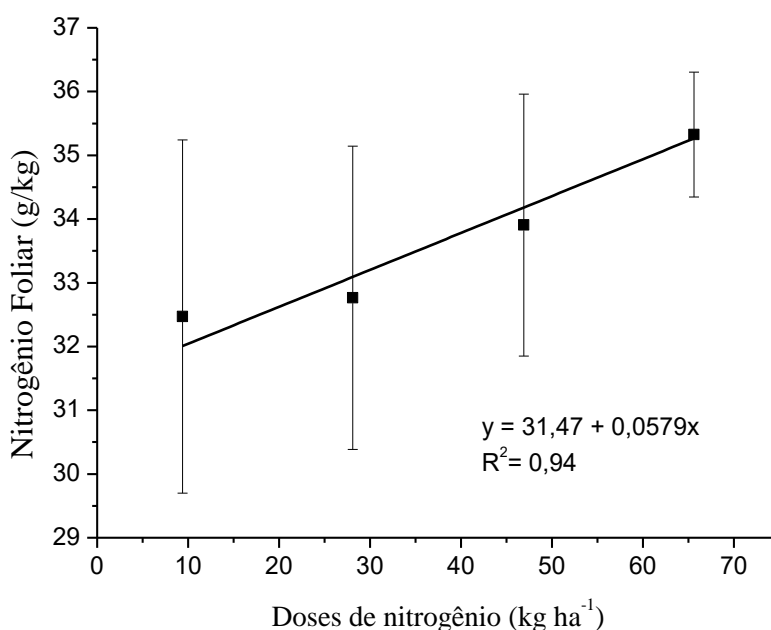


Figura 21. Concentração de nitrogênio presente na lâmina foliar de grama bermuda em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.

A concentração de potássio na lâmina foliar coletada na segunda metade do mês de junho de 2015 apresentou diferença significativa para os fatores nitrogênio e irrigação, como verificado também para concentração de nitrogênio foliar. Os tratamentos que receberam as maiores doses de nitrogênio aplicado concentraram maior teor de potássio foliar que as demais doses nitrogenadas (Tabela 24).

Na figura 22 observa-se aumento linear significativo do potássio presente na lâmina foliar com o incremento das doses nitrogenadas aplicadas no período do outono.

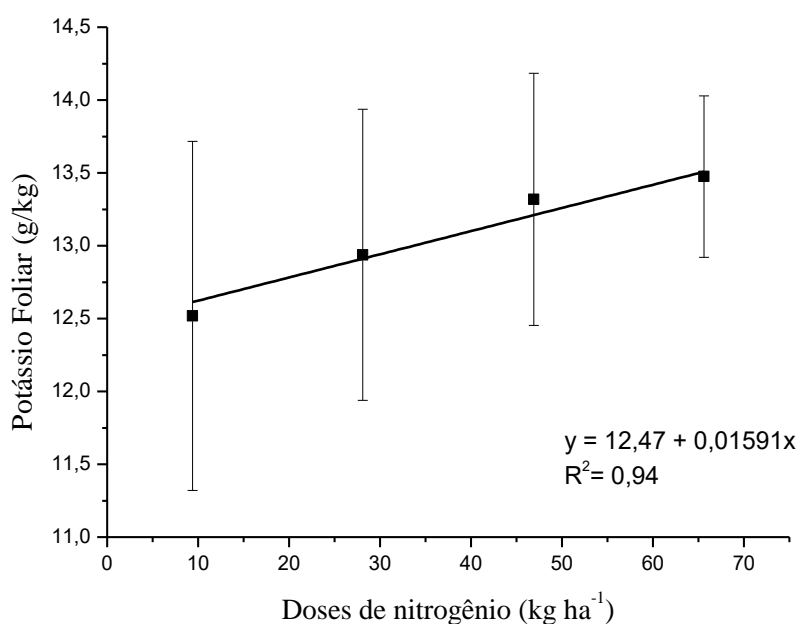


Figura 22. Concentração de potássio presente na lâmina foliar de grama bermuda em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.

Com o aumento da dose de nitrogênio há um incremento da concentração de potássio foliar devido a maior atividade fotossintética da planta, o que pode ter favorecido a maior translocação de potássio das raízes para as folhas.

No entanto, com o aumento das doses de potássio não se verificou aumento significativo da concentração de potássio foliar. Isso sugere que a adubação potássica não foi necessária em grandes quantidades. Isso se explica pelo fato de que maior resposta a adubação potássica se dá em gramados que sofrem estresses, como danos após uma partida de futebol, estresse hídrico, estresse por pragas e doenças, estresse por tráfego de máquina e estresse devido ao manejo do gramado (ex: corte vertical), o que não ocorreu no gramado desse trabalho.

Outro fator que gera maior resposta a adubações com potássio é em solos nos quais são plantadas culturas que exportam grandes quantidades desse nutriente nas colheitas, como por exemplo, algodão, amendoim, banana, café, feijão e soja (RAIJ, 2011).

Para o fator irrigação, a irrigação diária concentrou maior teor de nitrogênio e potássio foliar que a irrigação a cada dois dias, no período do outono (Tabela 25).

Tabela 25. Média da concentração de nitrogênio e potássio na lâmina foliar em função da frequência de irrigação, em duas datas de avaliação.

Frequência de Irrigação	Nitrogênio foliar		Potássio foliar	
	Junho/15	Setembro/15	Junho/15	Setembro/15
	----- g kg ⁻¹ -----			
Diária	34,4 A	36,6 A	13,5 A	13,8 A
A cada dois dias	32,8 B	36,4 A	12,6 B	13,2 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

4.8 Quantidade de macronutrientes exportados

Tabela 26. Resumo da análise de variância da quantidade de nutrientes nas aparas de grama bermuda em função das doses de nitrogênio, de potássio e frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.

Causas de variação	Junho/15		Setembro/15	
	Nitrogênio	Potássio	Nitrogênio	Potássio
	----- p -----			
N	0,0001*	0,0001*	0,099 ^{ns}	0,086 ^{ns}
K	0,791 ^{ns}	0,729 ^{ns}	0,490 ^{ns}	0,476 ^{ns}
I	0,894 ^{ns}	0,655 ^{ns}	0,005*	0,003*
N*K	0,146 ^{ns}	0,137 ^{ns}	0,625 ^{ns}	0,726 ^{ns}
N*I	0,619 ^{ns}	0,795 ^{ns}	0,910 ^{ns}	0,868 ^{ns}
K*I	0,992 ^{ns}	0,796 ^{ns}	0,649 ^{ns}	0,656 ^{ns}
N*K*I	0,579 ^{ns}	0,478 ^{ns}	0,765 ^{ns}	0,795 ^{ns}
CV (%)	24,4	25,8	46,0	50,3

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N – doses de nitrogênio; K – doses de potássio; I – frequências de irrigação.

A quantidade de nutrientes exportada em um hectare foi calculada multiplicando-se a concentração de nutrientes e a massa de matéria seca de aparas. Dessa forma, obteve-se diferença significativa na quantidade de nitrogênio e quantidade de potássio para o fator doses de adubação em junho de 2015 e para o fator frequência de irrigação em setembro de 2015 (Tabela 26).

A quantidade de nitrogênio e de potássio foram menores para a menor dose nitrogenada, sugerindo assim, que o aumento da adubação nitrogenada gera um aumento destes nutrientes no gramado (Tabela 27).

Quanto maior a adubação nitrogenada, mais ativo fica o metabolismo da planta, produzindo mais massa de matéria seca de aparas através da estimulação da fotossíntese. No entanto, a fotossíntese depende também da radiação solar e da temperatura, sendo assim, verificou-se um maior acúmulo de nitrogênio em setembro de 2015, que foi um mês que apresentou maiores valores de temperatura e radiação solar em relação ao mês de junho de 2015 (Figuras 2, 3, 5 e 6).

Tabela 27. Média da quantidade de nitrogênio e potássio nas aparas de grama bermuda em função das doses nitrogenadas em duas épocas de avaliação.

Dose de Nitrogênio	Quantidade de nitrogênio		Quantidade de potássio	
	Junho/15	Setembro/15	Junho/15	Setembro/15
kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	----- kg ha ⁻¹ -----			
112,5	3,7 B	5,0 A	1,4 B	1,8 A
337,5	4,9 A	4,4 A	2,0 B	1,7 A
562,5	5,4 A	5,0 A	2,1 A	1,9 A
787,5	5,9 A	6,5 A	2,3 A	2,5 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre as doses de nitrogênio pelo teste de Tukey a 5%.

Nas Figuras 23 e 24, nota-se incremento linear da quantidade de nitrogênio e potássio, respectivamente, em relação às doses de nitrogênio aplicada.

Na Tabela 28 verifica-se que a coleta efetuada em junho de 2015 não apresentou diferença significativa para o fator frequência de irrigação. Isso se deu devido a massa de matéria seca de aparas para o mesmo mês também não ter sido significativo para o fator frequência de irrigação. Isso se explica devido a temperatura e da radiação global solar terem apresentado valores baixos nesse mês.

Para o mês de setembro de 2015, o fato da massa de matéria seca apresentar valor inferior para a frequência de irrigação a cada dois dias fez com que a quantidade de nutrientes também apresentasse resultado semelhante.

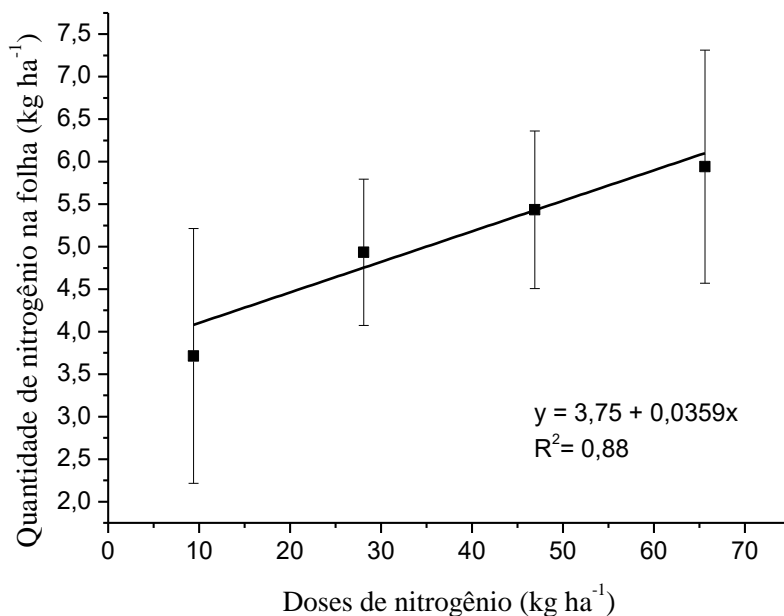


Figura 23. Quantidade de nitrogênio presente nas aparas de grama bermuda em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.

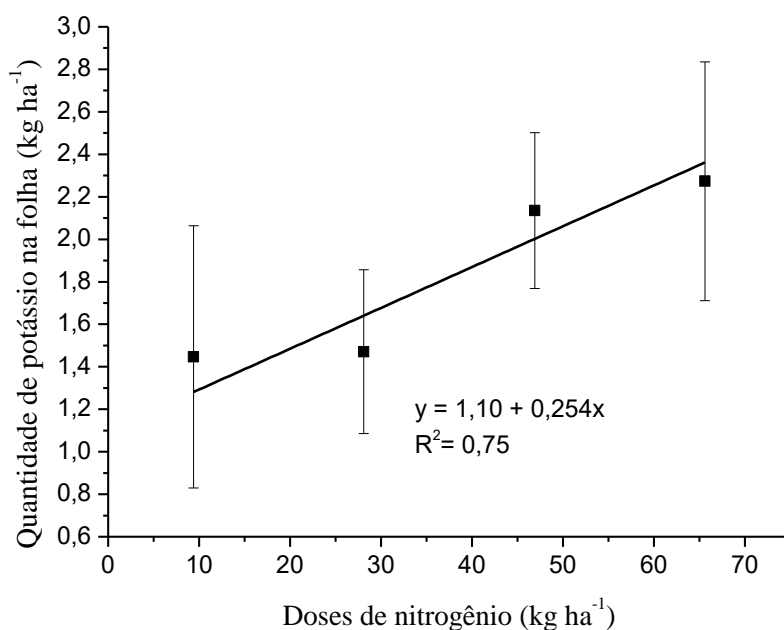


Figura 24. Quantidade de potássio presente nas aparas de grama bermuda em função das doses nitrogenadas mensal aplicadas no período do outono.

Tabela 28. Média da quantidade de nitrogênio e potássio em função da frequência de irrigação em duas épocas de avaliação.

Frequência de Irrigação	Quantidade de Nitrogênio		Quantidade de Potássio	
	Junho/15	Setembro/15	Junho/15	Setembro/15
	----- kg ha ⁻¹ -----			
Diária	5,0 A	6,1 A	2,0 A	2,3 A
A cada dois dias	5,0 A	4,3 B	1,9 A	1,6 B

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre as frequências de irrigação pelo teste de Tukey a 5%.

4.9 Massa de matéria seca de raiz e estolão

A quantificação de massa de matéria seca de raízes e estolões não apresentou diferença significativa de acordo com a Tabela 29.

Acredita-se que, para as raízes, a profundidade amostrada (0,2 m) não foi suficiente para verificar diferença estatística.

Esperava-se encontrar menor massa de raízes e estolões nos tratamentos com doses maiores de nitrogênio no entanto, provavelmente, devido à grande variação existente no campo experimental não verificou-se isso.

Tabela 29. Resumo da análise de variância da massa de matéria seca de raiz, estolão e raiz + estolão em função das doses de nitrogênio, de potássio e frequência de irrigação.

Causas de variação	Massa de matéria seca de raiz e estolão		
	Raízes	Estolões	Raízes + Estolões
	----- p -----		
N	0,006 ^{ns}	0,150 ^{ns}	0,072 ^{ns}
K	0,301 ^{ns}	0,700 ^{ns}	0,829 ^{ns}
I	0,221 ^{ns}	0,221 ^{ns}	0,180 ^{ns}
N*K	0,569 ^{ns}	0,288 ^{ns}	0,253 ^{ns}
N*I	0,153 ^{ns}	0,925 ^{ns}	0,857 ^{ns}
K*I	0,928 ^{ns}	0,907 ^{ns}	0,922 ^{ns}
N*K*I	0,721 ^{ns}	0,581 ^{ns}	0,696 ^{ns}
CV (%)	13,7	39,9	29,0

ns - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste Tukey; N – doses de nitrogênio; K – doses de potássio; I – frequências de irrigação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação nitrogenada é uma importante ferramenta para o manejo da grama bermuda. Doses maiores de fontes nitrogenadas geram maior crescimento da parte aérea e, conseqüentemente, maior massa de matéria seca. No entanto, gera um desbalanço entre parte aérea e raízes/estolões, o que pode prejudicar a taxa de cobertura do solo após danos sofridos pelo gramado nos estolões.

A adubação potássica não interferiu no crescimento do gramado. O potássio não é um nutriente que altera características nutricionais e de crescimento em gramados, em virtude, principalmente da não translocação desse nutriente em frutos que não se formaram devido ao corte constante.

Esperava-se uma interação entre potássio e a irrigação, mas provavelmente o gramado não sofreu estresse hídrico em virtude das frequências de irrigação terem sido altas.

O manejo do gramado, em vez de ser definido por estação, deve ser definido pela combinação da temperatura, radiação solar global e quantidade de precipitação. No período com temperaturas inferiores a 20°C e, conseqüentemente com menor radiação solar global, o gramado deve receber menor quantidade de adubação, principalmente nitrogenada. Em períodos mais chuvosos, a adubação deve ser parcelada para que se aplique menor quantidade de adubo por vez, minimizando perdas por lixiviação.

A avaliação de taxa de cobertura verde utilizando a caixa semelhante a “Light Box” de Peterson et al. (2011) e o programa SigmaScan® para análise das imagens mostraram-se eficientes.

6 CONCLUSÃO

As doses de nitrogênio influenciaram na intensidade de cor verde, na altura do gramado, na taxa de cobertura verde, na concentração de nitrogênio e potássio foliar e na massa de matéria seca de aparas.

A dose de 562,5 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ foi suficiente para melhorar a densidade da grama bermuda, no entanto, gerou desbalanço entre parte aérea e raízes/estolões.

As doses de potássio não influenciaram nas características nutricionais do gramado e nem de qualidade, sendo assim, 112,5 kg K₂O ha⁻¹ ano⁻¹ foi suficiente.

As frequências de irrigação diária e a cada dois dias foram suficientes para manter o gramado verde e sem deficiência hídrica, no entanto, a frequência a cada dois dias permitiu aproveitamento dos nutrientes em maior profundidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH. **Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 308 p. (FAO Irrigation and Drainage, 56).

BACKES, C. et al. Estado nutricional em nitrogênio da grama esmeralda avaliado por meio do teor foliar, clorofilômetro e imagem digital, em área adubada com lodo de esgoto. **Revista Bragantina**, Campinas, v. 69, n 3, p. 661-668, 2010.

BEARD, J.B. **Turfgrass: Science and culture**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.,1973, 235p.

BEARD, J.B. **An assessment of water use by turfgrasses. Turfgrass Water Conservation**. University of California Division of Agriculture & Natural Resources, 1985. Disponível em: <<http://archive.lib.msu.edu/tic/mitgc/article/1985124.pdf>>. Acesso em 04 de janeiro de 2016.

CAMPBELL, C. R.; PLANK, C. O. Sample preparation. In: PLANK, C. O. (ed.). **Plant Analysis Reference Procedures for the Southern region of the United States**. Southern Cooperative Series Bulletin 368, 1992, p. 1-11. Disponível em: <<<http://www.cropsoil.uga.edu/õplank/sera368.pdf>>>. Acesso em: 27 ago. 2014.

CARROW, R.N. et al. **Turfgrass soil fertility and chemical problem: assessment and management**. Chelsea, MI: Ann Arbor, 2001. 400p.

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

COAN, R. M. et al. **Avaliação da germinação de sementes de *Cynodon dactylon*(L.) Pers. em diferentes níveis de pH**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 3. 2006, Botucatu. Anais... Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP 2006.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GOLFE. Disponível em: <<http://www.cbg.com.br/indice_clubes.asp>>. Acesso em: 28 ago. 2014.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

COCKERHAM, S. T.; BINKMAN, D. J. **Asimulator for cleated – shoe sports traffic on turfgrass research plots**. California Turfgrass Culturae, v. 39, n. 3-4, p. 9-10, 1989.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ) **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Disponível em: << <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm> >>. Acesso em: 10 jan. 2016.

FIFA. Quality Concept for football turf. Disponível em: <http://www.fifa.com/mm/document/afdeveloping/pitchequip/fqc_football_turf_folder_342.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2016.

GEROLINETO, E. **Desenvolvimento da grama esmeralda (*Zoysia japônica* STEUD) sob dois manejos de irrigação**. 2008. 35 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Ciência do Solo) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. **Nutrição e adubação para gramados**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1. 2003, Botucatu. Anais... Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP 2003. 1 CD-ROM.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapete de grama santo agostinho e esmeralda**. 2005. 106 p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Ciência do solo) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu-SP, 2005.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. **Produção e consumo de gramas crescem no Brasil**. In: AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. 10 ed. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformática, 2005. p 35-38.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. **Nutrição de gramados**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 3., 2006, Botucatu. Anais... Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, 2006.

GODOY, L. J. G. et al. **Doses de nitrogênio e potássio na produção de grama esmeralda**. Disponível em: << <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n5/08.pdf>>>. Acesso em: 16 dez. 2007.

GODOY, L. J. G.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; SANTOS, A. J. M. **Nutrição, adubação e calagem para produção de gramas**. 1 ed. Botucatu: FEPAF, 2012. 146 p.

GROSS, C. M.; ANGLE, J. S.; WELTERLEN, M. S. Nutrient and sediments losses from turfgrass. **Journal of Environmental Quality**, v.19, p. 663-668, 1990.

JONES JUNIOR, J. B. et al. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro, 1991. 213 p.

KARCHER, D. E.; RICHARDSON, M. D.; LANDRETH, J. W.; MCCALLA, JR., J. H. **Recovery of bermudagrass varieties from divot injury**. Applied Turfgrass Science. 2005.

KOJOROSKI-SILVA, C. M. **Morfofisiologia de gramas ornamentais e esportivas: aspectos anatômicos, morfofisiológicos e de manejo**. 2008. 76 p. Dissertação (Mestrado na área de concentração em Produção Vegetal – Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo- PR, 2008.

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 Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

LIMA, C. P. et al. Bermuda grass sod production as related to nitrogen rates. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 34, no 2, mar./abr. 2010.

LIMA, C. P. et al. Uso de índices de reflectância das folhas para avaliar o nível de nitrogênio em grama bermuda. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria, 2012. v. 42, n. 9. p. 1568-1574.

LIMA et al. Quantidade de nutrientes extraídos pela grama bermuda em função de doses de nitrogênio. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 31, n. 5, p. 1432-1440. 2015.

NETO, P. A. A. **Implantação e manejo de gramados esportivos**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. Anais. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, 2003. 1 CD-ROM.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C; OLIVERA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 317 p.

MATEUS, C. M. D. **Exportação de Nutrientes pela grama bermuda Tifdwarf utilizada em greens de campo de golfe**. 2011. 72 f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência Agrônomicas, Botucatu-SP, 2011.

MCCARTY, L. B. **Tópicos atuais em gramados**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 4., 2008. Botucatu. Anais... Botucatu: SIGRA, 2008. p. 43-46.

PETERSON, K.; ARNOLD, K. S. BREMER, D. **Custom Light Box for Digital Image Turfgrass Analysis**. K- State Turfgrass Research. 2011. p. 89-91.

QIAN, Y.L.; FOLLETT, R.F. Assessing soil carbon sequestration in turfgrass systems using long-term soil testing data. **Agronomy Journal**, v.94, p.930–935, 2002.

RICHARDSON, M.D., KARCHER, D.E., PURCELL, L.C. Quantifying turfgrass cover using digital image analysis. **Crop Science**, v.41, p. 1884-1888, 2001.

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

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. 1ª ed. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

SAAD, J. C.C.; SILVA, M. A. de A.; AZEVEDO, L. P. de. Economia de água em gramados: controle da irrigação. In: **Tópicos atuais em gramados**. 1ª ed. Botucatu-SP: FEPAF, 2008. p. 56-74.

SILVA, D. de F.; OLIVEIRA, R. A. de; COSTA, L. C.; PEREIRA, O. G. CECON, P. R. Influência de lâminas de irrigação na produção de matéria seca da grama esmeralda. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa-MG, v. 15, n. 1, p. 07-14, jan./mar., 2007.

TAPIA, D. **Implantação e manejo de gramados esportivos**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. Anais... Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2003. 1 CD-ROM.

TURGEON, A. J. **Turfgrass Management**. 8 ed. Columbus, OH: Pearson Prentice Hall, 436 p.

VASCONCELOS, A. C. M. et al. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Tarumã - SP, 2003, v. 27, p. 849-858.