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

EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELA GRAMA BERMUDA *TIFDWARF* UTILIZADA EM *GREENS* DE CAMPO DE GOLFE

CAROLINE DE MOURA D’ANDRÉA MATEUS

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP
Junho - 2011

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

EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELA GRAMA BERMUDA *TIFDWARF* UTILIZADA EM *GREENS* DE CAMPO DE GOLFE

CAROLINE DE MOURA D’ANDRÉA MATEUS

Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas
Co-orientador: Prof. Dr. Leandro José Grava de Godoy

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP
Junho - 2011

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

M425e

Mateus, Caroline de Moura D'Andréa, 1981-
Exportação de nutrientes pela grama bermuda *Tifdwarf* utilizada em *greens* de campo de golfe / Caroline de Moura D'Andréa Mateus. – Botucatu : [s.n.], 2011
xii, 72 f. : ils. color., gráfs., tabs., fots. color.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2011
Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas
Co-orientador: Leandro José Grava de Godoy
Inclui bibliografia

1. Grama bermuda. 2. *Tifdwarf*. 3. Nutrição mineral. 4. Adubação. I. Villas Bôas, Roberto Lyra. II. Godoy, Leandro José Grava de. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Caroline de Moura D'Andréa Mateus nasceu em Curitiba – PR, no dia 07 de outubro de 1981. Iniciou o curso de Agronomia em março de 2000 e obteve o título de Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira / FEIS, Campus de Ilha Solteira, em novembro de 2005. Em fevereiro de 2008 obteve o título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / FCAV, Campus de Jaboticabal. Com esta tese concluiu os requisitos para a obtenção do título de Doutora em Agronomia (Horticultura) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas / FCA, Campus de Botucatu, em junho de 2011. No período de fevereiro a agosto de 2005 foi bolsista do Programa ALFA TACTS/META (intercâmbio de alunos de graduação entre a Europa e América Latina), realizando estágio acadêmico na Universidade do Minho, Braga, Portugal. Possui quatro artigos completos publicados em periódicos, vinte e cinco trabalhos publicados em anais de eventos e dois artigos em revistas, além de outras produções técnicas. Realizou estágio Acadêmico e Empresarial relacionados à Produção Vegetal / Horticultura no período de março de 2000 a maio de 2011. Atualmente tem como objetivo a realização de Pós Doutorado na mesma instituição onde obteve o título de Doutora, a fim de dar seguimento à pesquisa no setor de gramados esportivos, com a implantação da primeira área experimental em universidade brasileira.

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELA GRAMA BERMUDA *TIFDWARF* UTILIZADA EM *GREENS* DE CAMPO DE GOLFE".**

ALUNO: CAROLINE DE MOURA D'ANDRÉA MATEUS

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

PROF. DR. LEONARDO THEODORO BÜLL

PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

PROF. DR. REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO

PROF. DR. PEDRO ROBERTO FURLANI

Data da Realização: 21 de junho de 2011.

“Um dia você aprende que...

O que importa não é o que você tem na vida, mas quem você é na vida.”

William Shakespeare

Aos meus pais,

Dilson Zaine D'Andréa Mateus e *Maria Aparecida Batista de Moura*,

por confiarem, apoiarem e auxiliarem nas minhas escolhas e por fazerem parte de tudo

Aos meus irmãos,

Renata de Moura D'Andréa Mateus e *Paulo Victor de Moura D'Andréa Mateus*,

por todos os momentos, alegrias e aprendizados, pela amizade que existe entre nós

Ao meu companheiro,

Vinicius de Souza,

pelo amor, carinho e apoio constante

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, por ter me acolhido e orientado durante o doutorado e por ter sido meu co-orientador no mestrado. Agradeço toda a ajuda, paciência, ensinamentos, idéias, apoio, confiança e, por ter sido, além de tudo, um grande amigo;

- Ao amigo e profissional, Engenheiro Agrônomo Daniel Tapia, que tanto contribuiu para este trabalho. Agradeço pelas idéias, ensinamentos, conversas e por ter se tornado um grande amigo;

- Ao Prof. Dr. Leandro José Grava de Godoy, pela co-orientação, apoio e contribuição para o desenvolvimento deste trabalho;

- À Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), pela oportunidade de realizar este curso, em especial ao Departamento de Ciência do Solo, pela infra-estrutura, e aos seus funcionários, pela amizade e auxílio nas análises;

- À Capes, pela concessão da bolsa.

- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelos recursos financeiros concedidos para o desenvolvimento deste projeto;

- Aos campos de golfe, Fazenda da Grama Country & Golf Club e Fazenda Campo Alto, por permitirem e incentivarem a realização deste trabalho e a todos os seus funcionários que auxiliaram na condução deste ensaio de forma tão atenciosa;

- Aos membros da banca, por aceitarem o convite e pela contribuição prestada ao trabalho;

- A todos os colegas do curso de Pós Graduação da FCA/UNESP.

- À Profª. Regina Maria Monteiro de Castilho por estar presente em mais uma etapa da minha vida.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS..... XI

LISTA DE FIGURAS..... XII

RESUMO..... 1

SUMMARY..... 3

1 INTRODUÇÃO..... 5

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 7

2.1 O golfe no Brasil e no Mundo..... 7

2.2 Caracterização de um campo de golfe..... 9

2.3 Manejo dos campos de golfe..... 11

2.4 Nutrição e adubação em gramas utilizadas em campos de golfe..... 12

2.5Absorção e exportação de nutrientes pelas gramas utilizadas em campos de golfe..... 16

3 MATERIAL E MÉTODOS..... 18

3.1 Localização..... 18

3.2 Caracterização da área experimental..... 20

3.3 Caracterização da espécie estudada..... 21

3.4 Caracterização da camada superficial do *green*..... 21

3.5 Formato do experimento..... 22

3.6 Período do experimento..... 22

3.7 Condução do experimento..... 22

3.8 Características estudadas na grama..... 32

3.8.1 Fitomassa seca das aparas..... 32

3.8.2 Concentração de nutrientes na lâmina foliar..... 32

3.8.3 Quantidade de nutrientes na lâmina foliar..... 33

3.8.4 Intensidade da coloração verde do gramado..... 33

3.8.5 Avaliação visual da qualidade do gramado..... 35

3.8.6 “Velocidade” de rolamento da bola no *green*..... 35

3.9 Características estudadas na camada superficial do *green*..... 36

3.9.1 Análise química da camada superficial do *green*..... 36
3.9.2 Determinação do nitrogênio total e inorgânico da camada superficial do *green*..... 37
3.9.3 Condutividade elétrica da camada superficial do *green*..... 37
3.9.4 Perfil do *green*..... 37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 39
4.1 Características estudadas na grama..... 39
4.1.1 Fitomassa seca das aparas..... 39
4.1.2 Concentração de nutrientes na lâmina foliar..... 42
4.1.3 Quantidade de nutrientes na lâmina foliar..... 45
4.1.4 Intensidade da coloração verde do gramado..... 49
4.1.5 Avaliação visual da qualidade do gramado..... 50
4.1.6 “Velocidade” de rolamento da bola no *green*..... 52
4.2 Características estudadas na camada superficial do *green*..... 54
4.2.1 Análise química da camada superficial do *green*..... 54
4.2.2 Determinação do nitrogênio total e inorgânico da camada superficial do *green*..... 60
4.2.3 Condutividade elétrica da camada superficial do *green*..... 62
4.2.4 Perfil do *green*..... 63
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 64
6 CONCLUSÕES..... 66
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 67
APÊNDICE..... 72

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Tratos culturais realizados na Fazenda da Grama no período de julho de 2009 a junho de 2010..... 23
Tabela 2. Tratos culturais realizados na Fazenda Campo Alto no período de julho de 2009 a junho de 2010..... 24
Tabela 3. Resumo dos tratos culturais realizados nos campos de golfe Fazenda da Grama e Fazenda Campo Alto nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010..... 24
Tabela 4. Temperatura média e precipitação + irrigação total nas estações do ano e valor anual na Fazenda da Grama (julho de 2009 a junho de 2010), Itupeva – SP..... 27
Tabela 5. Temperatura média e precipitação + irrigação total nas estações do ano e valor anual na Fazenda Campo Alto (julho de 2009 a junho de 2010), Araras – SP..... 27
Tabela 6. Número de cortes e altura de corte média da grama dos *greens* (mm) no período de estudo na Fazenda da Grama (julho de 2009 a junho de 2010), Itupeva – SP..... 28
Tabela 7. Número de cortes e altura de corte média da grama dos *greens* (mm) no período do estudo na Fazenda Campo Alto (julho de 2009 a junho de 2010), Araras – SP..... 29
Tabela 8. Adubação realizada durante o período do estudo nos *greens* na Fazenda da Grama (julho de 2009 a junho de 2010), Itupeva – SP..... 30
Tabela 9. Adubação realizada durante o período do estudo nos *greens* da Fazenda Campo Alto (julho de 2009 a junho de 2010), Araras – SP..... 31
Tabela 10. Fitomassa seca das aparas (g) de grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* e adubação nitrogenada aplicada na Fazenda da Grama nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Itupeva – SP..... 40
Tabela 11. Fitomassa seca das aparas (g) de grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* e adubação nitrogenada aplicada na Fazenda Campo Alto nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Araras – SP..... 40
Tabela 12. Média da fitomassa seca das aparas (g) de grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda da Grama, Itupeva – SP e da Fazenda Campo Alto, Araras – SP, entre julho de 2009 e junho de 2010... 42
Tabela 13. Média da concentração de nutrientes na lâmina foliar da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda da Grama nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Itupeva – SP..... 43
Tabela 14. Média da concentração de nutrientes na lâmina foliar da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda Campo Alto nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Araras – SP..... 43
Tabela 15. Média anual da concentração de nutrientes na lâmina foliar da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* dos campos de golfe Fazenda da Grama e Fazenda Campo Alto e faixas de valores referência encontrados na literatura..... 44
Tabela 16. Média da quantidade de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda da Grama, por corte, nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Itupeva – SP..... 46
Tabela 17. Média da quantidade de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda Campo Alto, por corte, nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Araras – SP..... 46
Tabela 18. Média anual da quantidade de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP, por corte, entre julho de 2009 e junho de 2010..... 47
Tabela 19. Quantidade total de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* dos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP ao longo de um ano, entre julho de 2009 e junho de 2010..... 47
Tabela 20. Eficiência da adubação realizada e quantidade de adubo não absorvido nos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP, entre julho de 2009 e junho de 2010..... 48

Tabela 21. Correlação entre os três métodos utilizados para medir a intensidade da coloração verde do gramado (CM, TM e ID) e o teor de nitrogênio na lâmina foliar nos *greens* da Fazenda da Grama, entre julho de 2009 e junho de 2010, Itupeva – SP..... 49
Tabela 22. Correlação entre os três métodos utilizados para medir a intensidade da coloração verde do gramado (CM, TM e ID) e o teor de nitrogênio na lâmina foliar dos *greens* da Fazenda Campo Alto, entre julho de 2009 e junho de 2010, Araras – SP..... 50
Tabela 23. Avaliação visual da qualidade do gramado de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 nos *greens* do campo de golfe da Fazenda da Grama, Itupeva – SP..... 51
Tabela 24. Avaliação visual da qualidade do gramado de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 nos *greens* do campo de golfe da Fazenda Campo Alto, Araras – SP..... 51
Tabela 25. Média anual da avaliação visual da qualidade dos gramados de grama bermuda *Tifdwarf* nos *greens* dos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP, entre julho de 2009 e junho de 2010..... 51
Tabela 26. "Velocidade", número e altura de cortes nos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda da Grama, Itupeva – SP..... 52
Tabela 27. "Velocidade", número e altura de cortes nos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda Campo Alto, Araras – SP..... 53
Tabela 28. Média anual da velocidade dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP, entre julho de 2009 e junho de 2010, e os valores referenciais sugeridos pela USGA (*United States Golf Association*)..... 53
Tabela 29. Análise química da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda da Grama, Itupeva – SP..... 56
Tabela 30. Análise química da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda Campo Alto, Araras – SP..... 57
Tabela 31. Média anual da análise química da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP, entre julho de 2009 e junho de 2010, e faixas de valores referência encontrados na literatura..... 59
Tabela 32. Determinação do nitrogênio total e inorgânico da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda da Grama, Itupeva – SP..... 61
Tabela 33. Determinação do nitrogênio total e inorgânico da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda Campo Alto, Araras – SP..... 61
Tabela 34. Média anual da determinação do nitrogênio total e inorgânico da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP..... 61
Tabela 35. Condutividade elétrica da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda da Grama, Itupeva – SP..... 62
Tabela 36. Condutividade elétrica da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda Campo Alto, Araras – SP..... 62
Tabela 37. Média anual da condutividade elétrica da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda da Grama e na Fazenda Campo Alto..... 63
Tabela 38. Proposta para distribuição da adubação dos macronutrientes em *greens* de campo de golfe, nas quatro estações do ano, de acordo com a porcentagem de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda por período..... 65

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Planta baixa da Fazenda da Grama Country & Golf Club..... 19
Figura 2. Foto aérea da Fazenda Campo Alto..... 20
Figura 3. Média das temperaturas durante o período do estudo na Fazenda da Grama (julho de 2009 a junho de 2010), Itupeva – SP..... 25
Figura 4. Precipitação + irrigação ao longo do período do estudo na Fazenda da Grama (julho de 2009 a junho de 2010), Itupeva – SP..... 25
Figura 5. Média das temperaturas durante o período do estudo na Fazenda Campo Alto (julho de 2009 a junho de 2010), Araras – SP..... 26
Figura 6. Precipitação + irrigação ao longo do período do estudo na Fazenda Campo Alto (julho de 2009 a junho de 2010), Araras – SP..... 26
Figura 7. Aparelho Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter..... 34
Figura 8. Aparelho Field Scout TCM 500 Turf Color Meter..... 35
Figuras 9 e 10. Aparelho *Stimpmeter* e sua utilização para medição da velocidade de rolamento da bola no *green*..... 36
Figura 11. Trado utilizado para coleta de solo para fins de fertilidade em *greens* de campo de golfe..... 36
Figura 12. Trado utilizado para observação do perfil do *green*..... 38

RESUMO

Uma das técnicas de manejo utilizada nos *greens* (áreas finais dos buracos) de campo de golfe é a adubação. Para correto programa de adubação destas áreas deve-se conhecer o consumo de nutrientes ao longo do ciclo da planta numa situação de máxima qualidade, característica visada para o jogo. Objetivou-se com o trabalho determinar a exportação de nutrientes pelas aparas das folhas de grama bermuda *Tifdwarf* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *Cynodon transvaalensis* Burtt-Davey) utilizada em *greens* de campo de golfe e avaliar algumas características de qualidade destas áreas. O projeto de pesquisa foi realizado em dois campos de golfe: Fazenda da Grama Country & Golf Club (FG), localizado em Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto (FCA), localizado em Araras – SP. Foram estudados quatro *greens* em cada campo de golfe, sendo realizada uma média de cada campo, para apresentação e discussão dos resultados. Os *greens* foram estudados por um período de um ano, com início em julho de 2009 e finalização em junho de 2010. Foram estudadas as seguintes características: fitomassa seca das aparas, concentração de nutrientes na lâmina foliar, quantidade de nutrientes na lâmina foliar, intensidade da coloração verde do gramado (utilizando-se três métodos: clorofilômetro, análise de imagem digital e medidor de reflectância de luz), avaliação visual da qualidade do gramado, velocidade de rolamento da

bola no *green*, análise química da camada superficial do *green*, determinação de nitrogênio total e inorgânico da camada superficial do *green*, condutividade elétrica da camada superficial do *green* e perfil do *green*. Considerando os dois campos de golfe, a ordem de absorção e exportação de nutrientes pelas aparas das folhas nos *greens* foi: N>K>Ca>P>S>Mg>>Fe>>Zn>Mn>Cu>B. A exportação de nutrientes pelas aparas das folhas de grama foi diferente entre os dois campos de golfe, em função da adubação e, principalmente, do número de cortes realizados. Não houve correlação dos métodos utilizados para verificar a intensidade de coloração verde do gramado com teor foliar de nitrogênio nos dois campos de golfe, assim como não houve correlação dos métodos com os parâmetros estudados. As características químicas da camada superficial do *green* se mantiveram numa faixa aceitável ao longo do período estudado. Apesar do manejo da adubação ser realizado de forma distinta em cada campo de golfe, os parâmetros de qualidade apresentaram comportamento com pouca variação entre eles, ao longo do período avaliado.

Palavras-chave: Grama bermuda, *Tifdwarf*, nutrição mineral, adubação.

NUTRIENTS EXPORT OF BERMUDA GRASS *TIFDWARF* USED IN *GREENS* OF GOLF COURSE. Botucatu, 2011. 85p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CAROLINE DE MOURA D'ANDRÉA MATEUS

Adviser: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Co-Adviser: LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY

SUMMARY

One of the management techniques used in *greens* (final areas of the holes) of golf course is the fertilizer. To correct fertilization program of these areas should know the consumption of nutrients throughout the plant cycle in a situation of maximum quality, targeted for the feature game. The objective of the work was to determine the export of nutrients by clipping of bermudagrass *Tifdwarf* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. X *Cynodon transvaalensis* Burtt-Davey) used in golf course *greens* and evaluates some quality characteristics of these areas. The research project was conducted in two golf courses: Fazenda da Grama Golf & Country Club (FG), located in Itupeva - SP and Fazenda Campo Alto (FCA), located in Araras - SP. Were studied four *greens* on each golf course, being performed an average of each field, for presentation and discussion of results. The *greens* have been studied for a period of one year beginning in July 2009 and ending in June 2010. Were studied the following characteristics: dry mass of clipping, concentration of nutrients in the clipping, the amount of nutrients in the clipping, the green color intensity of the lawn (using three methods: chlorophyll, digital image analysis and light reflectance meter), the visual quality of the lawn, rolling speed of the ball on the *green*, chemical analysis of the surface layer of the *green*, determination of total nitrogen and inorganic of the surface layer of the *green*, the electrical conductivity of the surface layer

of the *green* and the *green* profile. Considering the two golf courses, the order of absorption and nutrient export by the clipping of the *greens* was: N>K>Ca>P>S>Mg>>Fe>>Zn>Mn> Cu>B. The export of nutrients by the clipping was different between the two golf courses, according to the fertilization, and especially the number of cuts made. There was no correlation between the methods used for assessing the intensity of green lawn with leaf nitrogen content in the two golf courses, as well as the methods did not correlate with the parameters studied. The chemical characteristics of the surface layer of the *green* remained in acceptable range throughout the study period. Despite the fertilizer management be carried out separately for each golf course, the quality parameters behaved with little variation between them, over the study period.

Keywords: Bermudagrass, *Tifdwarf*, mineral nutrition, fertilization.

1. INTRODUÇÃO

O golfe é o esporte que mais cresce no Brasil e no mundo. O contato com a natureza e a atividade física são fatores aliados à prática do golfe e que tem ganhado maior importância ao longo do tempo.

O Brasil tem hoje cerca de 25 mil golfistas associados a vários clubes no país, segundo dados da Confederação Brasileira de Golfe. Este número ainda é pequeno se comparado com os EUA, país com maior número de praticantes de golfe no mundo. Porém, no Brasil o interesse pelo golfe aumenta substancialmente e, a cada ano, o número de adeptos ao esporte tem crescido, assim como o número de campos construídos. Além do público interno, o Brasil também conta com os jogadores estrangeiros, pois o golfe é um forte atrativo turístico.

O golfe voltou às olimpíadas e será um dos esportes disputados na Olimpíada do Brasil em 2016, a ser realizada no Rio de Janeiro – RJ, sendo mais um incentivo ao desenvolvimento do esporte no país.

O cenário do golfe é promissor no Brasil e para que este esporte fique cada vez mais conhecido e estruturado no país, os campos brasileiros devem apresentar alta qualidade.

Os campos de golfe são formados por grama natural e possuem, em média, 70 hectares. Pode-se dizer que é uma grande área agrícola, entretanto o objetivo principal não é a produção, mas sim a obtenção das características apropriadas ao jogo.

As gramas utilizadas nos campos de golfe são altamente exigentes em tratos culturais, o que requer elevado grau de tecnificação com o uso de insumos e implementos específicos para cada operação de manejo realizada. Entretanto, toda a tecnologia e informações técnicas utilizadas no Brasil advêm de outros países e necessitam ser adaptadas e estudadas nas condições brasileiras.

Uma das dificuldades de se pesquisar nesta área é o fato de haver práticas culturais específicas, tais como: irrigação, adubação, cortes vertical e horizontal, *topdressing* (cobertura com areia, com ou sem material orgânico), *overseeding* (semeadura de grama de inverno), controle de pragas e doenças, que requerem mão-de-obra especializada. Em função disso, no Brasil não há áreas experimentais em condições similares dentro das universidades, fazendo com que a pesquisa precise ser realizada nos campos de golfe existentes.

No golfe, o *green* é considerado “o lugar sagrado” e de uso intenso pelos praticantes do esporte. Este fato limita a utilização destas áreas para pesquisa, que deve ser realizada em dias específicos e com pouca interferência no gramado, o que restringe o delineamento experimental convencional.

Para que o golfe se consolide no Brasil é necessário que haja respaldo científico para a manutenção dos gramados desses campos, já que atualmente este manejo baseia-se apenas na experiência dos profissionais, em informações de outros países e nas tentativas práticas (erros e acertos).

Como uma primeira pesquisa no sentido de gerar informações ainda não existentes no Brasil, com relação à adubação de *greens* de campo de golfe, objetivou-se com o trabalho determinar a exportação de nutrientes pelas aparas das folhas de grama bermuda *Tifdwarf* utilizada nestas áreas, como informação para melhorar o manejo nutricional realizado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O golfe no Brasil e no Mundo

A taxa de crescimento do golfe é de 10% ao ano, sendo considerado o esporte que mais cresce no mundo. É também o esporte que apresenta menor índice de desistência entre os iniciantes: de cada dez pessoas, oito continuam a jogar (FEDERAÇÃO PAULISTA DE GOLFE, 2009a).

A CBG (Confederação Brasileira de Golfe) estima em 25 mil o número de praticantes de golfe no país, sendo metade federada (ITOKAZU, 2011). Destes, aproximadamente 9 mil são jogadores federados e com *handicap* (cálculo numérico utilizado para haver equilíbrio entre jogadores de níveis diferentes). No mundo são 60 milhões de golfistas, sendo 26 milhões somente nos EUA (NEW GOLF, 2011).

Em relação aos campos de golfe brasileiros, são 110 já implantados e 30 projetos em diferentes estágios (ITOKAZU, 2011), sendo que em 1998 havia apenas 46 campos no Brasil (ISTO É, 2008). A maior parte dos campos de golfe no Brasil está no estado de São Paulo, mas também existe excelente estrutura para o esporte nos estados do Paraná,

Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, sendo que o Nordeste agrega a grande maioria de resorts com campo de golfe do país (NEW GOLF, 2011).

Está comprovado que a construção de campos de golfe traz inúmeros benefícios para a sociedade e o meio ambiente. Esse é o resultado de uma pesquisa apoiada pela USGA (*United States Golf Association*), envolvendo mais de 30 universidades, para avaliar a interação entre o golfe e o meio ambiente. Entre as conclusões dos pesquisadores, constatou-se que *roughs* (áreas que dividem e contornam o campo de golfe, geralmente constituídas por espécies nativas e de grande porte) e árvores proporcionam bom habitat para espécies silvestres, pois mais de 70% da área de um campo são constituídos de *roughs* e espaços não destinados ao jogo, locais ideais para muitas espécies silvestres. Nos EUA, há um programa desenvolvido pela USGA e *Audubon Society of New York* para adaptação dos animais, onde inúmeras espécies, de castores a renas, fazem dos campos de golfe seus lares. Os gramados também exercem outras funções benéficas ao meio ambiente, entre as quais a proteção do solo contra erosão, absorção e purificação da água da chuva, atenuação do calor e melhoria do ar (FEDERAÇÃO PAULISTA DE GOLFE, 2009a).

O setor econômico também é beneficiado pelo golfe, visto que, nos Estados Unidos, por exemplo, o impacto do golfe é superior a 18 bilhões de dólares por ano, envolvendo os mais de 20.000 campos existentes no país. Mais de 30 milhões de americanos passam cerca de 2,4 bilhões de horas ao ar livre, em campos de golfe, sendo que mais de 78% dos jogos acontecem em campos públicos ou que cobram *green fee* (taxa para uso de não associados). A taxa da população praticante de golfe nos EUA corresponde a 13,5%, sendo 71% homens e 29% mulheres, mais de 5 milhões são operários e 2,9 milhões aposentados (FEDERAÇÃO PAULISTA DE GOLFE, 2009a). No Brasil, o mercado de golfe movimenta cerca de 500 milhões de reais e, apesar de ainda estar muito distante da cifra de 40 bilhões de dólares que o golfe movimenta em termos mundiais, está em constante crescimento (NEW GOLF, 2011).

Na Ásia, há 31 milhões de jogadores, sendo 20 milhões apenas no Japão. Com base no crescimento verificado nos últimos dez anos, a Ásia chegará a 200 milhões de jogadores, dentro de 50 anos. No Canadá, para uma população de 20 milhões, há 4,8 milhões de praticantes de golfe; na França, em 20 anos, o número de golfistas passou de 50 mil para 250 mil (FEDERAÇÃO PAULISTA DE GOLFE, 2009a). Comparando o Brasil com

um país do mesmo continente, a Argentina, com cerca de 20% da população brasileira, conta com cerca de 80 mil golfistas e 290 locais para a prática do esporte, com vários campos públicos (ITOKAZU, 2011).

Por ser forte atrativo turístico, o golfe proporciona turismo diferente ao Brasil, pois cerca de 15 milhões de golfistas viajam pelo menos uma vez por ano em busca de novos campos (ISTO É, 2008). O turista-golfista consome, em média, oito vezes mais que outro turista e, por isso, as grandes cadeias de hotéis internacionais têm procurado, cada vez mais, investir em empreendimentos onde possam construir um campo de golfe para os hóspedes (FEDERAÇÃO PAULISTA DE GOLFE, 2009b). O Brasil possui 23 campos ligados ao turismo, sendo que 16 estão em hotéis ou resorts (NEW GOLF, 2011).

2.2. Caracterização de um campo de golfe

Um campo de golfe oficial ocupa de 600 mil a 1 milhão de m^2, e custa de 1 milhão a 6 milhões de dólares para ser construído, em média (FEDERAÇÃO PAULISTA DE GOLFE, 2009a), e é composto por 18 buracos. Cada buraco tem um *tee* (saída), um *fairway* (área de caída de bolas iniciais) e um *green* (onde está localizado o buraco). Os *roughs* (grama mais alta ou diferente, com ou sem plantas ornamentais), as árvores, os *bunkers* (bancas de areia), os lagos e córregos (*hazards*), considerados obstáculos, fazem parte de um buraco e do campo de golfe como um todo.

Diferentemente das outras culturas agrícolas, o objetivo em um campo de golfe não é a produção, mas sim a obtenção da qualidade, sendo essa baseada em aspectos estéticos ou arquitetônicos, de jogabilidade e de manutenção, possuindo todos participação importante neste quesito.

Para definir a qualidade de um campo são usados alguns parâmetros que podem ser classificados em agronômicos e não agronômicos. Constituem os parâmetros não agronômicos o estilo arquitetônico do campo, a idade do campo (campos de golfe mais velhos geralmente tem melhores e mais ajustadas práticas de manutenção, o que contribui para boa qualidade) e quantidade de jogadores por ano (tem influência direta no desgaste de *tees*, *fairways* e *greens* e, além disso, o uso incorreto ou excessivo do campo pode prejudicar sua

qualidade). Nos últimos anos, o trânsito de carrinhos de golfe também começou a influenciar na qualidade do campo devido à compactação que eles podem causar (TAPIA, 2010).

Os parâmetros de qualidade agronômicos são os de ordem geográfica e, portanto, climática. No Brasil, o inverno é seco no Sudeste e chuvoso no Sul e Nordeste. Assim, são encontrados no Sul e Nordeste campos com muita umidade no inverno e campos com solo seco e *greens* firmes no Sudeste. Ao se tentar fazer a mesma manutenção nos campos de golfe destas três regiões, as diferenças climáticas acarretam condições diferentes e, portanto, a qualidade pode ser afetada (TAPIA, 2010). As condições climáticas influem diretamente no crescimento das gramas e, conseqüentemente, afetam a demanda por nutrientes. Os principais parâmetros climáticos que influenciam o crescimento das gramas são a temperatura e a precipitação (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). Além do clima, o solo é outro parâmetro agronômico que deve ser levado em consideração, pois sendo natural ou modificado pode influenciar diretamente a qualidade e a drenagem de um campo (TAPIA, 2010).

A escolha do tipo de grama para cada região e setor do campo de golfe, assim como a utilização de materiais corretos na construção dos *greens*, também são fundamentais para garantir a qualidade do campo. Um campo com *greens* ruins tem 50% de chances a menos de ser um bom campo, pois nestas áreas são realizadas 50% das tacadas de uma volta e outros 20 a 25% das tacadas são em direção a eles. As normas para construção de *greens* fornecidas pela USGA são um padrão para evitar erros, tanto no tipo de solo a ser utilizado, como na sua espessura e velocidade de infiltração de água, entre outras determinações (TAPIA, 2010).

O sistema de irrigação utilizado também é decisivo na qualidade de um campo. O tipo de sistema escolhido pode ajudar muito nas tarefas de manutenção do campo, como adubação, uso de herbicidas pré-emergentes e outras práticas que seriam dificultadas sem o uso da irrigação. Outro parâmetro agronômico é a existência de árvores e o tamanho delas, pois a sombra que projetam dificulta o desenvolvimento da grama, podendo prejudicar a qualidade de *tees*, *fairways* e *greens* (TAPIA, 2010).

O *green* é avaliado pelos jogadores por suas características de superfície, como velocidade, relevo, receptividade e formato. Nesta região costuma-se utilizar uma grama diferente em relação à utilizada nas outras partes do campo (*tees*, *fairways*,

roughs), sendo mantida com menor altura. A espécie de grama mais utilizada em *greens* é a grama bermuda, mais precisamente híbridos interespecíficos de *Cynodon dactylon* X *Cynodon transvaalensis*, como o *Tifdwarf*, pois apresenta alto grau de regeneração em áreas danificadas por tráfego excessivo. Possui hábito de crescimento estolonífero-rizomatoso, folhas de textura fina à média, forma gramados de alta densidade e apresenta cor verde de intensidade moderada à verde intenso e profundo. Pode ser reproduzida vegetativamente ou por sementes. Devido ao seu alto potencial de recuperação, é altamente exigente em nutrição, umidade e manutenção. Não tolera áreas sombreadas e não se desenvolve bem em áreas mal drenadas e compactadas. Também não se desenvolve bem em baixas temperaturas, porém tolera geadas leves. A altura ideal de corte pode variar de 2 à 25 mm (GURGEL, 2006).

2.3. Manejo dos campos de golfe

As técnicas de manutenção de um campo de golfe envolvem práticas como: corte da grama, adubações, *top dressing*, passagem de rolo liso, controle de plantas daninhas, controle fitossanitário e manejo do sistema de irrigação. Outras atividades esporádicas também são realizadas, como: aeração, corte vertical, *groomer* e *overseeding* (semeadura de grama de inverno). As prioridades de manutenção podem variar de campo para campo, porém o bom estado dos *greens* é fundamental para que haja boa jogabilidade.

A prática do *top dressing* é muito utilizada nos gramados esportivos e tem como objetivo melhorar a uniformidade, superfície e aeração do gramado. Esta técnica consiste em cobrir o gramado com areia, com ou sem material orgânico e é realizada após a aeração e corte vertical e em outras épocas do ano em que for necessário.

A passagem de rolo liso é praticada com o intuito de compactar a superfície do gramado e melhorar a velocidade de rolamento da bola nos *greens*, no caso de um campo de golfe.

Nos campos de golfe brasileiros, de uma a duas vezes por ano é utilizada uma operação denominada aeração, que consiste em perfurar o gramado, utilizando-se implemento específico com pino oco (para retirar o material perfurado) ou com pino sólido (para deslocar o material perfurado para maior profundidade). Após esta técnica, muitos campos realizam a calagem, pois em gramado formado, esta é a única forma de aplicar

calcário abaixo da superfície do solo. Caso a calagem não seja feita nesta época, o calcário é apenas aplicado superficialmente.

O corte vertical e o *groomer* são atividades empregadas para desbastar o gramado verticalmente, sendo o corte vertical responsável pela retirada de excesso de grama seca (“morta”) e verde (“viva”) e o *groomer* pelo desbaste leve, apenas da grama verde. O corte vertical é mais utilizado no verão, quando o crescimento das gramas se torna mais intenso.

Em países de clima subtropical, é comum o uso de gramas de inverno, pois as gramas de verão utilizadas no Brasil não se desenvolvem nestes locais. No Brasil, em alguns estados do Sudeste e Sul, que possuem inverno rigoroso, utiliza-se a técnica do *overseeding*, que é a semeadura de grama de inverno sob a grama de verão, com o intuito de manter o gramado denso e uniforme durante todo o ano, já que o desenvolvimento da grama de verão é prejudicado em baixas temperaturas.

2.4. Nutrição e adubação em gramas utilizadas em campos de golfe

As gramas possuem exigência nutricional semelhante às demais plantas, necessitando de todos os macro (N, P K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Fe, Mn, B, Cu, Zn e Mo) para o seu desenvolvimento (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). O nitrogênio é o nutriente mais importante na nutrição de gramas, sendo exigido em maior quantidade. Além disso, apresenta dinâmica muito complexa no solo: pode ser perdido através da lixiviação (água percola no perfil do solo levando o N) ou na forma de gás (por desnitrificação ou volatilização); pode ainda ficar indisponível para as plantas, por estar sendo utilizado na estrutura de microrganismos do solo (imobilização); e está sujeito a relações complexas para sua liberação através da mineralização, pois faz parte de materiais orgânicos (GODOY; VILLAS BÔAS, 2006).

Nos *greens* de campo de golfe utiliza-se um híbrido de grama bermuda com alta exigência nutricional e são realizados cortes diários em algumas épocas do ano, sendo as aparas (*clipping*) retiradas do local, representado saídas de nutrientes do sistema. Isso torna a necessidade de reposição de nutrientes, ou seja, a adubação, uma técnica de manejo importante no campo de golfe.

A quantidade de adubos, principalmente nitrogenados, utilizada em um campo de golfe é muito superior quando comparada a de grandes culturas, como milho e cana-de-açúcar, e também de culturas mais exigentes, como algumas hortaliças. Gramas que possuem zona radicular estabelecida em areia, em áreas com alta precipitação pluvial, ou com uma longa estação de crescimento, requerem taxa anual de N ainda mais alta (McCARTY, 2006).

As taxas anuais de N aplicadas em *greens* de campos de golfe, formados com grama bermuda *Ultradwarf*, estão geralmente entre 390 a 880 kg ha^{-1} de N (McCARTY, 2006). Isto significa uma taxa de N entre 14 a 18 kg ha^{-1} aplicada semanalmente durante os meses de verão em *greens* constituídos principalmente por areia (McCULLOUGH, 2004). Outra recomendação sugerida é a de 400 kg ha^{-1} de N, parcelado em 8 a 12 vezes durante o ano (ALABAMA STATE UNIVERSITY, 2003). Outro valor recomendado para híbridos de grama bermuda submetidos à alta manutenção (necessária em *greens*) é o de 50 a 75 kg ha^{-1} de N por mês, o que atinge de 600 a 900 kg ha^{-1} de N por ano (DEPUTY, 2000). Para manter uma boa qualidade da grama bermuda *Tifway* são necessários, pelo menos, 200 a 300 kg ha^{-1} de N por ano na Georgia (CARROW et al., 2001). Sartain (1998) recomenda doses de 400 a 900 g m^{-2} de N por mês para grama bermuda, em solo com elevado teor de areia.

A aplicação de N proporciona um gramado denso e verde, características desejáveis do ponto de vista estético, porém muitas vezes podem ocorrer problemas se aplicado em excesso. A camada superficial do *green*, assim como as demais camadas, são formadas por material à base de areia, ou seja, tem fácil drenagem e, com isso, fácil lixiviação do nitrato para camadas mais profundas do solo, podendo chegar ao lençol freático, causando a contaminação da água. Outro problema do excesso de N é tornar a grama mais susceptível ao ataque de patógenos e pragas, devido ao maior crescimento das folhas que ficam com cutícula mais fina (GODOY; VILLAS BÔAS, 2006).

A alta mobilidade do N em zonas radiculares de *greens* limita o uso de análises de solo como base de recomendação para este nutriente, sendo o mesmo aplicado de acordo com a necessidade da planta. Em muitos casos, é difícil a adequação da dose correta, devido à influência da temperatura, precipitação e intensidade de jogo (SARTAIN, 1998).

A importância do P para o crescimento de raízes é bem conhecida e gramas desenvolvidas em solos deficientes são incapazes de produzir sistema radicular bem

desenvolvido (CHRISTIANS, 1998). Assim, resultados visíveis da aplicação deste nutriente ocorrem durante o estabelecimento de novos gramados (SARTAIN, 1998). Em gramados já formados, a maioria dos estudos tem mostrado poucas respostas mesmo em solos com baixa disponibilidade de P (TURNER, 1993). No entanto, em gramados implantados em solos muito arenosos pode ocorrer deficiência (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). As respostas das gramas quanto à aplicação de P dependem do teor e disponível no solo, devido à fixação em óxidos de ferro e alumínio, o que o torna pouco móvel (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). Normalmente, 20 a 49 kg ha^{-1} deste elemento são necessários anualmente (McCARTY, 2006).

Ao contrário do nitrogênio e do fósforo, o potássio não é um nutriente que proporcione aumentos no crescimento vegetativo da parte aérea ou das raízes, nem uma melhor coloração, que são efeitos bem visíveis em gramados, mas está relacionado aos mecanismos de estresse da planta. Por este motivo, muitas vezes não são observados efeitos da aplicação de K em gramados, embora possa aumentar a produção de carboidratos e a resistência a estresses (tráfego, pisoteio, baixas temperaturas, seca) e aos patógenos (CHRISTIANS, 1998). Todos estes efeitos do K são explicados pela principal função do K na planta: regulador da abertura e fechamento dos estômatos das folhas (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). Em gramados, resistência ao frio e a doenças, crescimento radicular, níveis de carboidrato e rusticidade generalizada a condições adversas têm sido relacionadas à nutrição potássica (SARTAIN, 2002).

Alguns técnicos chegam a utilizar doses muito altas de K, maiores até que as doses de N para aumentar a resistência dos gramados ao estresse. No entanto, doses muito altas de K podem queimar os gramados, devido a alta quantidade de sais solúveis no solo (o que prejudica a absorção de água pela planta) ou então prejudicar a absorção de cálcio e magnésio através da competição pelo sítio de absorção (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

A relação entre os nutrientes no momento da aplicação de adubos deve ser observada. A importância da relação N:K 1:1 ou 1:1,5 pode favorecer, dentre outros aspectos, a resistência ao frio, seca e doenças. Dentre outras vantagens é observado que em campos esportivos corretamente adubados e com um incremento maior nos níveis de K, a predisposição a contrair doenças é muito menor e, portanto, o uso de fungicidas diminui. Infere-se então que se faz necessário manter a relação N:K 1:1 ou 1:1,5 (TAPIA, 2003), sendo que Sartain (1995) recomenda que esta relação seja de 1:1 ou 2:1. Quando o nível de K está

adequado, a adubação potássica não promove maior crescimento ou absorção em grama bermuda *Tifway*. A máxima concentração foliar de K na grama bermuda *Tifway* foi obtida com a aplicação de 900 g m^{-2} de K a cada 90 dias. Maiores doses de adubo não resultaram em maior absorção, o que sugere que a grama bermuda não acumula excesso de K, ou seja, não há absorção de luxo (SARTAIN, 2002).

Em relação aos cátions Ca, Mg e K, para que ocorra desenvolvimento ideal do gramado, preconiza-se que devam apresentar na CTC do solo a seguinte porcentagem: 65 a 85% de Ca, 6 a 12% de Mg e 2 a 5% de K. Entretanto, algumas pesquisas têm demonstrado que o balanço entre os três cátions somente é importante quando um dos elementos apresenta deficiência em virtude do excesso de outro (JOHN; CHRISTIANS, 1995).

O papel mais importante do cálcio nas gramas é quanto ao crescimento das raízes. Uma das características do Ca na planta é ser praticamente imóvel, ou seja, após ser absorvido é redirecionado para os drenos (folhas novas, raízes em crescimento, etc.). Uma vez que o Ca é alocado na estrutura da planta este não pode ser redirecionado para outra parte caso haja a deficiência deste nutriente no solo, como é o caso do N, o qual pode ser deslocado de uma folha velha para uma folha nova quando se dá a indisponibilidade deste no solo. Portanto, o único meio do Ca chegar até as partes da planta em crescimento (drenos) é vindo diretamente do solo e, por isso, é necessário que sempre esteja em níveis adequados (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

Por fazer parte da estrutura da molécula da clorofila, pigmento responsável pela coloração verde das plantas, o principal efeito do magnésio nos gramados é o aumento na intensidade desta cor nas folhas, proporcionando um melhor visual, sendo este verificado de 24 a 48 horas após a aplicação de Mg em gramados deficientes neste nutriente (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

Como a exigência por enxofre pelos gramados é pequena, é mais difícil a ocorrência de deficiência deste nutriente. Por este motivo também, aplicações de S não produzem grandes respostas na coloração verde dos gramados a não ser que este esteja em condições de extrema deficiência. Como o S é integrante de alguns aminoácidos, precursores das proteínas, este também tem um papel importante no crescimento das gramas (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

Nos gramados implantados em solos naturais dificilmente ocorre a deficiência de ferro porque os solos brasileiros são ricos neste nutriente (boa parte dos solos brasileiros possuem na sua constituição óxidos de ferro). No entanto, em *greens* de campos de golfe é comum a deficiência deste elemento devido à utilização de substratos arenosos pobres em Fe (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). Quando o solo apresenta índice de pH ácido, situação também comum nos solos do Brasil, os teores de Fe ficam menos disponíveis as plantas, podendo também haver deficiência. A aplicação de sulfato de ferro (2 a 4%) é uma prática comum no manejo de *greens* para conferir coloração mais escura ao gramado e, se utilizada frequentemente, pode prevenir a falta de Fe nestas áreas (SARTAIN, 1998).

O manganês, o boro, o cobre e o zinco também são micronutrientes essenciais para o crescimento das gramas, entretanto, são usados pelas plantas em quantidades muito pequenas. Por serem exigidos em pequenas quantidades pela planta e por serem metais (com exceção do B) aplicações não adequadas destes micronutrientes podem resultar em toxicidade nos gramados (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). Alguns problemas de deficiência destes micronutrientes podem ocorrer por uma elevação excessiva do pH do solo (através da calagem) que favorece a perda destes nutrientes (CHRISTIANS, 1998).

2.5. Absorção e exportação de nutrientes pelas gramas utilizadas em campos de golfe

A análise foliar, juntamente com a avaliação visual do gramado e a análise de solo, pode ser usada para diagnosticar os problemas e verificar a eficiência dos programas de adubação, especialmente quando se trata de deficiência por micronutrientes. A análise de solo para alguns nutrientes nem sempre indica adequadamente sua disponibilidade para as plantas. Entretanto, a análise foliar pode detectar a deficiência de alguns elementos antes dos sintomas aparecerem, além de informar sobre os níveis do nutriente disponíveis para o gramado, que comparados com os níveis da análise de solo, possibilitam determinar o que pode interferir na absorção dos nutrientes (McCARTY; MILLER, 2002).

A análise foliar em gramados pode ser utilizada para: confirmar a suspeita de sintomas visuais de deficiência; verificar toxicidades; revelar a deficiência pela fome oculta, isto é, a planta não mostra nenhum sintoma visível, mas o teor do nutriente está

baixo o suficiente para reduzir o crescimento ou afetar características de qualidade; avaliar a eficiência dos fertilizantes aplicados; auxiliar na recomendação da adubação e monitorar o estado nutricional da planta no decorrer do ciclo. A utilização de faixas de teores para comparação dos valores obtidos, ao invés de um valor crítico é preferida porque as concentrações de nutrientes variam no decorrer do ano devido a mudanças na taxa de crescimento e realocação dos nutrientes entre as partes da grama (PLANK; CARROW, 2003).

Além de ser utilizada como ferramenta para diagnóstico, a análise foliar é utilizada para a obtenção da quantidade de nutrientes exportada pelo gramado. Para um correto programa de adubação em gramados de campo de golfe deve-se conhecer o consumo de nutrientes ao longo do ciclo da planta numa situação de máxima qualidade, característica visada para o jogo. As quantidades de nutrientes extraídas pelas culturas são boas informações de suas necessidades ao longo do ciclo. As taxas diárias de absorção de nutrientes são específicas para cada espécie, e variam com a intensidade de cortes e principalmente em função de condições edafoclimáticas (GODOY; VILLAS BÔAS, 2006).

Para a manutenção de gramados, a curva de extração de nutrientes deverá definir a dosagem de aplicação, evitando uma possível deficiência, consumo de luxo (a planta absorve mais do que necessita e essa quantidade a mais não tem reflexo na qualidade) ou perda de nutrientes, caso seja aplicada quantidade superior à requerida pelo gramado (GODOY; VILLAS BÔAS, 2006).

Dentro do manejo de *greens* de campos de golfe, a adubação e nutrição dessas áreas ainda são assuntos não pesquisados e estudados nas condições climáticas brasileiras.

Sabendo-se a quantidade certa de nutrientes requerida pela grama ao longo do ano, será possível a realização da adubação de forma mais precisa, restituindo os nutrientes sem excessos. Dessa forma, a quantidade aplicada será em grande parte absorvida pela planta, evitando com isso perdas, desbalanço nutricional, gastos não necessários e problemas de contaminação do ambiente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização

O projeto de pesquisa foi realizado em dois campos de golfe:

1) Fazenda da Grama Country & Golf Club, localizado em Itupeva – SP (23°03’44’’S e 47°04’09’’W), com quatro anos, inaugurado em maio de 2006 (Figura 1). Segundo classificação de Köppen, o clima é Cfa, com temperatura anual média de 20,8ºC e precipitação anual em torno de 1400 mm (CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA – CEPAGRI, 2011).
2) Fazenda Campo Alto, localizado em Araras – SP (22°23’17’’S e 47°17’55’’W), com sete anos, inaugurado em agosto de 2003 (Figura 2). Segundo classificação de Köppen, o clima é Cwa, com temperatura anual média de 21,6ºC e precipitação anual em torno de 1300 mm (CEPAGRI, 2011).

Figura 1. Planta baixa da Fazenda da Grama Country & Golf Club.

Figura 2. Foto aérea da Fazenda Campo Alto.

3.2. Caracterização das áreas experimentais

Nos dois campos de golfe foram estudados os *greens* (áreas finais dos buracos).

Para tornar o experimento exeqüível, foram escolhidos quatro *greens* em cada campo de golfe, sendo cada um localizado em posições diferentes no campo (diferindo em altitude, sombreamento e incidência de ventos). Os *greens* escolhidos foram:

1) Fazenda da Grama (FG):

Green 2: 468 m^2

Green 9: 690 m^2

Green 12: 429 m^2

Green 16: 555 m^2

Área total de *greens* no campo de golfe: 9789 m^2.

2) Fazenda Campo Alto (FCA):

Green 1: 595 m^2

Green 2: 615 m^2

Green 4: 570 m^2

Green 6: 720 m^2

Área total de *greens* no campo de golfe: 6826 m^2.

3.3. Caracterização da espécie estudada

A grama utilizada nos *greens* estudados é um híbrido interespecífico de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *Cynodon transvaalensis* Burtt-Davey denominado *Tifdwarf*, provindo dos EUA, sendo o híbrido mais utilizado nos *greens* dos campos de golfe do Brasil.

3.4. Caracterização da camada superficial do *green*

Para a formação dos *greens* o solo foi retirado e foi construído um perfil constituído por 10 cm de brita e 30 cm de substrato utilizado como base (mistura de areia com material orgânico) sob uma rede de drenagem convencional, em formato "espinha de peixe". O material orgânico utilizado na construção dos *greens* de cada campo foi diferente, sendo utilizado torta de filtro de cana-de-açúcar na FG e composto orgânico comercial na FCA. Esta técnica é utilizada para evitar formação de poças e reduzir a chance de compactação no *green.*

Neste trabalho foi estudada a camada superficial do *green*, compreendida entre 0 e 10 cm, onde se concentra a maior quantidade de raízes, a qual foi caracterizada durante a execução do experimento, através da determinação das características químicas (item 6.2).

3.5. Formato do experimento

Em cada um dos campos de golfe foram estudados quatro *greens*. Cada *green* foi avaliado individualmente e, ao final, foi realizada uma média dos quatro *greens* para a apresentação e discussão dos resultados.

Os *greens* foram estudados por um período de um ano, com início em julho de 2009 e finalização em junho de 2010, caracterizando assim todas as estações do ano.

3.6. Período do experimento

Na FG o projeto de pesquisa teve início no dia 01/07/09. Foram apresentados e discutidos os dados referentes às coletas realizadas no ano de 2009 (31/07, 12/08, 26/08, 16/09, 25/09, 07/10, 21/10, 04/11, 18/11, 02/12 e 16/12) e 2010 (13/01, 27/01, 10/02, 24/02, 10/03, 24/03, 07/04, 22/04, 05/05, 19/05, 02/06, 17/06), totalizando 23 coletas.

Na FCA o projeto de pesquisa teve início no dia 28/07/09. Foram apresentados e discutidos os dados referentes às coletas realizadas no ano de 2009 (28/07, 11/08, 24/08, 08/09, 21/09, 05/10, 19/10, 03/11, 16/11, 30/11 e 14/12) e 2010 (26/01, 09/02, 25/02, 09/03, 23/03, 08/04, 22/04, 04/05, 18/05, 01/06, 17/06), totalizando 22 coletas.

3.7. Condução do experimento

As operações de manutenção como corte, adubação, irrigação, tratos culturais e controle fitossanitário foram realizadas normalmente como é usual em cada campo de golfe estudado (Tabelas 1 a 9), sendo que toda a adubação e demais manejos foram anotados para posterior comparação com os resultados adquiridos.

Tabela 1. Tratos culturais realizados na Fazenda da Grama no período de julho de 2009 a junho de 2010.

Dia	Operação	Objetivo
22/07/09	Calagem	Corrigir acidez do solo (35,8 g m^{-2} de calcário dolomítico); objetivo: V=70%.
22/07/09	Aplicação de Eucamax	Condicionador de solo (107,3 g/m^2).
15/10/09	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
22/10/09	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
06/11/09	Corte com *grommer**	Retirar excesso de grama "viva" verticalmente; desbaste leve do gramado.
12/11/09	Corte com *grommer**	Retirar excesso de grama "viva" verticalmente; desbaste leve do gramado.
23/11/09	Cobertura com areia*	Prática preventiva para evitar *thatch* (camada de material vegetal não decomposto).
14/12/09	Aeração*	Melhorar aeração do solo.
14/12/09	Calagem	Corrigir acidez do solo (102,0 g m^{-2} de calcário dolomítico); objetivo: V=70%.
21/12/09	Cobertura com areia*	Necessário após aeração.
04/01/10	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
11/01/10	Cobertura com areia*	Necessário após corte vertical.
26/01/10	Cobertura com areia*	Necessário após corte vertical.
12/02/10	Rolo	Aumentar velocidade de rolamento da bola; pequena compactação da superfície.
16/03/10	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
19/03/10	Rolo	Aumentar velocidade de rolamento da bola; pequena compactação da superfície.
26/03/10	Rolo	Aumentar velocidade de rolamento da bola; pequena compactação da superfície.
29/03/10	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
01/04/10	Rolo	Aumentar velocidade de rolamento da bola; pequena compactação da superfície.
08/04/10	Rolo	Aumentar velocidade de rolamento da bola; pequena compactação da superfície.
16/04/10	Rolo	Aumentar velocidade de rolamento da bola; pequena compactação da superfície.
22/04/10	Corte duplo*	Aumentar a velocidade de rolamento da bola; manter grama baixa durante dia todo.
23/04/10	Corte duplo + rolo	Aumentar a velocidade de rolamento da bola.
24/04/10	Corte duplo + rolo	Aumentar a velocidade de rolamento da bola.

* Fotos dos equipamentos utilizados nestas operações encontram-se no Apêndice 1.

Tabela 2. Tratos culturais realizados na Fazenda Campo Alto no período de julho de 2009 a junho de 2010.

Dia	Operação	Objetivo
14/09/09	Corte com *grommer**	Retirar excesso de grama "viva" verticalmente; desbaste leve do gramado.
21/09/09	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
01/10/09	Cobertura com areia*	Necessário após corte vertical.
23/11/09	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
28/11/09	Cobertura com areia*	Necessário após corte vertical.
04/12/09	Cobertura com areia*	Prática preventiva para evitar *thatch* (camada de material vegetal não decomposto).
07/01/10	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
08/01/10	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
09/01/10	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
11/01/10	Raspagem*	Obter altura da grama muito baixa (2 mm); para renovar, uniformizar o gramado.
13/01/10	Aeração*	Melhorar aeração do solo.
18/01/10	Calagem	Corrigir acidez do solo (204,3 g m^{-2} de calcário dolomítico); objetivo: V=70%.
18/01/10	Cobertura com areia*	Necessário após aeração.
20/01/10	Cobertura com areia*	Necessário após aeração.
08/02/10	Corte vertical*	Retirar excesso de grama "morta" verticalmente.
09/02/10	Cobertura com areia*	Necessário após corte vertical.

* Fotos dos equipamentos utilizados nestas operações encontram-se no Apêndice 1.

Tabela 3. Resumo dos tratos culturais realizados nos campos de golfe Fazenda da Grama e Fazenda Campo Alto nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010.

Tratos culturais	Inverno		Primavera		Verão		Outono	
	FG	FCA	FG	FCA	FG	FCA	FG	FCA
Corte com *grommer*		1	2					
Corte vertical		1	2	1	2	4	1	
Top dressing			2	3	2	3		
Raspagem						1		
Aeração			1			1		
Rolo					2		6	
Corte duplo							2	
Condicionador de solo	1							

Nas Figuras e Tabela a seguir são apresentados dados referentes às condições climáticas coletados durante o experimento (precipitação + irrigação e temperatura) nos dois campos estudados, a altura de corte média do gramado e a adubação realizada neste período.

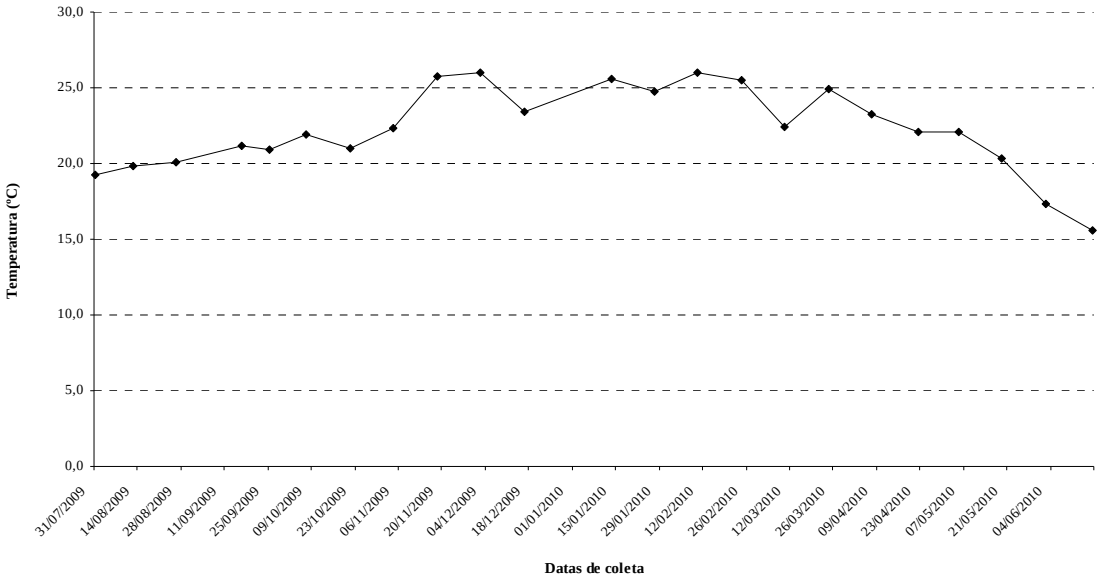


Figura 3. Média das temperaturas durante o período do estudo na Fazenda da Grama (julho de 2009 a junho de 2010), Itupeva – SP.

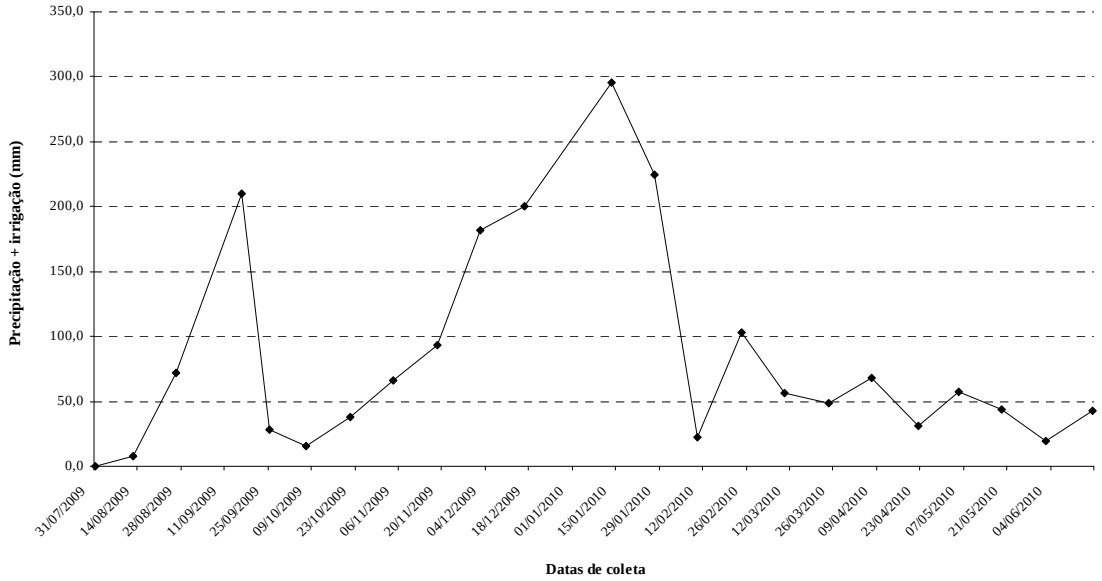


Figura 4. Precipitação + irrigação ao longo do período do estudo na Fazenda da Grama (julho de 2009 a junho de 2010), Itupeva – SP.

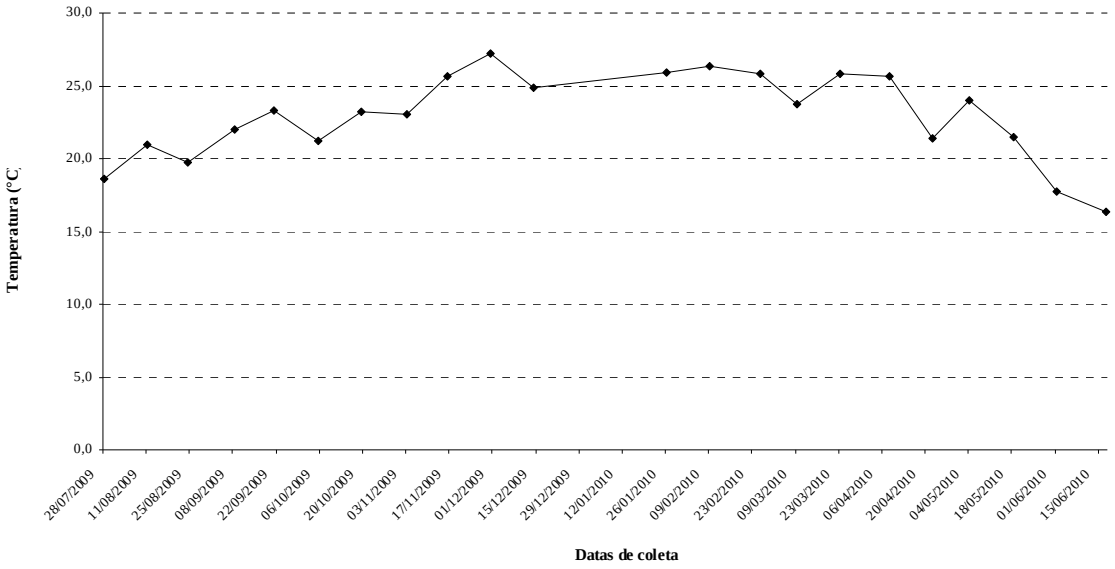


Figura 5. Média das temperaturas durante o período do estudo na Fazenda Campo Alto (julho de 2009 a junho de 2010), Araras – SP.

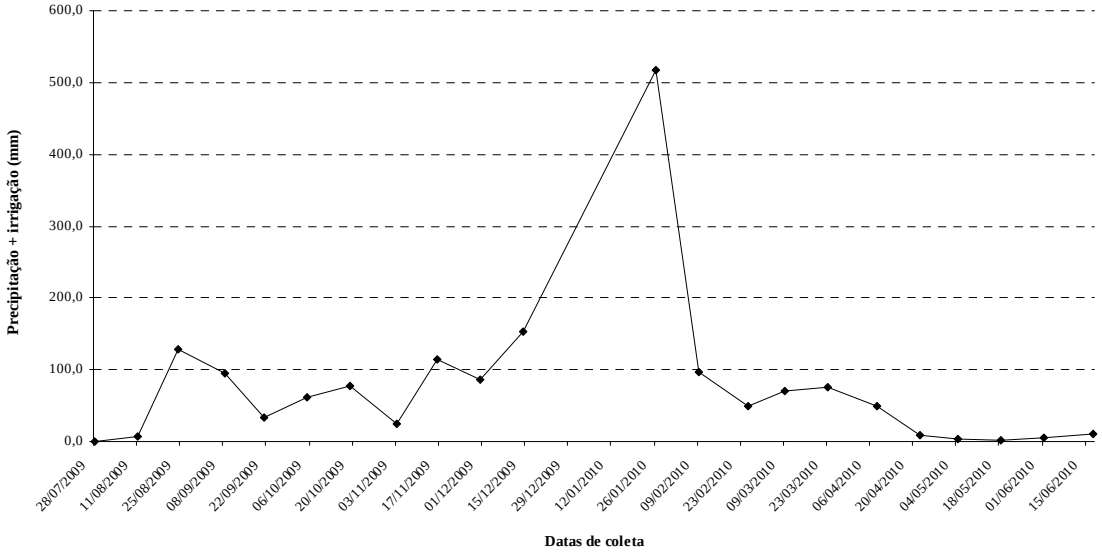


Figura 6. Precipitação + irrigação ao longo do período do estudo na Fazenda Campo Alto (julho de 2009 a junho de 2010), Araras – SP.

Tabela 4. Temperatura média e precipitação + irrigação total nas estações do ano e valor anual na Fazenda da Grama (julho de 2009 a junho de 2010), Itupeva – SP.

	Estações do ano (2009/2010)				
	Inverno	Primavera	Verão	Outono	Anual
Temperatura média (°C)	20,1	23,1	24,8	20,8	22,2
Precipitação + irrigação total (mm)	290,0	623,0	702,5	311,0	1926,5

Tabela 5. Temperatura média e precipitação + irrigação total nas estações do ano e valor anual na Fazenda Campo Alto (julho de 2009 a junho de 2010), Araras – SP.

	Estações do ano (2009/2010)				
	Inverno	Primavera	Verão	Outono	Anual
Temperatura média (°C)	20,9	24,2	25,4	21,8	22,9
Precipitação + irrigação total (mm)	325,4	970,2	291,9	81,4	1668,9

Tabela 6. Número de cortes e altura de corte média da grama dos *greens* (mm) no período de estudo na Fazenda da Grama (julho de 2009 a junho de 2010), Itupeva – SP.

Datas de coleta	Número de cortes[(1)]	Altura de corte média (mm)
Inverno		
31/07/2009	1	3,9
12/08/2009	8	3,6
26/08/2009	7	3,6
16/09/2009	17	3,6
	Total = 33	Média = 3,7
Primavera		
25/09/2009	6	3,4
07/10/2009	4	3,3
21/10/2009	0	3,3
04/11/2009	7	3,1
18/11/2009	10	3,1
02/12/2009	10	2,8
16/12/2009	6	4,0
	Total = 43	Média = 3,3
Verão		
13/01/2010	19	3,5
27/01/2010	10	3,5
10/02/2010	10	3,4
24/02/2010	12	3,2
10/03/2010	10	3,2
	Total = 61	Média = 3,4
Outono		
24/03/2010	11	3,3
07/04/2010	10	3,3
22/04/2010	9	3,3
05/05/2010	10	3,0
19/05/2010	9	3,1
02/06/2010	10	3,2
17/06/2010	12	3,5
	Total = 71	Média = 3,2
Média		3,4
Total	208	

[(1)]Número de cortes obtidos no intervalo entre coleta anterior e coleta atual, ex: 8 cortes obtidos de 01/08/09 a 12/08/09.

Tabela 7. Número de cortes e altura de corte média da grama dos *greens* (mm) no período do estudo na Fazenda Campo Alto (julho de 2009 a junho de 2010), Araras – SP.

Datas de coleta	Número de cortes[(1)]	Altura de corte média (mm)
Inverno		
28/07/2009	1	3,5
11/08/2009	7	3,3
24/08/2009	10	2,8
08/09/2009	8	2,7
21/09/2009	9	2,5
	Total = 35	Média = 3,0
Primavera		
05/10/2009	1	4,0
19/10/2009	10	3,1
03/11/2009	9	2,9
16/11/2009	7	2,8
30/11/2009	9	2,7
14/12/2009	9	2,7
	Total = 45	Média = 3,0
Verão		
26/01/2010	23	2,6
09/02/2010	5	3,0
25/02/2010	5	3,1
09/03/2010	6	2,6
	Total = 39	Média = 2,8
Outono		
23/03/2010	8	2,8
08/04/2010	10	2,8
22/04/2010	6	2,9
04/05/2010	6	2,8
18/05/2010	4	2,9
01/06/2010	5	2,9
17/06/2010	8	2,8
	Total = 47	Média = 2,8
Média		2,9
Total	166	

[(1)]Número de cortes obtidos no intervalo entre coleta anterior e coleta atual, ex: 7 cortes obtidos de 29/07/09 a 11/08/09.

Tabela 8. Adubação realizada durante o período do estudo nos *greens* na Fazenda da Grama (julho de 2009 a junho de 2010), Itupeva – SP.

Datas de coleta	Adubação realizada no período[1]										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....g m^{-2}.....						.....mg m^{-2}.....				
Inverno											
31/07/2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/08/2009	0,10	0,02	0,09	0,01	0,06	0,09	0,0003	0,0004	0,0076	0,0006	0,0012
26/08/2009	4,74	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/09/2009	0,16	0,03	0,13	0,01	0,08	0,13	0,0005	0,0006	0,1024	0,0010	0,0018
Primavera											
25/09/2009	5,10	0,56	4,25	-	-	-	-	-	-	-	-
07/10/2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/10/2009	0,20	3,28	16,30	0,02	0,11	0,17	0,0006	0,0006	0,1230	0,0012	0,0023
04/11/2009	5,10	0,56	4,25	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/12/2009	0,13	0,02	0,11	0,01	0,01	0,05	0,0004	0,0005	0,0020	0,0008	0,0015
16/12/2009	-	-	-	23,31	11,06	-	-	-	-	-	-
Verão											
13/01/2010	5,10	0,56	4,25	-	-	-	-	-	-	-	-
27/01/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/02/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/02/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/03/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outono											
24/03/2010	2,65	0,18	4,40	-	-	2,20	-	-	-	-	-
07/04/2010	6,73	-	-	8,25	-	-	-	-	-	-	-
22/04/2010	-	-	-	-	0,06	0,06	-	-	0,0800	-	-
05/05/2010	0,20	-	-	-	0,06	0,30	-	-	0,0800	-	-
19/05/2010	5,20	0,35	8,70	-	-	3,60	-	-	-	-	-
02/06/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/06/2010	0,16	-	-	0,19	0,06	0,06	-	-	0,0800	-	-
Total	35,57	5,82	42,48	31,80	11,50	6,66	0,002	0,002	0,475	0,004	0,007
Total (kg ha^{-1})	355,70	58,20	424,80	317,95	114,95	66,60	0,02	0,02	4,75	0,04	0,07

[1]Adubação realizada entre coleta anterior e coleta atual, ex: 0,10 g m^{-2} de N utilizados de 01/08/09 a 12/08/09; OBS: não houve adubação nos período que estão sem valores.

Tabela 9. Adubação realizada durante o período do estudo nos *greens* da Fazenda Campo Alto (julho de 2009 a junho de 2010), Araras – SP.

Datas de coleta	Adubação realizada no período[1]										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....g m^{-2}.....						.....mg m^{-2}.....				
Inverno											
28/07/2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/08/2009	5,46	-	-	-	-	5,98	-	-	-	-	-
24/08/2009	0,57	-	-	0,70	-	-	-	-	-	-	-
08/09/2009	5,53	-	-	1,39	-	5,28	-	-	-	-	-
21/09/2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primavera											
05/10/2009	4,50	-	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-
19/10/2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/11/2009	9,93	-	0,05	-	-	11,76	-	-	-	-	-
16/11/2009	4,80	0,41	4,00	-	0,05	0,05	-	-	0,0700	-	-
30/11/2009	5,00	0,17	1,70	-	-	3,60	-	-	-	-	-
14/12/2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verão											
26/01/2010	15,20	0,55	4,20	35,02	20,92	12,28	-	-	-	-	-
09/02/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/02/2010	12,36	0,42	6,15	3,08	0,18	0,90	0,0070	0,0090	0,0360	0,0400	0,1100
09/03/2010	0,76	0,02	-	0,70	-	-	-	-	-	0,0300	0,0800
Outono											
23/03/2010	8,26	0,02	4,20	0,70	-	-	-	-	-	0,0300	0,0800
08/04/2010	1,14	-	-	1,40	-	-	-	-	-	-	-
22/04/2010	9,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05/2010	9,02	0,04	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
18/05/2010	8,30	-	-	4,80	-	5,30	-	-	-	-	-
01/06/2010	0,13	9,60	0,05	11,70	-	-	-	-	-	-	-
17/06/2010	1,25	-	0,06	0,55	-	-	-	-	-	-	-
Total	101,91	11,23	22,96	60,04	21,15	45,15	0,007	0,009	0,106	0,100	0,270
Total (kg ha^{-1})	1019,1	112,3	229,6	600,4	211,5	451,5	0,07	0,09	1,06	1,00	2,70

[1]Adubação realizada entre coleta anterior e coleta atual, ex: 5,46 g m^{-2} de N utilizados de 29/07/09 a 11/08/09; OBS: não houve adubação nos período que estão sem valores.

3.8. Características estudadas na grama

3.8.1. Fitomassa seca das aparas

Quinzenalmente, foram coletadas as aparas resultantes do corte da grama em cada *green*, sendo este material posteriormente pesado. O corte de grama dos *greens* foi realizado com uma roçadeira helicoidal a gasolina com coletor.

Após a pesagem do total de aparas frescas de cada *green*, uma amostra foi separada em saco de papel, pesada e seca em estufa de circulação de ar forçado por 72 horas na temperatura de 65ºC, determinando-se posteriormente sua massa seca e extrapolando-se para a área total do *green* (de acordo com a massa fresca das aparas).

Foi determinada também a quantidade de fitomassa seca total por m^2 de cada campo de golfe, considerando, para isso, o número de cortes realizados no período. Considerou-se, portanto, que entre uma amostragem e outra os cortes geraram a mesma massa seca.

3.8.2. Concentração de nutrientes na lâmina foliar

A concentração de macronutrientes e micronutrientes na lâmina foliar foi determinada quinzenalmente em uma amostra das aparas de grama obtida na área de cada *green*, de acordo com metodologia modificada de Malavolta et al. (1997).

A amostragem das aparas da grama bermuda foi realizada segundo recomendações de Plank e Carrow (2003): na coleta das aparas, a roçadeira e a cesta coletora estavam limpas e livres de qualquer contaminante; caso houvesse folhas de árvores sobre a área dos *greens*, as mesmas foram removidas antes de se realizar a amostragem. A altura de corte para amostragem nos *greens* foi a adotada normalmente no local. Após o corte e pesagem do material, cerca de 600 a 700 ml de aparas foram retirados e preparados para a análise.

O preparo das amostras antes de serem enviadas para análise também foi realizado segundo metodologia de Plank e Carrow (2003): as amostras foram lavadas para retirada de impurezas simples, areia, partículas de solo e substâncias químicas. Cada amostra foi colocada em um recipiente com cerca de 20 cm de diâmetro e 10 cm de altura, contendo água destilada em ¾ do seu volume juntamente com uma solução fraca de sabão (0,1 - 0,3%).

A amostra foi agitada suavemente com uma vareta de plástico e uma pausa de cerca de 30 segundos foi dada para permitir que a areia/solo se decantasse no fundo do recipiente. Cada amostra foi retirada rapidamente, colocada em uma peneira de plástico e enxaguada com água destilada. Para a lavagem da amostra, a água do recipiente foi trocada. Após a lavagem, as amostras foram colocadas em papel toalha para retirada do excesso de umidade e depois em sacos de papel e levadas para o laboratório onde foram secas em estufa a 65°C. Após a secagem, o tecido foliar foi moído e enviado para o Laboratório de Nutrição de Plantas da FCA (Faculdade de Ciências Agronômicas / Unesp / Botucatu) para a determinação da concentração dos nutrientes.

3.8.3. Quantidade de nutrientes na lâmina foliar

Com os valores quinzenais obtidos de fitomassa seca e de concentração de nutrientes na lâmina foliar, obteve-se a quantidade de nutrientes na lâmina foliar de cada *green* nos dois campos de golfe estudados.

3.8.4. Intensidade da coloração verde do gramado

As análises de intensidade de coloração verde do gramado foram realizadas quinzenalmente, em cada *green*, utilizando-se três métodos (clorofilômetro, análise de imagem digital e medidor de reflectância de luz).

Os valores obtidos de cada método utilizado foram correlacionados com a concentração de nitrogênio na lâmina foliar (item 5.8.2) e com a avaliação visual do gramado (item 5.8.5).

3.8.4.1. Clorofilômetro

Utilizou-se o medidor portátil Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter (Figura 7), que tem como princípio de funcionamento a reflectância de luz, sendo a leitura realizada através de um feixe de luz, sem que haja o contato da folha com o aparelho, não havendo assim a necessidade de se destacar a folha da grama.

Para a determinação da intensidade da coloração verde da folha (ICV) utilizando o equipamento Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter, foram realizadas trinta leituras em cada *green*, obtidas paralelamente à superfície do gramado, em mesma altura (1,0 m).

Figura 7. Aparelho Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter.

3.8.4.2. Análise de imagem digital

As imagens digitais foram obtidas por uma câmera digital Sony DSC-W30 6.0 mega pixels fixada na extremidade de uma estrutura na forma de um “L” invertido para que as imagens fossem obtidas paralelamente à superfície do gramado, em mesma altura (1,6 m).

Cada uma das 10 imagens, de cada *green*, foi analisada no programa Corel Photo Paint v. 10.410 (Corel Corporation, 2000), obtendo os valores dos componentes vermelho (R), verde (G) e azul (B), segundo metodologia descrita por Godoy (2005). Os resultados em RGB foram compilados para uma planilha eletrônica no MS Excel e convertidos para valores HSB, ou seja, de matiz, saturação e brilho de acordo com Karcher e Richardson (2003).

3.8.4.3. Medidor de reflectância de luz

Consistiu na utilização de um aparelho denominado Field Scout TCM 500 Turf Color Meter (Figura 8) que mede a reflectância da luz para a grama no espectro vermelho, verde e azul. O aparelho foi colocado em contato com a grama e pressionado para que não houvesse penetração de luz.

Foram realizadas, em cada *green*, trinta leituras onde foram obtidos os valores médios dos componentes vermelho, verde e azul (RGB). Assim como para a imagem digital, os valores em RGB obtidos pela utilização do aparelho Field Scout TCM 500 Turf Color Meter foram convertidos para valores HSB.

Figura 8. Aparelho Field Scout TCM 500 Turf Color Meter.

3.8.5. Avaliação visual da qualidade do gramado

A avaliação visual da qualidade do gramado de cada *green* foi feita quinzenalmente utilizando-se uma escala de 1 a 9, onde 1 representa a grama marrom e o 9 representa a melhor qualidade, segundo metodologia utilizada por Johnson et al. (2002). A avaliação visual da qualidade foi realizada por uma pessoa e foi correlacionada com a concentração de nitrogênio nas folhas, intensidade da coloração verde do gramado e velocidade dos *greens*.

3.8.6. "Velocidade" de rolamento da bola no *green*

A "velocidade" de rolamento da bola em cada *green* foi medida quinzenalmente, com o aparelho *Stimpmeter* (Figuras 9 e 10), fabricado pela USGA (*United States Golf Association*).

O *Stimpmeter* é um aparelho simples que permite fazer uma medição padrão, estipulando um valor numérico para a "velocidade" do *green*. É feito de alumínio, possui 36 cm de comprimento e uma ranhura em forma de V ao longo de toda sua extensão. A ranhura em V tem um ângulo de 145º, apoiando assim a bola de golfe no seu centro. Possui também um entalhe onde a bola de golfe fica presa e só começa a rolar quando o aparelho é levantado a um ângulo de aproximadamente 20º. Esta característica garante que a "velocidade" da bola seja sempre a mesma até o final do aparelho.

Com o aparelho *Stimpmeter*, a distância rolada pela bola (BRD – *Ball roll distance*) foi medida utilizando-se a metodologia da USGA (2009a): três bolas foram roladas nos dois sentidos, sendo obtida a média destas três distâncias alcançadas. A

“velocidade” de rolamento da bola em cada *green* foi adquirida com a média das distâncias percorridas pela bola nas duas direções.

Figuras 9 e 10. Aparelho *Stimpmeter* e sua utilização para medição da velocidade de rolamento da bola no *green*.

Os valores obtidos foram correlacionados com a concentração de nitrogênio na lâmina foliar, intensidade da coloração verde do gramado e avaliação visual da qualidade do gramado.

3.9. Características estudadas na camada superficial do *green*

3.9.1. Análise química da camada superficial do *green*

A análise química da camada superficial do *green* foi realizada mensalmente em cada *green*, sendo utilizada amostra composta obtida pela coleta de 10 amostras simples. As amostras foram retiradas à profundidade de 10 cm (profundidade na qual ocorre a maior concentração de raízes), com trado cônico específico para coleta de solo em *greens* de campo de golfe (Figura 11).

Figura 11. Trado utilizado para coleta de solo para fins de fertilidade em *greens* de campo de golfe.

As análises químicas para fins de fertilidade foram realizadas de acordo com a metodologia adaptada de Raij et al. (2001) no Laboratório de Fertilidade do Solo da FCA (Faculdade de Ciências Agronômicas / Unesp / Botucatu).

3.9.2. Determinação do nitrogênio total e inorgânico da camada superficial do *green*

A determinação do nitrogênio total e do nitrogênio inorgânico (NH_4^+ e NO_3^-) da camada superficial do *green* foi realizada mensalmente. O nitrogênio total foi obtido segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1985). Para determinação do nitrogênio mineral foi utilizado o procedimento de Bremner e Keeney (1965).

A amostragem da camada superficial do *green* foi a mesma utilizada para fins de fertilidade. Entretanto, durante a retirada de cada amostra composta foi separada uma porção de solo, a qual foi umedecida e em seguida armazenada em freezer à temperatura de -20ºC, conforme proposto por Mattos Jr. et al. (1995), para a determinação de nitrogênio mineral.

3.9.3. Condutividade elétrica da camada superficial do *green*

Foi determinada mensalmente em cada *green* segundo metodologia do Extrato de Saturação descrita por Raij et al. (2001).

3.9.4. Perfil do *green*

O perfil de cada *green* foi analisado trimestralmente, no início de cada estação do ano. Com o auxílio de um trado especial para verificação deste parâmetro (Figura 12), uma amostra do perfil da camada superficial do *green* de cerca de 10 cm de profundidade, 8 cm de comprimento e 1,5 cm de largura foi retirada em cada *green* para que as camadas do perfil pudessem ser analisadas, inclusive para verificação da existência do *thatch* (camada de matéria orgânica).

Figura 12. Trado utilizado para observação do perfil do *green*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características estudadas na grama

4.1.1. Fitomassa seca das aparas

A produção de massa de gramas de verão aumenta com o início da primavera devido à temperatura média mais elevada e a maior incidência de chuvas, além do aumento na quantidade de horas com luz por dia (fotoperíodo). Com as maiores temperaturas, maior quantidade de chuva e luz as gramas atingem o máximo de crescimento no meio do verão. No final do verão e início do outono, com a queda da temperatura, redução na precipitação e menor disponibilidade de luz, a taxa de crescimento se reduz até chegar a valores muito baixos no inverno (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

O comportamento descrito acima foi verificado nos dois campos de golfe. A fitomassa seca das aparas na FG teve a seguinte ordem decrescente, quando analisada por corte: primavera, verão, outono e inverno (Tabela 10). Na FCA a ordem foi diferente: verão, outono, primavera e inverno (Tabela 11). Na primavera e no verão são realizados os tratos culturais mais agressivos, como corte vertical e aeração (Tabela 3), que podem ter

influenciado nos valores obtidos. As maiores temperaturas e precipitações que ocorrem nestas estações do ano (Figuras 3, 4, 5 e 6), podem ter contribuído diretamente para um maior crescimento da grama.

Tabela 10. Fitomassa seca das aparas (g) de grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* e adubação nitrogenada aplicada na Fazenda da Grama nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Itupeva – SP.

Estação	Fitomassa seca das aparas				N aplicado ($g\ m^{-2}$)
	g/corte[1]	$g\ m^{-2}$/corte[1]	g/estação[2]	$g\ m^{-2}$/estação[2]	
Inverno	928,2	1,7	36384,1	67,9	5,00
Primavera	2426,0	4,5	86424,1	161,2	10,53
Verão	2291,7	4,3	142239,7	265,4	5,10
Outono	1177,2	2,2	431073,8	154,9	14,94
Média	1725,8	3,2	87015,2	162,3	8,89
Total			348060,9	649,4	35,57

[1]Média dos cortes; [2]Soma dos cortes em cada estação.

Tabela 11. Fitomassa seca das aparas (g) de grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* e adubação nitrogenada aplicada na Fazenda Campo Alto nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Araras – SP.

Estação	Fitomassa seca das aparas				N aplicado ($g\ m^{-2}$)
	g/corte[1]	$g\ m^{-2}$/corte[1]	g/estação[2]	$g\ m^{-2}$/estação[2]	
Inverno	879,4	1,4	27060,0	43,3	11,56
Primavera	1143,8	1,8	48498,6	79,2	24,23
Verão	2354,4	3,8	77460,5	123,9	28,32
Outono	2246,7	3,6	100081,6	160,1	37,80
Média	1656,1	2,6	63525,2	101,6	25,48
Total			254100,7	406,6	101,91

[1]Média dos cortes; [2]Soma dos cortes em cada estação.

Analisando-se os valores obtidos por estação do ano (g/estação), o comportamento foi diferente, sendo na FG a maior quantidade obtida no outono, seguida do

verão, primavera e inverno (Tabela 10). Na FCA a ordem das estações foi a mesma, com menor diferença de quantidade de massa entre as estações do ano.

É difícil a comparação da massa produzida e extraída das aparas dos *greens* de grama bermuda no Brasil com resultados obtidos em outros países. Isto porque, no período relativo ao inverno, países que possuem esta estação rigorosa, utilizam a semeadura de grama de inverno, técnica chamada de *overseeding*. Portanto, neste período, adiciona-se à pequena massa da grama de verão, a massa gerada pela grama de inverno.

Na FG, houve maior aplicação de adubação nitrogenada no outono, o que resultou em maior quantidade de massa seca de aparas (Tabela 10). Este manejo foi adotado com a finalidade de preparar a grama para cortes mais freqüentes e mais baixos (Tabela 6), já que nesta época foram realizados três torneios neste campo de golfe e os objetivos foram aumentar a "velocidade" de rolamento da bola e apresentar boa qualidade visual. O manejo da adubação, principalmente a nitrogenada, é bastante alterado em função das atividades realizadas no campo, por isso as recomendações de adubação da literatura estrangeira apresentam valores de dosagem tão variáveis.

Na FCA observou-se o mesmo comportamento: maior quantidade de fitomassa seca das aparas na estação que recebeu mais N (Tabela 11). Uma das conseqüências da adubação mais intensa é a necessidade de cortes mais freqüentes e, portanto, manutenção mais trabalhosa e cara.

A massa seca de aparas e a quantidade de N aplicada não apresentam relação direta, pois além do efeito da adubação sobre a produção de massa, outros dois fatores tem grande influência neste parâmetro: temperatura e fotoperíodo.

Apesar das diferenças notadas, o valor médio anual de fitomassa seca por corte foi muito semelhante entre os campos (Tabela 12), o que pode ser justificado pela elevada adubação nitrogenada utilizada nos dois campos (Tabelas 10 e 11). A maior quantidade de fitomassa seca por estação do ano e total das aparas na FG (Tabela 12) pode ser explicada pelo maior número de cortes realizados durante o ano neste campo: 208 (Tabela 6), sendo realizados 166 na FCA (Tabela 7).

Tabela 12. Média da fitomassa seca das aparas (g) de grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda da Grama, Itupeva – SP e da Fazenda Campo Alto, Araras – SP, entre julho de 2009 e junho de 2010.

Campos de golfe	Fitomassa seca das aparas			
	g/corte[1]	g m^{-2}/corte[1]	g/estação[2]	g m^{-2}/estação[2]
FG[3]	1725,8	3,2	87015,2	162,3
FCA[4]	1656,1	2,6	63525,2	101,6
Média	1691,0	2,9	75270,2	132,0
Total anual FG			348060,9	649,4
Total anual FCA			254100,7	406,6

[1]Média dos cortes; [2]Soma dos cortes em cada estação; [3]Fazenda da Grama; [4]Fazenda Campo Alto.

4.1.2. Concentração de nutrientes na lâmina foliar

A variação da concentração de nutrientes nas folhas pode ocorrer devido a vários fatores: adubação, exportação pelas aparas, crescimento da planta, precipitações, possível interação negativa na absorção de alguns nutrientes, presença de alguns nutrientes (principalmente micronutrientes) nos defensivos químicos aplicados. Vários nutrientes, como o N, por exemplo, apresentaram maior concentração na lâmina foliar no inverno nos dois campos de golfe (Tabelas 13 e 14). Tal fato pode ser explicado pelo menor crescimento da planta nesta estação (devido à menor precipitação e menor quantidade de horas de luz). Com o menor crescimento da planta, o nutriente fica mais concentrado no tecido foliar.

Apesar da adubação realizada nos dois campos serem totalmente diferentes, sendo mais intensa na FCA (exceto para K e Fe), os teores médios da concentração de nutrientes na lâmina foliar, relativos às coletas realizadas durante 12 meses, foram bastante próximos, como observado na Tabela 15.

Possivelmente, apesar da aplicação de adubo na FG ser menor, esta foi suficiente para atingir os teores máximos de concentração foliar observados tanto na FG como na FCA. Isso reforça a idéia de que a adubação usual nos campos de golfe brasileiros não possui um critério concreto para estipulação da dosagem, sugerindo, inclusive, que boa parte dos nutrientes possa estar sendo perdida através de lixiviação.

Tabela 13. Média da concentração de nutrientes na lâmina foliar da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda da Grama nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Itupeva – SP.

Estação do ano	Concentração de nutrientes na lâmina foliar										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....g kg^{-1}.....						.....mg kg^{-1}.....				
Inverno	44	4,4	12	3	1,5	3,6	9	18	671	34	44
Primavera	41	3,7	7	3	1,3	2,8	14	15	983	58	47
Verão	37	3,6	7	4	1,2	3,1	9	16	288	38	47
Outono	39	3,9	10	3	1,1	3,6	10	17	283	24	35
Média anual	40	3,9	9	3	1,3	3,3	11	16	556	39	43

N = Nitrogênio, P = Fósforo, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, S = Enxofre, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco.

Tabela 14. Média da concentração de nutrientes na lâmina foliar da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda Campo Alto nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Araras – SP.

Estação do ano	Concentração de nutrientes na lâmina foliar										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....g kg^{-1}.....						.....mg kg^{-1}.....				
Inverno	49	2,5	6	3	1,2	3,1	10	8	535	18	32
Primavera	44	3,5	9	3	1,2	3,5	14	11	215	40	39
Verão	38	2,6	8	3	1,3	3,4	12	11	263	91	134
Outono	40	2,9	8	4	1,2	3,2	10	11	234	37	45
Média anual	42	2,9	8	3	1,2	3,3	11	10	312	46	63

N = Nitrogênio, P = Fósforo, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, S = Enxofre, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco.

A média anual da concentração de cada nutriente na lâmina foliar, nos dois campos de golfe, se manteve dentro da faixa considerada suficiente, segundo McCarty et al. (2003), McCarty e Miller (2002), Carrow et al. (2001) e Jones Júnior et al. (1991), para quase todos os nutrientes estudados (Tabela 15). K, Ca e Mg apresentaram níveis um pouco menores aos valores adequados. Possivelmente, apesar destes nutrientes terem sido aplicados, a sua distribuição durante o ano não foi uniforme, havendo concentração em momentos específicos. Como o substrato utilizado na camada superficial do *green* tem baixa capacidade

de retenção, estes cátions foram perdidos mais intensamente por lixiviação. O Fe foi o único nutriente que apresentou valores superiores ao suficiente. A concentração foliar de K em gramados é inferior apenas a de N, como afirmado por Sartain (1995).

Verifica-se na Tabela 15 que os valores de referência apresentados por McCarty foram modificados ao longo dos anos. Provavelmente, estas referências são modificáveis devido às exigências das condições para o jogo, que também sofreram alterações com o passar do tempo. Um exemplo é a busca por *greens* cada vez mais uniformes e velozes, o que demanda manejo diferenciado. Assim, os valores apresentados em 2005 são superiores aos demais.

Tabela 15. Média anual da concentração de nutrientes na lâmina foliar da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* dos campos de golfe Fazenda da Grama e Fazenda Campo Alto e faixas de valores referência encontrados na literatura.

Campos de golfe	Concentração de nutrientes na lâmina foliar										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....g kg^{-1}.....						.....mg kg^{-1}.....				
FG[1]	40	3,9	9	3	1,3	3,3	11	16	556	39	43
FCA[2]	42	2,9	8	3	1,2	3,3	11	10	312	46	63
Média	41	3,4	9	3	1,3	3,3	11	13	434	43	53
Referências											
McCarty[3]	40-45	2,5-3,5	15-20	5-6	3,0-4,0	5,0-6,0	15-20	10-20	30-400	80-100	40-80
McCarty e Miller[4]	27-35	2-5,5	10-25	5-12,5	2,0-6,0	2,0-4,5	6-30	5-20	35-100	25-150	20-55
Carrow et al.[5]	40-60	2,5-6,0	15-40	5-10	1,3-4,0	2,0-5,0	6-30	5-50	50-500	25-300	20-250
Jones Jr. et al.; McCarty et al.[6]	40-60	2,5-6,0	15-40	5-10	1,3-4,0	2,0-5,0	6-30	5-50	50-350	25-300	20-250

N = Nitrogênio, P = Fósforo, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, S = Enxofre, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco; [1]Fazenda da Grama; [2]Fazenda Campo Alto; [3]Valores considerados suficientes segundo McCarty (2005); [4]Valores considerados suficientes segundo McCarty e Miller (2002); [5]Valores considerados suficientes segundo Carrow et al. (2001); [6]Valores considerados suficientes segundo Jones Jr. et al. (1991) e McCarty et al. (2003).

A prática do *overseeding* realizada nos países com inverno rigoroso dificulta a comparação dos resultados também para concentração de nutrientes na lâmina foliar. A utilização de duas espécies de grama (de verão e de inverno) faz com que a absorção de nutrientes pela grama bermuda utilizada nos *greens* de campo de golfe no Brasil seja diferente, pois não há divisão ou competição pelos nutrientes disponíveis.

4.1.3. Quantidade de nutrientes na lâmina foliar

Diferentemente da concentração de nutrientes na lâmina foliar, a quantidade de nutrientes nas folhas foi diferente entre os dois campos de golfe.

Como a concentração de nutrientes na lâmina foliar foi similar entre os campos, o que determinou a diferença na quantidade de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda foi o número de cortes realizado nos *greens* de cada campo de golfe.

A quantidade total de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas foi maior na FG, que realizou o maior número de cortes (208) em relação aos 166 verificados na FCA (Tabelas 6 e 7). O número de cortes provavelmente foi influenciado pela frequência de utilização de cada campo de golfe. A FG é um campo de golfe particular, pertencente a um condomínio residencial com cerca de trezentos sócios, e está disponível para jogo seis dias por semana, além de sediar vários torneios durante o ano. A FCA é um campo particular utilizado quinzenalmente, por um pequeno número de jogadores. A maior frequência de utilização de um campo de golfe resulta em maior desgaste, o que demanda maior manejo.

A quantidade dos nutrientes exportados pelas aparas da grama bermuda nos dois campos de golfe variou entre as estações, podendo ter sofrido influência não apenas do número de cortes em cada período, mas também das adubações e precipitações que ocorreram ao longo do ano.

A ordem de exportação de nutrientes pelas aparas da grama bermuda utilizada nos *greens* da FG ao longo do ano foi: N>K>P>Ca>S>Mg>>Fe>>Mn>Zn>Cu>B (Tabela 16).

Tabela 16. Média da quantidade de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda da Grama, por corte, nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Itupeva – SP.

Estação do ano	Quantidade de nutrientes absorvida pelas folhas por corte										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....mg m^{-2}.....						.....µg m^{-2}.....				
Inverno	76,1	7,1	18,0	5,4	2,6	6,0	15,8	29,7	1000,9	62,8	73,4
Primavera	185,0	16,6	29,2	15,6	5,9	12,8	64,7	66,0	5292,5	283,9	222,1
Verão	155,5	15,9	31,3	16,4	4,9	13,5	41,3	70,5	1232,6	168,5	193,4
Outono	84,5	8,1	20,5	7,1	2,6	7,7	21,0	36,7	592,4	57,5	80,5
Média anual	125,3	11,9	24,7	11,1	4,0	10,0	35,7	50,7	2029,6	143,2	142,3

N = Nitrogênio, P = Fósforo, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, S = Enxofre, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco.

A ordem de exportação de nutrientes pelas aparas da grama bermuda utilizada nos *greens* da FCA ao longo do ano foi: N>K>Ca>S>P>Mg>>Fe>>Zn>Mn>B>Cu (Tabela 17).

Tabela 17. Média da quantidade de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda Campo Alto, por corte, nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010, Araras – SP.

Estação do ano	Quantidade de nutrientes absorvida pelas folhas por corte										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....mg m^{-2}.....						.....µg m^{-2}.....				
Inverno	69,1	3,5	7,7	4,1	1,7	4,4	12,5	11,4	983,6	25,6	45,1
Primavera	81,0	6,6	16,7	5,3	2,4	6,6	24,8	20,7	407,8	78,1	74,1
Verão	145,8	10,7	34,8	11,8	5,0	13,5	45,1	42,1	884,2	283,9	566,0
Outono	143,6	10,5	28,6	16,0	4,0	11,1	35,7	38,5	894,0	118,7	160,9
Média anual	109,8	7,8	21,9	9,3	3,3	8,9	29,5	28,2	792,4	126,6	211,5

N = Nitrogênio, P = Fósforo, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, S = Enxofre, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco.

A ordem de exportação de nutrientes pelas aparas da grama bermuda utilizada nos *greens* dos dois campos de golfe ao longo do ano foi: N>K>Ca>P>S>Mg>>Fe>>Zn>Mn>Cu>B (Tabela 18).

Tabela 18. Média anual da quantidade de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* da Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP, por corte, entre julho de 2009 e junho de 2010.

Campos de golfe	Quantidade de nutrientes absorvida pelas folhas por corte										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....mg m^{-2}.....						.....µg m^{-2}.....				
FG[1]	125,3	11,9	24,7	11,1	4,0	10,0	35,7	50,7	2029,6	143,2	142,3
FCA[2]	109,8	7,8	21,9	9,3	3,3	8,9	29,5	28,2	792,4	126,6	211,5
Média	117,6	9,9	23,3	10,2	3,7	9,5	32,6	39,5	1411,0	134,9	176,9

N = Nitrogênio, P = Fósforo, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, S = Enxofre, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco; [1]Fazenda da Grama; [2]Fazenda Campo Alto.

A quantidade exportada de nutrientes por ano por metro quadrado e por hectare (Tabela 19) possui comportamento semelhante a outras culturas de interesse agronômico, exceto para o K, cujos valores são muito inferiores a quantidade de N.

Tabela 19. Quantidade total de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda *Tifdwarf* dos *greens* dos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP ao longo de um ano, entre julho de 2009 e junho de 2010.

Campos de golfe	Quantidade total de nutrientes absorvida pelas folhas[3]										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....g m^{-2}.....						.....mg m^{-2}.....				
FG[1]	24,7	2,3	4,8	2,3	0,8	2,0	7,0	10,4	372,2	27,9	28,0
FCA[2]	17,1	1,2	3,3	1,5	0,5	1,4	4,5	4,4	97,1	17,1	25,1
Média	20,9	1,8	4,1	1,9	0,7	1,7	5,8	7,4	234,7	22,5	26,6
	.....kg ha^{-1}.....						.....g ha^{-1}.....				
FG[1]	246,6	22,9	47,5	22,6	7,6	20,2	70,5	103,7	3721,7	278,7	279,6
FCA[2]	170,8	12,3	33,4	15,1	5,1	13,8	45,1	43,8	970,8	170,8	251,1
Média	208,7	17,6	40,5	18,9	6,4	17,0	57,8	73,8	2346,3	224,8	265,4

N = Nitrogênio, P = Fósforo, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, S = Enxofre, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco; [1]Fazenda da Grama; [2]Fazenda Campo Alto; [3]Total de 208 cortes na FG e 166 na FCA.

Nos campos de golfe estudados foram aplicadas taxas anuais de N bem diferentes: 355,7 kg ha^{-1} na FG e 1019,1 kg ha^{-1} na FCA (Tabelas 8 e 9). Apesar da quantidade de N aplicada em cada campo ser bem diferente, os valores de concentração de N nas folhas dos dois campos foram próximos (Tabela 15). Considerando o que foi aplicado, em relação ao exportado através da retirada das aparas, observou-se eficiência de aproveitamento de nutrientes superior na FG em relação à FCA (Tabela 20). Possivelmente, em ambos os campos de golfe a absorção de N foi semelhante, assim, nem todo o N aplicado na FCA foi utilizado, sendo grande parte perdida por lixiviação, volatilização, desnitrificação ou imobilização.

Valores sugeridos na literatura para adubação nitrogenada variam de 200 a 900 kg ha^{-1} de N, determinados pelo híbrido de grama bermuda utilizado, localização geográfica do campo de golfe, o que determina as condições climáticas, e práticas de manejo adotadas.

Tabela 20. Eficiência da adubação realizada e quantidade de adubo não absorvido nos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP, entre julho de 2009 e junho de 2010.

Campos de golfe	Eficiência da adubação										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....%.....						.....%.....				
FG[1]	69,3	39,3	11,2	7,1	6,6	30,3	100	100	78,4	100	100
FCA[2]	16,8	11,0	14,5	2,5	2,4	3,1	64,4	48,7	91,6	17,1	9,3
Média	43,1	25,2	12,9	4,8	4,5	16,7	208,5	283,6	85,0	357,0	204,4
	Quantidade de adubo não absorvido										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....kg.....						.....kg.....				
FG[1]	106,9	34,6	369,3	289,1	105,1	45,4	-	-	1,00	-	-
FCA[2]	578,8	68,2	134,0	399,6	140,9	298,6	0,02	0,03	0,06	0,56	1,67
Média	342,9	51,4	251,7	344,4	123,0	172,0	0,02	0,03	0,53	0,56	1,67

N = Nitrogênio, P = Fósforo, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, S = Enxofre, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco; [1]Fazenda da Grama; [2]Fazenda Campo Alto.

4.1.4. Intensidade da coloração verde do gramado

Os métodos utilizados para quantificar a intensidade de coloração verde da folha estimam indiretamente o teor de clorofila. Partindo do princípio que a deficiência de N leva a uma redução na intensidade da coloração verde das folhas estes aparelhos podem ser utilizados para monitorar o estado de N dos gramados. Logo, quando há uma redução no valor da coloração verde pode ser um indicativo da necessidade da aplicação de N.

A correlação de alguns parâmetros estudados foi realizada utilizando-se o programa estatístico Sigma Estat 3.5. Não houve correlação de nenhum método utilizado para verificar a intensidade de coloração verde do gramado com teor foliar de N (Tabelas 21 e 22), possivelmente porque todos os *greens* apresentaram teores foliares elevados de N, quase sempre dentro da faixa considerada suficiente, assim a coloração máxima deve ter sido atingida.

A expectativa era que o uso da medida da intensidade da coloração verde do gramado, por cada um dos métodos avaliados (Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter, Field Scout TCM 500 Turf Color Meter e Imagem Digital), permitisse ajustes na adubação. No entanto, em função das elevadas doses de N aplicadas nos dois campos, as medidas não geraram correlação.

Tabela 21. Correlação entre os três métodos utilizados para medir a intensidade da coloração verde do gramado (CM, TM e ID) e o teor de nitrogênio na lâmina foliar nos *greens* da Fazenda da Grama, entre julho de 2009 e junho de 2010, Itupeva – SP.

Correlação entre métodos utilizados para verificar a intensidade de coloração verde do gramado e o teor foliar de nitrogênio							
	Index[4] (CM[1])	**G[5] (TM[2])**	**Matiz (TM[2])**	**ICVE[6] (TM[2])**	**G[5] (ID[3])**	**Matiz (ID[3])**	**ICVE[6] (ID[3])**
Teor foliar de Nitrogênio	0,133 ^{NS}	-0,560**	-0,474*	-0,218^{NS}	0,029^{NS}	-0,318^{NS}	-0,314^{NS}

[1]Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter; [2]Field Scout TCM 500 Turf Color Meter; [3]Imagem Digital; [4]Índice; [5]Cor verde; [6]Índice de cor verde escuro; NS = não significativo à 5% de probabilidade; * = significativo à 5% de probabilidade; ** = significativo à 1% de probabilidade.

Tabela 22. Correlação entre os três métodos utilizados para medir a intensidade da coloração verde do gramado (CM, TM e ID) e o teor de nitrogênio na lâmina foliar dos *greens* da Fazenda Campo Alto, entre julho de 2009 e junho de 2010, Araras – SP.

Correlação entre métodos utilizados para verificar a intensidade de coloração verde do gramado e o teor foliar de nitrogênio							
	Index[4] (CM[1])	**G[5] (TM[2])**	**Matiz (TM[2])**	**ICVE[6] (TM[2])**	**G[5] (ID[3])**	**Matiz (ID[3])**	**ICVE[6] (ID[3])**
Teor foliar de Nitrogênio	0,301^{NS}	-0,430*	0,084^{NS}	0,373^{NS}	0,065^{NS}	0,025^{NS}	0,004^{NS}

[1]Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter; [2]Field Scout TCM 500 Turf Color Meter; [3]Imagem Digital; [4]Índice; [5]Cor verde; [6]Índice de cor verde escuro; NS = não significativo à 5% de probabilidade; * = significativo à 5% de probabilidade; ** = significativo à 1% de probabilidade.

4.1.5. Avaliação visual da qualidade do gramado

A avaliação visual utilizada, por não ser uma avaliação instrumentalizada, pode ter sua escala interpretada por cada pessoa de maneira diferente. Neste estudo apenas uma pessoa foi responsável pela escolha das notas, entretanto, por ser um método sensorial, há a necessidade de mais pessoas realizarem a avaliação conjuntamente. O objetivo de utilizar esta metodologia foi o correlacionar a parte estética do gramado com os valores adequados de velocidade dos *greens* e também de nitrogênio nas lâminas foliares. Ou seja, verificar se quando um *green* apresenta boa qualidade visual, ele também reúne as características desejáveis para o jogo.

Não houve correlação da avaliação visual do gramado com outros parâmetros, como concentração de N na lâmina foliar, intensidade da coloração verde do gramado e "velocidade" dos *greens*, em nenhum dos campos de golfe estudados (dados não apresentados).

Os *greens* da FCA apresentaram, em alguns momentos, melhor avaliação visual da qualidade do gramado (Tabela 24) em relação à FG (Tabela 23). Este fato pode ser explicado pelo menor uso da FCA, ou seja, menor tráfego, menor desgaste do gramado. Porém, como pode ser observado no item a seguir (4.1.6), a "velocidade" nestes

greens foi menor quando comparada a "velocidade" dos *greens* da FG. Entretanto, a média anual da avaliação visual foi a mesma para os dois campo (Tabela 25).

Tabela 23. Avaliação visual da qualidade do gramado de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 nos *greens* do campo de golfe da Fazenda da Grama, Itupeva – SP.

Estação do ano	Avaliação visual[(1)]
Inverno	4
Primavera	4
Verão	5
Outono	6
Média anual	5

[(1)]Escala de 1 a 9, onde 1 representa a grama marrom e o 9 representa a melhor qualidade (Johnson et al., 2002).

Tabela 24. Avaliação visual da qualidade do gramado de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 nos *greens* do campo de golfe da Fazenda Campo Alto, Araras – SP.

Estação do ano	Avaliação visual[(1)]
Inverno	4
Primavera	5
Verão	6
Outono	7
Média anual	5

[(1)]Escala de 1 a 9, onde 1 representa a grama marrom e o 9 representa a melhor qualidade (Johnson et al., 2008).

Tabela 25. Média anual da avaliação visual da qualidade dos gramados de grama bermuda *Tifdwarf* nos *greens* dos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP, entre julho de 2009 e junho de 2010.

Campos de golfe	Avaliação visual[(1)]
FG[(2)]	5
FCA[(3)]	5
Média	5

[(1)]Escala de 1 a 9, onde 1 representa a grama marrom e o 9 representa a melhor qualidade (Johnson et al., 2002); [(2)]Fazenda da Grama; [(3)]Fazenda Campo Alto.

4.1.6. “Velocidade” de rolamento da bola no *green*

Dentre os valores de “velocidade” avaliados ao longo do experimento, o único valor de velocidade considerado rápido, segundo valores de referência da USGA apresentados na Tabela 28, foi o de 9,2 *feet* na FG, em outono (Tabela 26). Isto porque foram realizados cerca de 3 torneios neste período e várias operações de manejo foram utilizadas com o intuito de aumentar a “velocidade” dos *greens*, como corte duplo (dois cortes realizados no mesmo dia) e utilização de rolo (Tabela 1). A FCA não apresentou nenhum valor de “velocidade” considerado rápido segundo a USGA (maior que 8,6) ao longo do ano (Tabela 27).

Não houve correlação da “velocidade” dos *greens* com outros parâmetros, como teor foliar de N, intensidade da coloração verde do gramado, avaliação visual, altura de corte e número de cortes em nenhum dos campos de golfe estudados (dados não apresentados).

Nos dois campos de golfe a maior “velocidade” de rolamento da bolinha nos *greens* foi verificada na estação que apresentou menor altura de corte média (Tabelas 26 e 27). Entretanto, menor altura de corte nem sempre significa maior “velocidade” no *green*, pois outros fatores estão embutidos neste parâmetro, como a presença de “colchão” (camada de material vegetal seco sob a superfície do solo), presença de *thatch* (camada de material vegetal em decomposição na superfície do solo) e irrigação, por exemplo.

Tabela 26. “Velocidade”, número e altura de cortes nos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda da Grama, Itupeva – SP.

Estação do ano	Velocidade dos *greens* (*feet*)	Número de cortes	Altura de corte (mm)
Inverno	8,1	33	3,7
Primavera	7,9	53	3,3
Verão	7,9	61	3,4
Outono	9,2	71	3,2
Média anual	8,3		3,4
Total anual		208	

Tabela 27. "Velocidade", número e altura de cortes nos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda Campo Alto, Araras – SP.

Estação do ano	Velocidade dos *greens* (*feet*)	Número de cortes	Altura de corte (mm)
Inverno	7,6	35	3,0
Primavera	6,7	45	3,0
Verão	7,2	39	2,8
Outono	7,9	47	2,8
Média anual	7,3		2,9
Total anual		166	

A média anual da velocidade dos *greens* da FG está dentro da média proposta pela USGA - *United States Golf Association* (2009b), enquanto a velocidade anual dos *greens* da FCA está classificada como lenta (Tabela 28). A maior quantidade de matéria orgânica presente na FCA (Tabela 30 do item 4.2.1) pode influenciar na menor velocidade apresentada pelos *greens* deste campo de golfe, pois com valores mais elevados de matéria orgânica, a camada superficial dos *greens* fica mais macia.

Tabela 28. Média anual da velocidade dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP, entre julho de 2009 e junho de 2010, e os valores referenciais sugeridos pela USGA (*United States Golf Association*).

Campos de golfe	Velocidade dos *greens* (*feet*)
FG[(1)]	8,3
FCA[(2)]	7,3
Média	7,8
Referências	
USGA[(3)]	7,6-8,6
USGA Torneios[(4)]	8,6-9,6

[(1)]Fazenda da Grama; [(2)]Fazenda Campo Alto; [(3)]Valores médios para jogos normais (USGA, 2009b); [(4)]Valores médios para torneios (USGA, 2009b).

4.2. Características estudadas na camada superficial do *green*

4.2.1. Análise química da camada superficial do *green*

A caracterização química da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* da FG (Tabela 29) apresentou valores abaixo dos encontrados na FCA (Tabela 30) para as seguintes características, durante todo o ano: MO (matéria orgânica), P, Ca, Mg, SB (soma de bases), CTC (capacidade de troca catiônica), V (saturação por bases) e B. Apesar desta diferença, a média anual da concentração de nutrientes na lâmina foliar nos dois campos de golfe foi muito semelhante para Mg e idêntica para Ca (Tabela 15). Os demais parâmetros da camada superficial dos *greens* apresentaram valores semelhantes nos dois campos de golfe estudados: pH, K, Cu, Fe, Mn e Zn.

No Brasil, ainda não há tabelas específicas de valores referenciais para fertilidade do solo de gramados esportivos. Embora os solos americanos sejam diferentes dos encontrados no Brasil, existe a necessidade de se adotar alguma referência para que os resultados da análise química de solo sejam utilizados com algum critério.

Além da calagem, os adubos nitrogenados também influenciam o comportamento do pH. O sulfato de amônio e a uréia podem diminuir o pH da camada superficial do *green*. O nitrato de cálcio, por outro lado, pode elevá-lo. Como a adubação nitrogenada foi a mais utilizada nos campos de golfe ela também pode ter contribuído para a variação do pH ao longo do ano. Entretanto, os valores de pH da camada superficial dos *greens* dos dois campos de golfe se mantiveram na faixa de 5,5 a 6,5, valores ideais para a grama bermuda no Brasil, segundo Godoy e Villas Bôas (2003). Manter o pH do solo entre 6,0 e 6,5 é o melhor modo para assegurar a correta disponibilidade de micronutrientes às plantas, pois fora desta faixa, certos micronutrientes ficam menos disponíveis as plantas (McCARTY, 2006).

Os dois campos de golfe apresentaram valores diferentes de matéria orgânica na camada superficial dos *greens*. A maior quantidade de matéria orgânica no substrato da FCA (Tabela 30) pode ser explicada pelo fato de a FCA ser um campo de golfe mais antigo do que a FG (3 anos de diferença). Assim, por ser mais velho, a FCA conseguiu acumular até o momento maior quantidade de matéria orgânica do que a FG. Outra explicação

é a diferença nos materiais utilizados na construção dos *greens*: a FCA utilizou areia + composto orgânico (Mogifertil®) e a FG utilizou areia + torta de filtro de cana-de-açúcar.

A matéria orgânica da camada superficial dos *greens* da FG e FCA apresentou variações durante o ano, entretanto foi utilizado apenas areia nas operações de *top dressing* realizadas no período avaliado (Tabela 1). Na FG, apenas em julho de 2009 foi utilizado Eucamax® (107 g m^{-2}), que é uma fonte de matéria orgânica (Tabela1). Na FCA não foi utilizada nenhuma fonte de matéria orgânica durante todo o ano (Tabela 2). Uma das hipóteses para as pequenas variações ocorridas nos níveis de matéria orgânica é o fornecimento de material vegetal pela própria grama, como folhas, rizomas e raízes.

Os valores de K das tabelas de interpretação americanas não podem ser extrapolados para as condições brasileiras devido aos solos americanos possuírem uma elevada fixação do K adicionado no solo, semelhante ao que acontece com o P em nossos solos (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

Na FG a quantidade utilizada de adubo potássico foi superior ao adubo nitrogenado: 42,5 g m^{-2} de K e 35,6 g m^{-2} de N, resultando em relação N:K de 1:1,3, valor próximo ao proposto por Tapia (2003). Na FCA a quantidade aplicada de K foi muito inferior a quantidade de N: 23,0 g m^{-2} de K e 101,9 g m^{-2} de N, proporcionando relação N:K de 4,4:1.

Tabela 29. Análise química da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda da Grama, Itupeva – SP.

Estação do ano	Análise química da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens*														
	pH	MO	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	$CaCl_2$	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	.....mmol$_c$ dm^{-3}.....						%	.....mg dm^{-3}.....				
Inverno	6,3	10	26	10	0,8	18	4	23	32	70	0,10	0,8	41	1,7	3,0
Primavera	5,9	11	29	10	1,0	13	5	19	29	66	0,16	0,6	39	1,7	2,6
Verão	6,1	11	34	10	0,9	15	5	21	32	68	0,14	0,8	32	1,7	6,3
Outono	6,1	14	34	10	1,2	16	5	22	32	68	0,16	1,1	34	1,1	7,7
Média anual	6,1	12	31	10	1,0	15	5	21	31	68	0,14	0,8	36	1,5	4,9

pH = Potencial hidrogeniônico, MO = Matéria orgânica, P = Fósforo, H+Al = Hidrogênio+Alumínio, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, SB = Soma de Bases, CTC = Capacidade de troca catiônica, V = Saturação por bases, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco.

Tabela 30. Análise química da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda Campo Alto, Araras – SP.

Estação do ano	Análise química da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens*														
	pH	MO	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	$CaCl_2$	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	.....mmol$_c$ dm^{-3}.....						%	.....mg dm^{-3}.....				
Inverno	6,7	17	60	9	0,8	50	21	73	82	88	0,13	0,7	51	1,7	3,9
Primavera	6,5	17	77	9	1,0	66	32	99	109	90	0,24	0,9	43	2,4	5,5
Verão	6,5	22	93	10	0,8	48	22	70	80	87	0,15	0,7	35	1,7	4,2
Outono	6,4	17	78	10	1,1	47	21	69	79	87	0,24	0,9	34	1,3	6,7
Média anual	6,5	18	77	10	0,9	53	24	78	87	88	0,19	0,8	41	1,8	5,1

pH = Potencial hidrogeniônico, MO = Matéria orgânica, P = Fósforo, H+Al = Hidrogênio+Alumínio, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, SB = Soma de Bases, CTC = Capacidade de troca catiônica, V = Saturação por bases, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco.

A única forma de aplicação dos micronutrientes foi em adubos foliares formulados, como Max Green®, Forth Jardim® e Bio Green®, entretanto maior atenção deve ser dada na reposição destes nutrientes ao substrato, já que os valores absorvidos e exportados pelas aparas das folhas são significativos. Alguns defensivos utilizados no tratamento fitossanitário contém micronutrientes, por isso, em alguns momentos, podem ser responsáveis por pequenas variações de alguns micronutrientes na camada superficial do *green*.

Na FCA a média anual das características analisadas na camada superficial dos *greens* da FCA apresentou valores maiores ao longo do ano, quando comparados com os valores da FG (Tabela 31), para quase todos os componentes.

De acordo com as referências apresentadas na Tabela 33, a média anual dos dois campos foi adequada para os seguintes componentes: pH, matéria orgânica, Mg e CTC; foi elevada para: P, Ca, Cu, Fe e Zn; e foi inadequada para: K, B e Mn.

Preconiza-se que a quantidade de K presente no substrato do *green* deva compor pelo menos 5% da CTC (McCarty, 2005; McCarty et al., 2003), o que não ocorre em nenhum dos dois campos de golfe estudados. A FCA não apresentou 4,4 mol_c dm^{-3} de K (5% da CTC) em nenhuma época do ano e realizou durante o ano menor quantidade de adubações potássicas do que a FG, sendo que possui substrato com maior CTC. O N e o K são facilmente lixiviados e esta lixiviação se torna maior ainda em solos com baixa CTC.

Apesar de a FG ter aplicado maior quantidade de K ao longo do ano, 424,8 kg ha^{-1} contra 229,6 kg ha^{-1} da FCA (Tabelas 8 e 9), os valores apresentados no solo para este nutriente foram bem semelhantes para os dois campos de golfe (Tabela 31). Já o P mostrou diferença em relação à quantidade de adubo aplicado, observando-se maior valor na camada superficial dos *greens* da FCA (Tabela 30), onde foi aplicado mais P: 112,3 kg ha^{-1} (Tabela 8) e menor valor na camada superficial dos *greens* da FG (Tabela 29), onde foi aplicada menor quantidade de P: 58,2 kg ha^{-1} (Tabela 9).

Tabela 31. Média anual da análise química da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP, entre julho de 2009 e junho de 2010, e faixas de valores referência encontrados na literatura.

Campos de golfe	Análise química da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens*														
	pH	MO	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	$CaCl_2$	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	.....mmol$_c$ dm^{-3}.....						%	.....mg dm^{-3}.....				
FG[1]	6,1	12	31	10	1,0	15	5	21	31	68	0,14	0,8	36	1,5	4,9
FCA[2]	6,5	18	77	10	0,9	53	24	78	87	88	0,19	0,8	41	1,8	5,1
Média	6,3	15	54	10	1,0	34	15	50	59	78	0,17	0,8	39	1,7	5,0
Referências															
McCarty e Miller; McCarty et al.[3]	5,5-6,5	= 50	5-30	-	1,25-1,5	2,5-25	4,1-16,5	-	50-350[4]	[5]	1-1,5	0,1-0,5	12-25	2-10	1-3

pH = Potencial hidrogeniônico, MO = Matéria orgânica, P = Fósforo, H+Al = Hidrogênio+Alumínio, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, SB = Soma de Bases, CTC = Capacidade de troca catiônica, V = Saturação por bases, B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês e Zn = Zinco; [1]Fazenda da Grama; [2]Fazenda Campo Alto; [3]Valores obtidos com extrator Mehlich-I, considerados adequados segundo McCarty e Miller (2002) e McCarty et al. (2003); [4]Considerando densidade = 1 g cm^{-3}; [5]Valor considerado inexpressivo quando os nutrientes são determinados individualmente.

4.2.2. Determinação do nitrogênio total e inorgânico da camada superficial do *green*

Os resultados obtidos de N total e inorgânico da camada superficial dos *greens* foram muito variáveis ao longo do ano nos dois campos de golfe estudados (Tabelas 32 e 33). Esta variação pode ser explicada pela dinâmica muito complexa do N no solo, pois ele pode ser lixiviado, imobilizado e liberado pela mineralização de materiais orgânicos. Além disso, a adubação nitrogenada foi a realizada com maior frequência nos *greens* dos campos de golfe, o que também contribuiu para a variação de N presente no solo.

A FG apresentou maior quantidade de N inorgânico no verão (Tabela 32), quando recebeu a segunda menor adubação nitrogenada, 5,10 g m^{-2} de N (Tabela 8). Entretanto, o maior valor de N total foi obtido no outono, quando recebeu maior adubação nitrogenada, 14,94 g m^{-2} de N (Tabela 8).

A FCA apresentou maior quantidade de N inorgânico e total no outono (Tabela 33), quando recebeu maior adubação nitrogenada, 37,80 g m^{-2} (Tabela 9).

A maior quantidade de nitrato na FCA foi observada no outono, quando houve mais adubação nitrogenada (Tabela 9) e menor precipitação: 81,4 mm (Tabela 5). O nitrato é facilmente lixiviado no solo, assim, a adubação nitrogenada deve ser mais parcelada e mais freqüente nas épocas de muita chuva. Em alguns casos, a adubação deve ser até repetida dependendo do volume de chuva.

Entre os dois campos de golfe estudados, a FCA apresentou, ao longo do ano, valores maiores de N total e inorgânico (Tabela 34). Tal fato pode ser explicado pela maior quantidade de adubação nitrogenada utilizada por este campo de golfe (Tabela 9).

Tabela 32. Determinação do nitrogênio total e inorgânico da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda da Grama, Itupeva – SP.

Estações do ano	Nitrogênio da camada superficial dos *greens*					
	Amônio	Nitrato	Total	Amônio	Nitrato	Total
	.....mg kg^{-1}.....			.....g m^{-2}.....		
Inverno	16,4	3,5	1475,2	1,8	0,4	165,2
Primavera	15,7	12,8	1666,4	1,8	1,4	186,6
Verão	22,6	14,1	1679,4	2,5	1,6	188,1
Outono	19,5	10,1	2044,5	2,2	1,1	229,0
Média anual	18,6	10,1	1716,4	2,1	1,1	192,2

*Para valores em g m^{-2} adotou-se densidade da camada superficial do *green* = 1,12 g cm^{-3}.

Tabela 33. Determinação do nitrogênio total e inorgânico da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda Campo Alto, Araras – SP.

Estações do ano	Nitrogênio da camada superficial dos *greens*					
	Amônio	Nitrato	Total	Amônio	Nitrato	Total
	.....mg kg^{-1}.....			.....g m^{-2}.....		
Inverno	18,9	15,1	1728,8	2,3	1,8	209,2
Primavera	20,9	11,6	1871,4	2,5	1,4	226,4
Verão	25,9	26,1	1899,5	3,1	3,2	229,8
Outono	37,3	61,5	2019,8	4,5	7,4	244,4
Média anual	25,8	28,6	1879,9	3,1	3,5	227,5

*Para valores em g m^{-2} adotou-se densidade da camada superficial do *green* = 1,21 g cm^{-3}.

Tabela 34. Média anual da determinação do nitrogênio total e inorgânico da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nos campos de golfe Fazenda da Grama, Itupeva – SP e Fazenda Campo Alto, Araras – SP.

Campos de golfe	Nitrogênio da camada superficial dos *greens*					
	Amônio	Nitrato	Total	Amônio	Nitrato	Total
	.....mg kg^{-1}.....			.....g m^{-2}.....		
FG[(1)]	18,6	10,1	1716,4	2,1	1,1	192,2
FCA[(2)]	25,8	28,6	1879,9	3,1	3,5	227,5
Média	22,2	19,4	1798,2	2,6	2,3	209,9

[(1)]Fazenda da Grama; [(2)]Fazenda Campo Alto.

4.2.3. Condutividade elétrica da camada superficial do *green*

A FG apresentou maior condutividade elétrica da camada superficial dos *greens* no verão (Tabela 35), quando demonstrou os maiores teores de nitrato e amônio no substrato (Tabela 33).

Tabela 35. Condutividade elétrica da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda da Grama, Itupeva – SP.

Estação do ano	Condutividade elétrica (dS m^{-1})
Inverno	0,23
Primavera	0,45
Verão	0,77
Outono	0,39
Média anual	0,47

A FCA apresentou maior condutividade elétrica da camada superficial dos *greens* no outono (Tabela 36), quando recebeu a segunda maior quantidade de adubação geral do ano, 76,38 g m^{-2} (Tabela 9) e quando ocorreu menor precipitação (Figura 6). Foi também no outono que a FCA apresentou os maiores valores de nitrato e amônio no substrato (Tabela 33), demonstrando relação semelhante à FG.

Tabela 36. Condutividade elétrica da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda Campo Alto, Araras – SP.

Estação do ano	Condutividade elétrica (dS m^{-1})
Inverno	0,33
Primavera	0,35
Verão	0,56
Outono	0,99
Média anual	0,56

A média anual da condutividade elétrica da camada superficial dos *greens* nos dois campos de golfe estudados foi semelhante (Tabela 37), não sendo obtido em nenhum momento valor igual ou superior a 1,00 dS m^{-1}.

Considerando que os valores de condutividade elétrica refletem a quantidade de íons dissolvidos na solução em contato com o substrato, possivelmente, os valores de condutividade elétrica foram variáveis devido à baixa retenção de íons que estes substratos formados basicamente com areia apresentam.

Tabela 37. Média anual da condutividade elétrica da camada superficial (0 a 10 cm) dos *greens* de grama bermuda *Tifdwarf* nas estações do ano compreendidas entre julho de 2009 e junho de 2010 na Fazenda da Grama e na Fazenda Campo Alto.

Campos de golfe	Condutividade elétrica (dS m^{-1})
FG[(1)]	0,47
FCA[(2)]	0,56
Média	0,52

[(1)]Fazenda da Grama; [(2)]Fazenda Campo Alto.

4.2.4. Perfil do *green*

Gramados intensamente manejados sempre desenvolvem uma camada de material vegetal em decomposição na superfície do solo, chamada de *thatch*. A formação desta camada está diretamente ligada ao programa de adubação do gramado (excesso de N). O *thatch* pode prejudicar a drenagem da água e a aeração do solo, a penetração de nutrientes, assim como favorecer a ocorrência de algumas doenças (CHRISTIANS, 1998).

Verificou-se nos dois campos estudados a ausência da camada de *thatch* em todas as datas de coleta. Tal fato pode ser explicado pela localização dos campos em regiões tropicais, o que torna a decomposição da matéria orgânica mais acelerada, dificultando a formação da camada de *thatch*. Outra explicação é a idade dos campos: ambos são campos novos, com menos de 10 anos de formação. Além disso, nos dois campos são realizadas corretas práticas de manejo, como a aeração (uma vez por ano) e o *top dressing* com areia (com uma boa frequência), práticas estas essenciais na prevenção do *thatch*.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o cálculo da quantidade de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas da grama bermuda ao longo do ano, é possível verificar a necessidade de nutrientes e sugerir a distribuição da adubação de acordo com cada estação.

Os valores obtidos nos dois campos de golfe foram analisados e na Tabela 38 foi apresentada uma proposta para distribuição da adubação dos macronutrientes nos *greens*, nas quatro estações do ano. A sugestão é a mesma para os dois campos devido as condições climáticas não serem muito diferentes.

Tabela 38. Proposta para distribuição da adubação dos macronutrientes em *greens* de campo de golfe, nas quatro estações do ano, de acordo com a porcentagem de nutrientes absorvida e exportada pelas aparas das folhas da grama bermuda por período.

Estação do ano	N	P	K	Ca	Mg	S
	.....%.....					
Inverno	10	10	10	10	10	10
Primavera	20	20	20	20	20	20
Verão	40	40	40	40	40	40
Outono	30	30	30	30	30	30

6. CONCLUSÕES

1) Considerando os dois campos de golfe, a ordem de absorção e exportação de nutrientes pelas aparas das folhas de grama bermuda *Tifdwarf* utilizada nos *greens* foi: N>K>Ca>P>S>Mg>>Fe>>Zn>Mn>Cu>B.
2) A exportação de nutrientes pelas aparas das folhas de grama bermuda *Tifdwarf* utilizada nos *greens* foi diferente entre os dois campos de golfe, em função da adubação e, principalmente, do número de cortes realizado.
3) Apesar do manejo da adubação ser realizado de forma distinta em cada campo de golfe, os parâmetros de qualidade apresentaram comportamento com pouca variação entre eles, ao longo do período avaliado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALABAMA STATE UNIVERSTY. Soil test fertilizer recommendations for Alabama crops. Alabama University, 2003. Disponível em: <http://www.turgrasssod.org/trc/ statistics.html>. Acesso em: 24 fev. 2011.

BREMNER, J. M.; KEENEY, D. R. Exchangeable ammonium, nitrate and nitrite by steam-distillation methods. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis:** part 2. Madison: ASA, 1965. p. 1191-1206.

CARROW, R. N.; WADDINGTON, D. V.; RIEKE, P. E. **Turfgrass soil fertility and chemical problems:** assessment and management. Hoboken: John Wiley & Sons, 2001. 400 p.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. Clima dos municípios paulistas. 2011. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_038.html>. Acesso em: 05 jun. 2011.

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

DEPUTY, J. Guidelines for professional turf and groundcover management. Hawaii: College of Tropical Agriculture, 2000. 6 p. Disponível em: <http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/L-11.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2011

FEDERAÇÃO PAULISTA DE GOLFE. A história do golfe. 2009a. Disponível em: <http://www.fpgolfe.com.br/historia/historia_golfe.asp>. Acesso em: 25 fev. 2011.

FEDERAÇÃO PAULISTA DE GOLFE. A história do golfe no Brasil. 2009b. Disponível em: <http://www.fpgolfe.com.br/historia/golfe_brasil.asp>. Acesso em: 25 fev. 2011.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapete de grama Santo Agostinho e Esmeralda**. 2005. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)– Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

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 Agronômicas, UNESP, 2003. 1 CD-ROM.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 3., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2006. 1 CD-ROM.

GURGEL, R. G. A. Principais espécies e variedades de grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 3., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2006. 1 CD-ROM.

ISTO É. Golfe tipo exportação. 2008. Disponível em: <http://www.istoe.com.br/reportagens/4454_GOLFE+TIPO+EXPORTACAO?pathImagens=&path=&actualArea=internalPage>. Acesso em: 14 dez. 2008.

ITOKAZU, F. Praticantes de golfe no Brasil. 2011. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/esporte/887188-brasil-engatinha-em-numero-de-praticantes-no-golfe.shtml>. Acesso em: 05 mai. 2011.

JOHN, R. A. S.; CHRISTIANS, N. Turfgrass root zones. **Golf Course Management,** Lawrence, p. 53-55, jul., 1995.

JOHNSON, P. G.; KOENIG, R.; KOPP, K. Fertilizing calcareous sand greens. 2002. Disponível em: <http://www.paton.com.au/Research/Turf/Fertilisers/Fertilising%20High%20pH%20greens.pdf>. Acesso em: 11 set. 2008.

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. Quantifying turfgrass color using digital image analysis. **Crop Science**, Madison, v. 43, p. 943-951, 2003.

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

MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Manuseio e conservação de amostras de solo para preservação do nitrogênio inorgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 19, p. 423-431, 1995.

McCARTY, L. B. Estratégias de manejo para greens de golfe com grama bermuda Ultradwarf. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 3., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2006. 1 CD-ROM.

McCARTY, L. B. **Best golf course management practices**. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2005. 720 p.

McCARTY, L. B. et al. **Fundamentals of turfgrass and agricultural chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2003. 376 p.

McCARTY, L. B.; MILLER, G. **Managing bermudagrass turf:** selection, cultural practices and pest management strategies. Chelsea: Ann Arbor Press, 2002. 221 p.

McCULLOUGH, P. **Physiological response of 'TifEagle' bermudagrass to nitrogen and trinexapac-ethyl**. 2004. 275 f. Master Thesis-Clemson University, Clemson, 2004.

NEW GOLF. A história do golfe. 2011. Disponível em: <http://www.newgolf.com.br/index.php/historia-estatisticas>. Acesso em: 25 fev. 2011.

PLANK, C. O.; CARROW, R. N. Plant analysis: an important tool in turf production. University of Georgia, College of Agriculture and Environmental Sciences, 2003. Disponível em: <http://www.cropsoil.uga.edu/~oplank/plantanalysisturf/index.html>. Acesso em: 27 ago. 2008.

RAIJ, B. van et al. **Análises químicas para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2001. 285 p.

SARTAIN, J. B. Keeping potassium in balance. **Golf Course Management,** Lawrence, p. 53-55, jul., 1995.

SARTAIN, J. B. Fertilize bermudagrass greens smartly and safely. **Grounds Maintenance,** New York, v. 33, p. 25-34, sept., 1998.

SARTAIN, J. B. Potassium requirement for tifway bermudagrass. **Golf Course Management,** Lawrence, p. 1-4, jul., 2002.

TAPIA, D. Como avaliar a qualidade de um campo de golfe. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 5., 2010, Botucatu. **Anais**... Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2010. p. 176-185.

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

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEM, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188 p.

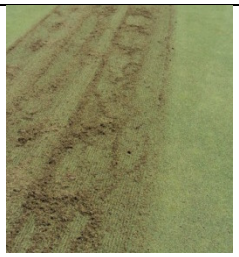
TURNER, T.R. Turfgrass. In: BENNETT, W.F. (Ed.). **Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants.** Lubbock: APS Press, 1993. p. 187-198.

UNITED STATES GOLF ASSOCIATION. Stimpmeter instruction booklet. 2009a. Disponível em: <http://www.usga.org/Content.aspx?id=25943>. Acesso em: 08 set. 2009.

UNITED STATES GOLF ASSOCIATION. Course construction. 2009b. Disponível em: <http://www.usga.org/course_care/articles/construction/Course-Construction/>. Acesso em: 12 fev. 2011.

APÊNDICE

Apêndice 1. Equipamentos utilizados para a realização dos tratos culturais na Fazenda da Grama e na Fazenda Campo Alto no período de julho de 2009 a junho de 2010.

Operação	Equipamento	Efeito
Corte vertical		
Grommer		
Cobertura com areia		
Aeração		

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.