

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

**ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA PRODUÇÃO DE TAPETE DE  
GRAMA SANTO AGOSTINHO E ESMERALDA**

**LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu,  
para obtenção do título de Doutor em Agronomia  
(Agricultura)

BOTUCATU – SP  
Março – 2005

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

**ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA PRODUÇÃO DE TAPETE DE  
GRAMA SANTO AGOSTINHO E ESMERALDA**

**LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY**

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu,  
para obtenção do título de Doutor em Agronomia  
(Agricultura)

BOTUCATU – SP  
Março – 2005

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Leandro José Grava de Godoy, nascido em 19 de março de 1976 em Botucatu, SP, Engenheiro Agrônomo e Mestre em Agronomia (Agricultura) pela Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Câmpus de Botucatu em 1999 e 2002, respectivamente. Foi coordenador geral do I e II SIGRA – Simpósio sobre Gramados realizados, respectivamente, em 2003 e 2004, na Faculdade de Ciências Agronômicas, e um dos fundadores do GEMFER – Grupo de Estudos e Pesquisas em Manejo de Fertilizantes e Resíduos, grupo de pesquisa do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da FCA – UNESP, do qual ainda participa sendo coordenador de pesquisa junto às empresas. Atualmente, atua na área de Nutrição Mineral de Plantas, Fertilidade do Solo e Adubação para Gramados e Produção e Gramas.

*“Todo conhecimento começa com um sonho. O conhecimento nada mais é que a aventura pelo mar desconhecido, em busca da terra sonhada. Mas sonhar é coisa que não se ensina. Brota das profundezas da alma como a água que brota das profundezas da terra. Como mestre, só posso lhes dizer uma coisa:”*

*“- Conte-me seus sonhos para que sonhemos juntos.”*

***Rubem Alves***

*À minha mãe, por toda sua dedicação e preocupação em me ensinar os bons princípios da vida, necessários para construção de um bom caráter.*

*Ao senhor Jorge Antunes (seu Jorginho) que antes mesmo de eu nascer já sabia aonde eu chegaria*

## **DEDICO**

*À DEUS, meu grande, fiel e confidente companheiro neste caminho cheio de obstáculos.*

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

- A Deus, meu grande companheiro, por ter me dado forças e saúde para chegar até aqui,
- À minha mãe por todo carinho, afeto, companheirismo, perseverança,
- Ao meu pai, Ney (*in memorian*) por sempre acreditar em mim,
- Aos meus irmãos Ney e Gisleine por todo apoio, carinho e compreensão,
- À minha namorada Letícia, grande companheira nos momentos mais difíceis, pelo carinho e incentivo constante,
- Aos meus sobrinhos Gregory, Renato, Brayan e Felipe por todos os momentos divertidos,
- Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, que me proporcionou inúmeras oportunidades, pelo incentivo constante e pela confiança depositada em mim,
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudo,
- À Itogress Companhia Agrícola, em especial ao senhor Minoru Ito e Ernesto Siqueira Henriques por ter cedido a área e toda infra-estrutura (sistema de irrigação, máquinas, etc.), mão-de-obra e apoio financeiro para a condução do experimento,
- Aos funcionários do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo pelo apoio, em especial aos amigos Jair e Dorival pela grande ajuda na condução do experimento,
- Aos funcionários do Setor de Transportes de FCA que não pouparam esforços para atender os inúmeros pedidos, em especial o Jairo;

- Aos funcionários da Fazenda Experimental Lageado pelo apoio na condução do experimento de campo, principalmente os funcionários do Setor de Jardinagem, em especial o Batista e o Manuel (Mané),
- A todos colegas do curso de Pós Graduação em Agronomia, pelo companheirismo e apoio,
- A todos colegas do GEMFER, pelo companheirismo, apoio e convívio,
- Ao Engenheiro Agrônomo Roberto Amaral G. Gurgel pelo grande incentivo e encorajamento inicial na realização desta pesquisa,
- Aos componentes da banca examinadora: Francisco Antônio Monteiro, Antônio Enedi Boaretto, William Natale e Dirceu Maximino Fernandes pelas excelentes sugestões, as quais foram de grande valia para o enriquecimento desta tese.
- A todos meus amigos e amigas pelo convívio.

## SUMÁRIO

|                                                                | <b>Página</b> |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 RESUMO.....                                                  | 1             |
| 2 SUMMARY.....                                                 | 3             |
| 3 INTRODUÇÃO.....                                              | 5             |
| 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                                   | 7             |
| 4.1 Características das gramas.....                            | 7             |
| 4.2 Importância dos gramados.....                              | 8             |
| 4.3 Principais gramas cultivadas no Brasil.....                | 10            |
| 4.4 Sistema de produção de gramas no Brasil.....               | 13            |
| 4.5 Efeito do nitrogênio no crescimento das gramas.....        | 14            |
| 4.6 Adubação nitrogenada na produção de gramas.....            | 17            |
| 5. MATERIAL E MÉTODOS.....                                     | 20            |
| 5.1 Localização e caracterização da área experimental.....     | 20            |
| 5.2 Caracterização do clima.....                               | 20            |
| 5.3 Caracterização do solo.....                                | 21            |
| 5.4 Caracterização das espécies utilizadas.....                | 22            |
| 5.5 Dados meteorológicos.....                                  | 22            |
| 5.6 Delineamento experimental e tratamentos.....               | 25            |
| 5.7 Procedimento experimental: instalação e condução.....      | 27            |
| 5.8 Características avaliadas nas plantas.....                 | 30            |
| 5.8.1 Taxa de cobertura do solo pela grama.....                | 30            |
| 5.8.2 Intensidade da coloração verde da folha.....             | 33            |
| 5.8.2.1 Clorofilômetro.....                                    | 34            |
| 5.8.2.2 Análise da imagem digital.....                         | 35            |
| 5.8.3 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar.....    | 37            |
| 5.8.4 Fitomassa seca de raízes, rizomas , folhas e caules..... | 38            |



|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.8.5 Acúmulo de macronutrientes pelas raízes, rizomas, folhas + caules.....                                                               | 38 |
| 5.9 Tratamento estatístico.....                                                                                                            | 39 |
| 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                                              | 41 |
| 6.1 EXPERIMENTO “Doses de nitrogênio na produção de tapete de grama Santo Agostinho [ <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walt.) Kuntze]”..... | 41 |
| 6.1.1 Taxa de cobertura do solo.....                                                                                                       | 41 |
| 6.1.2 Fitomassa seca de raízes, estolões e folhas + caules.....                                                                            | 49 |
| 6.1.3 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar.....                                                                                | 51 |
| 6.1.4 Intensidade da cor verde da folha.....                                                                                               | 56 |
| 6.1.5 Acúmulo de macronutrientes nas raízes, estolões, folhas + caules.....                                                                | 60 |
| 6.2 EXPERIMENTO “Parcelamento e doses de N na produção de tapete da grama <i>Zoysia japonica</i> Steudel (Esmeralda)”.....                 | 64 |
| 6.2.1 Taxa de cobertura do solo.....                                                                                                       | 64 |
| 6.2.2 Fitomassa seca de raízes, estolões, folhas + caules.....                                                                             | 74 |
| 6.2.3 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar.....                                                                                | 77 |
| 6.2.4 Intensidade da cor verde da folha.....                                                                                               | 84 |
| 6.2.5 Acúmulo de macronutrientes nas raízes, estolões, folhas + caules.....                                                                | 91 |
| 7 CONCLUSÕES.....                                                                                                                          | 96 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                                                                          | 97 |

## LISTA DE TABELAS

| TABELA                                                                                                                                                                                                                                                               | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1 Dados médios coletados pelas estações meteorológicas do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), numa série de 30 anos (1941-1970) para o município de Itapetininga, SP.....                                                                                        | 21     |
| 2 Análise química do Latossolo Vermelho distrófico da área experimental, em Itapetininga, SP, em várias datas.....                                                                                                                                                   | 23     |
| 3 Composição granulométrica, textura e densidade das partículas e do solo do Latossolo Vermelho distrófico da área experimental em Itapetininga, SP.....                                                                                                             | 23     |
| 4 Dose, número de vezes e datas das aplicações do fertilizante nitrogenado no experimento com a grama Esmeralda.....                                                                                                                                                 | 25     |
| 5 Doses e datas da aplicação do fertilizante nitrogenado no experimento com a grama Santo Agostinho.....                                                                                                                                                             | 25     |
| 6 Resumo da análise variância e média dos resultados da taxa de cobertura do solo (TCS e TCS <sub>2</sub> ) e a taxa de cobertura verde (TCV) pela grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho), em função das doses de N, em três datas de avaliação..... | 42     |
| 7 Resumo da análise variância e média dos resultados da fitomassa seca de raízes, estolões, folhas + caules e total da grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N, aos 296 DAC.....                                             | 50     |
| 8 Resumo da análise variância e média dos resultados da concentração de N e P na lâmina foliar da <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho), em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.....                                                      | 51     |
| 9 Resumo da análise variância e média dos resultados do concentração de K e Ca na lâmina foliar da grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho), em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.....                                               | 54     |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 10 | Resumo da análise variância e média dos resultados da concentração de Mg e S na lâmina foliar da grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.....                                             | 55 |
| 11 | Resumo da análise variância e média dos resultados da intensidade da cor verde da folha da grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.....                                                   | 57 |
| 12 | Resumo da análise variância e média dos resultados da cor verde (G), do matiz da cor verde (H) e do índice de cor verde escuro (ICVE) da folha grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N, em três datas de avaliação..... | 58 |
| 13 | Resumo da análise variância e média dos resultados do acúmulo de macronutrientes nas raízes da grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N. ....                                                                            | 61 |
| 14 | Resumo da análise variância e média dos resultados do acúmulo de macronutrientes nos estolões da grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N.....                                                                           | 61 |
| 15 | Resumo da análise variância e média dos resultados do acúmulo de macronutrientes nas folhas + caules grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N.....                                                                       | 62 |
| 16 | Resumo da análise variância e média dos resultados do acúmulo total de macronutrientes na grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N.....                                                                                  | 62 |
| 17 | Taxa de cobertura do solo (TCS e TCS <sub>2</sub> ) e taxa de cobertura verde (TCV) pela grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda), aos 90 dias após o corte (fev/03) em função das doses de N.....                                                              | 65 |
| 18 | Taxa de cobertura (TCS e TCS <sub>2</sub> ) e taxa de cobertura verde do solo (TCV) pela grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função do parcelamento e das doses de N, em três datas de avaliação.....                                                       | 69 |

|    |                                                                                                                                                                                                                            |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 19 | Fitomassa seca das raízes, rizomas e folhas + caules da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função do parcelamento e das doses de N, em datas de avaliação.....                                                        | 76 |
| 20 | Concentração de macronutrientes na lâmina foliar de grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda), aos 90 dias após o corte (fev/03) em função das doses de N.....                                                              | 78 |
| 21 | Concentração de N e P na lâmina foliar da grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação.....                                                                               | 80 |
| 22 | Concentração de K e Ca na lâmina foliar da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação.....                                                                                  | 83 |
| 23 | Concentração de Mg e S na lâmina foliar da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação.....                                                                                  | 84 |
| 24 | Intensidade da cor verde (ICV), determinada pelo clorofilômetro, o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 90 DAC..... | 85 |
| 25 | Intensidade da cor verde da folha (ICV) da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, determinado pelo clorofilômetro, em três datas de avaliação.....                                                 | 87 |
| 26 | Intensidade da cor verde da folha da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação, medida pelo clorofilômetro.....                                                            | 89 |
| 27 | Quantidade de macronutrientes acumulada nos rizomas da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 DAC.....                                                                                     | 91 |
| 28 | Quantidade de macronutrientes acumulada nas raízes da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 DAC.....                                                                                      | 92 |
| 29 | Quantidade de macronutrientes acumulada nas folhas + caules da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 DAC.....                                                                             | 93 |
| 30 | Quantidade de macronutrientes acumulada na grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 DAC.....                                                                                                 | 94 |

## LISTA DE FIGURAS

| FIGURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1 Precipitação, evapotranspiração potencial e irrigação no município de Itapetininga, durante o período de novembro de 2002 a novembro de 2003.....                                                                                                                                                                  | 24     |
| 2 Temperatura máxima, mínima e média no município de Itapetininga, durante o período de novembro de 2002 a novembro de 2003.....                                                                                                                                                                                     | 24     |
| 3 Esquema geral da área experimental.....                                                                                                                                                                                                                                                                            | 26     |
| 4 a - corte da grama com mini-trator; b - corte da grama com roçadeira costal; c - sistema de irrigação por pivô central com aspersor pendular; d - colheita dos tapetes de grama Esmeralda na área experimental; e - detalhe da máquina para colheita do tapete, f - tapetes colhidos por parcela e empilhados..... | 29     |
| 5 Análise da imagem digital para determinar a taxa de cobertura verde do solo pela grama.....                                                                                                                                                                                                                        | 32     |
| 6 Análise da imagem digital para determinar a taxa de cobertura do solo pela grama.....                                                                                                                                                                                                                              | 34     |
| 7 Coleta do “plug” de grama com a utilização do trado amostrador, para a determinação da fitomassa seca de raízes, rizomas/estolões, e folhas + caules.....                                                                                                                                                          | 39     |
| 8 Taxa de cobertura do solo (TCS – método da seleção da grama + palha e TCS2 – método da seleção de solo) e taxa de cobertura verde (TCV), pela grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho), aos 192 dias após a colheita (maio/2003), em função das doses de N aplicadas.....                            | 43     |
| 9 Imagem digital da cobertura do solo pela grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N aplicadas e das datas de avaliação.....                                                                                                                                                   | 44     |
| 10 Taxa de cobertura do solo (TCS – método da seleção da grama + palha e TCS2 – método da seleção de solo) e taxa de cobertura verde (TCV), pela grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho), aos 227 dias após a colheita (junho/2003), em função das doses de N aplicadas.....                          | 46     |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 11 | Taxa de cobertura do solo (TCS – método da seleção da grama + palha e TCS2 – método da seleção de solo) e taxa de cobertura verde (TCV), pela grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho), aos 296 dias após a colheita (setembro/2003), em função das doses de N aplicadas..... | 46 |
| 12 | Tapetes de grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho), colhidos aos 311 dias após a colheita do tapete anterior (setembro/2003), em função das doses de N aplicadas.....                                                                                                        | 48 |
| 13 | Fitomassa seca das raízes, estolões, folha + caules e total da grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho), aos 296 dias após a colheita (setembro/2003), em função das doses de N.....                                                                                          | 50 |
| 14 | Concentração de N, P, K, Ca, Mg e S na lâmina foliar da grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho), aos 296 dias após a colheita (setembro/2003), em função das doses de N.....                                                                                                 | 52 |
| 15 | Taxa de cobertura do solo em função da concentração de N na lâmina foliar da grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho), aos 192 e 227 dias após a colheita.....                                                                                                                | 53 |
| 16 | Intensidade da cor verde da grama (ICV) <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.....                                                                                                                                        | 57 |
| 17 | Matiz da cor verde (H) e o Índice de Cor Verde Escuro (ICVE) da grama (ICV) <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.....                                                                                                    | 59 |
| 18 | Acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S nas raízes, estolões, folhas + caules e total na grama <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Santo Agostinho) em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.....                                                                                          | 63 |
| 19 | Taxa de cobertura do solo (TCS e TCS <sub>2</sub> ) e taxa de cobertura verde do solo (TCV) pela grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 90 dias após a colheita.....                                                                                        | 65 |

|    |                                                                                                                                                                                                                   |    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 20 | Imagem digital da cobertura do solo pela grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N aplicadas em três vezes (janeiro, março e maio) e das datas de avaliação.....                          | 66 |
| 21 | Imagem digital da cobertura do solo pela grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N aplicadas em seis vezes (janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho) e das datas de avaliação..... | 67 |
| 22 | Taxa de cobertura do solo (TCS) pela grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 124 dias após a colheita.....                                                                         | 70 |
| 23 | Taxa de cobertura do solo (TCS <sub>2</sub> ) pela grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 124 dias após a colheita.....                                                           | 70 |
| 24 | Taxa de cobertura verde do solo (TCV) pela grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 124 dias após a colheita.....                                                                   | 71 |
| 25 | Taxa de cobertura do solo (TCS e TCS <sub>2</sub> ) e taxa de cobertura verde do solo (TCV) pela grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 192 dias após a colheita.....             | 72 |
| 26 | Taxa de cobertura do solo (TCS) e taxa de cobertura verde do solo (TCV) pela grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 dias após a colheita.....                                 | 73 |
| 27 | Tapetes de grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda), colhidos aos 311 dias após a colheita do tapete anterior (setembro/2003), em função do parcelamento e das doses de N aplicadas.....                          | 75 |
| 28 | Fitomassa seca das raízes, rizomas, folhas + caules e total acumulada pela grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 DAC.....                                                    | 76 |
| 29 | Concentração de N e K na lâmina foliar da grama <i>Zoysia japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 90 dias após a colheita (fev/03).....                                                            | 78 |
| 30 | Concentração de Mg e S na lâmina foliar da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 90 dias após a colheita (fev/03).....                                                               | 79 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 31 | Concentração de N, P, K, Ca, Mg e S na lâmina foliar da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação. As doses acumuladas de N até as datas da avaliação foram: 50, 100, 150 e 200 até os 124 dias após a colheita (DAC); 100, 200, 300 e 400 até os 192 DAC; e 150, 300, 450 e 600 até os 296 DAC..... | 82 |
| 32 | Intensidade da cor verde (ICV), medida pelo clorofilômetro, o matiz (H) da cor verde e o índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 90 dias após a colheita (fev/03).....                                                                                                      | 86 |
| 33 | Intensidade da cor verde da folha da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação, medida pelo clorofilômetro.....                                                                                                                                                                                      | 88 |
| 34 | Componente da cor verde (G), matiz da cor verde (H) e o índice da cor verde escuro (ICVE) da folha da grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação.....                                                                                                                                                 | 90 |
| 35 | Acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S nas raízes, rizomas e folhas + caules na grama <i>Z. japonica</i> (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 dias após a colheita (set/03).....                                                                                                                                                                    | 95 |



## 1 RESUMO

O nitrogênio é o elemento que proporciona as maiores respostas no crescimento das gramas e a adubação nitrogenada adequada pode proporcionar a formação do tapete em menor tempo, com boa qualidade. Para testar esta hipótese, o experimento teve como objetivos: (a) determinar a dose de N que permita a produção de tapetes, de boa qualidade, das gramas *Zoysia japonica* (Esmeralda) e *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em menor tempo de produção; (b) estudar a respostas dessas gramas em relação às doses de N; (c) estudar características das gramas que possam auxiliar no manejo da adubação nitrogenada. Foram instalados dois experimentos em fazenda de produção de grama, em Itapetininga, SP, no ano de 2003. O delineamento experimental adotado em ambos experimentos foi em blocos casualizados com quatro repetições. O primeiro foi realizado em uma área de produção de grama Esmeralda, em esquema fatorial 4 x 2 com quatro doses de N: 150, 300, 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup>, divididos em três ou seis aplicações, mais um tratamento que não recebeu N. O segundo experimento foi realizado em uma área de cultivo de grama Santo Agostinho aplicando quatro doses de N: 150, 300, 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup>, divididas em três aplicações, mais um tratamento que não recebeu N. O aumento das doses de N influenciou a taxa de cobertura do solo pela grama Santo Agostinho e Esmeralda reduzindo o tempo para formação do tapete. A concentração de N na folha e da cor verde da grama foram influenciadas pelas doses de N, em ambas espécies, podendo ser utilizadas para auxiliar na

recomendação das doses de N. A imagem digital mostrou-se adequada para indicar a taxa de cobertura do solo e a cor verde da folha das gramas Santo Agostinho e Esmeralda. Doses de N entre 350 e 400 kg ha<sup>-1</sup> proporcionaram a produção de tapetes de grama Santo Agostinho e Esmeralda, com boa qualidade. O tempo de formação do tapete de grama Esmeralda não foi alterado pelo parcelamento das doses de N em três ou seis aplicações.

---

---

Palavras-chaves: gramado, nitrogênio e taxa de cobertura do solo.

NITROGEN FERTILIZATION FOR “ESMERALDA” AND “SANTO AGOSTINHO” SOD PRODUCTION. BOTUCATU, 2005. 106 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)

– Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY

Adviser: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

## 2 SUMMARY

Nitrogen is the nutrient that provides the largest responses in turfgrass growth and the adequate N fertilization may provide sod production in shorter period, with good quality. To test this hypothesis the experiment had as objectives: (a) to determine the N rate that improves *Zoysia japonica* (Zoysiagrass) and *Stenotaphrum secundatum* (St. Augustinegrass) sod quality production, in a shorter period; (b) to study the answers of turfgrass as function of N rates; (c) to study turfgrass characteristics that may help in N fertilization management. Two experiments were conducted in a sod production farm, in Itapetininga, São Paulo State, Brazil, in the year of 2003. The experiments were set in complete blocks design, with four replications. The first experiment was developed in Zoysiagrass sod production area, in a factorial 4 x 2, with four N rates: 150, 300, 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup>, splitting in three or six applications, plus a treatment that didn't receive N. The second experiment was developed in St. Augustinegrass sod production area, with four N rates: 150, 300, 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup>, splitting in three applications, plus a treatment that didn't receive N. The increasing of N rates influenced the soil cover rate by the St. Augustinegrass and Zoysiagrass, reducing the sod production period. The N concentration in leaf and turfgrass green color were influenced by the N rates, in both species and may be used to help in the N rate recommendation. The digital image showed to be adequate to measure the soil cover rate and the green color of St. Augustinegrass and Zoysiagrass leaves. The N rates between 350 and 400 kg ha<sup>-1</sup> promoted the St. Augustinegrass and Zoysiagrass sod production, with good

quality. Splitting N rates, in three or six applications, hasn't changed the Zoysiagrass sod production period.

---

---

Keywords: turfgrass, nitrogen and soil cover rate.

### 3 INTRODUÇÃO

No mercado nacional existem duas categorias de grama: cultivadas e não cultivadas. As gramas não cultivadas, como a Batatais (*Paspalum notatum Flügge*) são extraídas de campos naturais, com a utilização de enxada, sendo comercializadas em placas desuniformes, normalmente, com a presença de plantas daninhas. Já as gramas cultivadas como a Esmeralda, São Carlos, Santo Agostinho e Bermuda são produzidas em um sistema peculiar que envolve o emprego de máquinas e técnicas específicas, além dos tratos culturais convencionais, sendo comercializadas em tapetes enrolados ou não.

Algumas diferenças existem entre os objetivos e práticas da agricultura em geral e a produção de gramas em tapete. O primeiro objetivo na maioria das culturas é maximizar a produtividade de uma maneira econômica, enquanto na produção de grama é produzir um tapete que pode ser colhido (que se mantenha inteiro) de maneira mais rápida possível e com qualidade suficiente para que seja comercializável.

O nitrogênio é o elemento mineral requerido em maiores quantidades pelas gramas e tem influência em um maior número de respostas de crescimento e desenvolvimento das gramas. Doses maiores de N e maior frequência de aplicação podem reduzir o tempo de produção da grama. Entretanto, doses excessivas forçam o crescimento da parte aérea, levando a um maior número de cortes (roçadas), em detrimento do crescimento do sistema radicular e dos rizomas e/ou estolões, reduzindo a capacidade do tapete de ser manuseado após a colheita e, conseqüentemente, o rendimento da área (número de tapetes

comercializáveis por hectare). Um dos fatores de maior custo na produção de gramas em tapete, juntamente com as roçadas e a irrigação é, justamente a adubação nitrogenada.

No Brasil, existem recomendações de adubação muito simplificadas, somente para a implantação e manutenção de gramados, e que não podem ser extrapoladas para o sistema de produção de grama. A adubação para produção de grama em tapete é uma técnica diferenciada das demais culturas. O revolvimento do solo somente é realizado no momento da implantação da grama que deverá produzir por cerca de 25 anos. O solo na área de produção de grama torna-se extremamente compactado com o tempo, em função do intenso tráfego sobre este (roçadeiras, rolo compactador, colheitadeiras, etc.). Uma certa compactação é desejada para proporcionar a formação e o corte de um tapete mais uniforme.

As duas principais gramas cultivadas, mais comercializadas no Brasil, são a *Zoysia japonica* Steud., conhecida como Esmeralda e a grama *Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze, conhecida como Santo Agostinho. A principal diferença no sistema de produção das duas gramas é que a grama Esmeralda é rizomatosa e, portanto, pode ser colhida em área total, visto que, após a colheita ficam rizomas subsuperficiais capazes de brotarem e cobrir novamente o solo, enquanto a grama Santo Agostinho é estolonífera sendo necessário, na hora da colheita, deixar faixas de, aproximadamente, 5 cm de largura, entre os tapetes colhidos para que possam emitir estolões e formar uma nova cobertura de grama, uma vez que não possuem rizomas subsuperficiais.

As hipóteses que fundamentam este estudo são: (1) o manejo adequado do nitrogênio pode reduzir o tempo de produção de tapetes de grama; (2) podem ser utilizadas algumas características das gramas, influenciadas pelas doses de N, para auxiliar na recomendação da adubação nitrogenada.

Para comprovar estas hipóteses no presente experimento objetivou-se: (a) determinar a dose de N que permita a produção de tapetes de grama Santo Agostinho e Esmeralda em menor tempo, e que permita como produto final a obtenção de tapete de qualidade; (b) estudar a resposta das gramas em relação às doses de N; (c) estudar características das plantas que possam auxiliar no manejo da adubação nitrogenada em cobertura, durante o ciclo de produção.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Características das gramas

As gramas pertencem à família das Gramíneas (*Gramineae*), formada por mais de 10.000 espécies (Watson & Dallwitz, 1992), mas, menos do que 50 espécies das gramíneas podem ser utilizadas na formação de gramados. As gramas são plantas capazes de crescer em alta densidade, sob contínua desfolhação provocada pelo corte ou roçada (Christians, 1998).

Uma das características morfológicas que as diferenciam das demais espécies é a localização da região meristemática. As gramas possuem meristema subapical, localizado na base da planta, formado por um grupo de nós e entrenós compactados, conhecido como coroa e é a principal razão pela qual as gramas podem ser cortadas continuamente (Unruh, 2004).

Quanto à adaptação ao clima, as gramas são divididas em dois grupos: de clima quente e de clima frio. As gramas de clima quente são melhores adaptadas a temperaturas entre 27 e 35°C, com crescimento mais lento no outono e podendo entrar em dormência (as folhas perdem a clorofila e ficam marrons) durante invernos longos e rigorosos, com temperaturas abaixo de 10°C (Beard, 1973). As de clima frio não sobrevivem em altas temperaturas (comuns durante o verão no Brasil) e crescem bem em temperaturas entre 18 e 24°C. Uma outra diferença entre as gramas de clima quente e frio é a profundidade do sistema

radicular que, segundo Christians (1998), é mais profundo nas gramas de clima quente (90 cm ou mais) do que nas gramas de clima frio (30 a 45 cm de profundidade), uma das razões porque as gramas de clima quente são mais adaptadas às condições de seca e demandam menor frequência de irrigação.

No Brasil, cultivam-se somente gramas de clima quente, embora sejam comercializadas sementes importadas de espécies de clima frio, semeadas em gramados esportivos para compensar o menor crescimento das de estação quente durante o inverno (“overseeding”) (Lauretti, 2003).

O hábito de crescimento, determinado pelo modo como a gema se desenvolve em nova planta, a partir da coroa, também é uma importante característica das gramas que pode definir seu uso, forma de comercialização e manejo. De acordo com Gurgel (2003), as gramas cespitosas se desenvolvem pela emissão de perfilhos formando touceiras, ao passo que as gramas estoloníferas crescem por estolões laterais e superficiais e as gramas rizomatosas por rizomas laterais subsuperficiais. Somente as gramas rizomatosas e estoloníferas podem ser comercializadas na forma de tapete, devido à estrutura criada por estas partes vegetativas, que permite o corte da grama com fina camada (0,5 a 1,0 cm) de solo aderido (Christians, 1998).

## **4.2 A Importância dos gramados**

De acordo com a Associação Internacional dos Produtores de Grama (“Turfgrass Producers International”) um gramado bem mantido proporciona um local confortável e seguro para diversão e prática de esportes; libera oxigênio (cerca de 230 m<sup>2</sup> de área gramada libera O<sub>2</sub> suficiente para quatro pessoas); refresca o ar e com isto contribui para os esforços de reduzir a tendência de aquecimento global (em um dia quente de verão um gramado apresenta 16,5°C e 7,8°C a menos que a de um asfalto e um solo sem vegetação, respectivamente); controla a poluição do solo (a rizosfera serve com um filtro absorvendo o que passa por ela) e pode elevar o preço de um imóvel em até 15%, nos EUA (Turfgrass Producers International Association, 2002).

Outro efeito favorável dos gramados para o ambiente é o controle da erosão do solo. De acordo com Gross et al. (1990), os gramados resultam em solos com alta



capacidade de infiltração de água, com perdas de nutrientes muito pequenas por enxurrada (0,14 e 0,02 kg ha<sup>-1</sup> de N e P, respectivamente) quando comparado a uma área cultivada com milho (2,46 e 0,50 kg ha<sup>-1</sup> de N e P, respectivamente) ou tabaco (11,7 e 2,4 kg ha<sup>-1</sup> de N e P, respectivamente). A quantidade de sedimentos perdidos de área gramada é dez vezes menor do que uma área coberta por palha (Beard, 1985).

Devido à alta produtividade e a não mobilização do solo em áreas gramadas, estas podem ter um alto potencial para seqüestrar o CO<sub>2</sub> atmosférico e atenuar o efeito estufa. Qian & Follet (2002) estudaram a capacidade de seqüestro de carbono por solos com gramado, em 15 campos de golfe dos Estados Unidos, e verificaram que, em média, nos primeiros 25 a 30 anos após o estabelecimento do gramado, cerca de 1 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de C é seqüestrada nos solos.

Segundo Godoy & Villas Bôas (2003), no Brasil, nas áreas residenciais, industriais e públicas, o principal objetivo dos gramados é o aspecto estético (visual) sendo muito importante gramados com coloração verde intensa e boa densidade (gramado fechado, sem falhas, onde aparece o solo). Além disso, em muitos destes locais, os gramados têm a função de contenção de taludes e reduzir o risco potencial de erosão.

Em campos de futebol, o principal objetivo do gramado é permitir boa condição de jogo, reduzir o impacto do jogador, além do aspecto visual para os torcedores. Um gramado adequado e bem tratado, além de proporcionar melhor visual para o jogo, preserva a integridade física dos jogadores. Segundo Santana (2003)<sup>1</sup>, boa parte das lesões dos jogadores se deve ao gramado irregular e inadequado dos campos de futebol.

Um campo de golfe pode ocupar, em média, 500.000 m<sup>2</sup> e quase toda esta área deve ser gramada com espécies de grama, proporcionando local agradável e adequado para a prática do golfe (Beard, 1973).

O Brasil possui, aproximadamente, 558 estádios oficiais de futebol, cujos campos de futebol possuem área média de 10.000 m<sup>2</sup> (Godoy & Villas Bôas, 2005), 77 campos e/ou clubes de golfe oficiais e cerca de quarenta particulares, além de vinte em construção (Confederação Brasileira de Golfe, 2004).

---

<sup>1</sup> SANTANA, M. (2º. Encontro sobre Construção e Manutenção de Campos de Futebol, Morumbi, São Paulo-SP). Palestra proferida, 2003

A cobertura vegetal em rodovias é composta basicamente por capim-braquiária, grama-batatais e grama-seda (Corsini & Zanobia, 2003) não sendo comum a utilização de gramas cultivadas, devido o fato das áreas serem muito extensas, o que elevaria o custo. No entanto, o maior disponibilidade de verba com a terceirização das rodovias estaduais gerou melhor qualidade na manutenção de áreas verdes para tornar a rodovia esteticamente agradável ao motorista, o que pode viabilizar a introdução de gramas de menor porte que necessitem de menor número de roçadas durante o ano, diminuindo assim o custo de manutenção.

Os Estados Unidos da América são o país com a maior área produtora de gramas cultivadas, com mais de 156 mil hectares, de acordo com Census of Agriculture (2002). Canadá, Austrália e Inglaterra são também grandes produtores de gramas. O Brasil, conquanto não figure ainda entre os principais produtores, mostra sua produção de gramas em grande crescimento nos anos recentes, que segundo Zanon (2003), de 1997 a 2003, evoluiu a área de produção de 7.100 ha para 16.500 ha, expansão de 132%. Nesse período de tempo o valor das vendas se elevou de US\$ 22,5 milhões para US\$ 53 milhões. Como termo de comparação, assinala-se que, no mesmo período, a área de produção de gramas nos Estados Unidos da América expandiu 27%. No Brasil, os Estados de São Paulo e Paraná possuem as maiores áreas de produção de gramas.

A crescente demanda e maior exigência do mercado consumidor, quanto à qualidade final dos gramados, são os dois principais fatores que impulsionam as áreas produtoras, principalmente, as próximas dos grandes pólos consumidores. Dentre outros fatores de expansão, inclui-se o desenvolvimento de novas variedades, o lançamento de produtos e máquinas específicas para utilização em gramas, a adaptação e aperfeiçoamento das técnicas de produção, implantação e manutenção de gramados, e principalmente a adubação.

#### **4.3 Principais gramas cultivadas no Brasil**

Muitas pessoas não reconhecem as diferenças entre as espécies de gramas, e, no entanto, há grande variação de características morfológicas (cor, textura, largura e comprimento da folha, hábito de crescimento, densidade de plantas e profundidade do

sistema radicular) e fisiológicas (resistência a seca, ao frio, ao pisoteio, adaptação à sombra, tolerância à salinidade, etc.) que permitem a diferenciação ao nível de cultivares (Beard, 1973; Gibeault & Cockerham, 1985).

As espécies mais cultivadas pelos produtores no mundo são a *Agrotis* sp., conhecida como bluegrass, e a *Festuca arundinaceae*, chamada de tall fescue, ambas de clima frio, muito popular nos Estados Unidos, Canadá e países da Europa. No Brasil, segundo Gurgel (2003) as principais gramas cultivadas comercializadas são as de clima quente, como a Esmeralda ou japonesa (*Zoysia japonica* Steudel), a Santo Agostinho ou inglesa (*Stenotaphrum secundatum* [Walt] Kuntze); a Bermuda (*Cynodon dactylon* [Pers] L.) e a São Carlos (*Axonopus affinis* Chase). A grama-batatais (*Paspalum notatum* Flugge) é a principal grama não cultivadas e nativa do Brasil.

A grama *Zoysia* sp. é uma planta de clima quente, originária da China, Japão e outras partes do sudeste da Ásia que têm média tolerância à sombra, boa tolerância à seca e à salinidade e boa tolerância ao pisoteio, tendo como desvantagem a necessidade de mais tempo para crescer que as Bermuda e a Santo Agostinho (Dernoeden, 1999). A grama Esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) na verdade é um dos cultivares comerciais existindo ainda mais três cultivares registrados como ITG-3, ITG-5 e *Zoysia* (Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, 2004).

A Esmeralda é uma grama de crescimento rizomatoso-estolonífero, com folhas de textura fina a média, com excelente densidade e coloração verde médio, muito usada em contenção de taludes e áreas com riscos de erosão (devido ao grande número de rizomas que produz), além de jardins residenciais, áreas públicas, parques industriais e campos esportivos (Gurgel, 2003).

Segundo Mcfee (1998), além da *Zoysia japonica* Steud., existem outras espécies do mesmo gênero que são cultivadas em menor escala: a *Zoysia matrella* conhecida como grama-japonesa, muito utilizada em jardins japoneses e caracterizada por possuir folhas pequenas e muito delgadas; e a *Zoysia tenuifolia*, conhecida como grama-coreana e utilizada nos EUA para o cruzamento com a *Z. japonica* na produção de uma variedade muito comum chamada “Emerald” (*Z. japonica* x *tenuifolia*), mas não correspondente à grama Esmeralda no Brasil.

Segundo (Gurgel, 2003), a grama Santo Agostinho [*Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze], também conhecida como grama-inglesa, tem sua origem na Europa Central, com hábito de crescimento estolonífero, média a alta densidade de folhas de textura grossa, de coloração verde escuro e sem pêlos, baixa resistência ao pisoteio, razão pela qual não pode ser utilizada em campos esportivos (com exceção dos “roughs” de campos de golfe), boa tolerância ao frio e baixa tolerância à seca. Possui alta suscetibilidade ao ataque de “ching bugs” e ao vírus do mosaico do *Panicum*, causador do declínio (Christians, 1998). Tem ótima adaptação a áreas sombreadas e com alta salinidade, sendo muito utilizada em jardins residenciais, áreas públicas em áreas litorâneas, e é propagada por tapetes ou “plugs”.

De acordo com Christians & Engelke (1994), as gramas Esmeralda e Santo Agostinho podem produzir espessas camadas de “thatch” (camada composta de tecidos vegetais não decompostos, parcialmente decompostos e decompostos que prejudicam a qualidade do gramado) quando não manejada adequadamente, principalmente devido à altas doses de N, requerendo a remoção mecânica (corte vertical).

No Brasil, a grama Bermuda foi introduzida primeiramente em campos de golfe e, atualmente já é uma das gramas mais utilizadas nos campos esportivos do país, tanto de golfe como nos de futebol. A Bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers] é uma grama de clima quente, originária da África, com crescimento por rizomas e estolões, com alta densidade de folhas, excelente capacidade de recuperação à injúrias (pisoteio), propagada via sementes ou por tapetes, “plugs” ou “sprigs” (estolões), excelente tolerância ao calor e à seca, porém possui baixa tolerância ao frio e ao sombreamento (Lauretti, 2003).

Segundo Christians (1998) há duas espécies de *Axonopus* que são utilizadas como grama: a *Axonopus affinis* Chase (comum) conhecida como grama São Carlos (cultivada em SP) e a *Axonopus compressus* [Swartz] Beauv. (tropical) conhecida como sempre-verde ou curitibana (muito cultivada nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Ambas são gramas de clima quente, estoloníferas, propagadas por sementes ou tapetes, baixa densidade de folhas, baixa tolerância ao frio e a seca. De acordo com Gurgel (2003), a Grama São Carlos tem baixa resistência ao pisoteio, boa adaptação à sombra, no entanto, muito suscetível a doenças.

De acordo com Zanon (2003), das quatro principais gramas cultivadas, no Brasil, pela Itogress (empresa pioneira e líder na produção e comercialização de gramas no

Brasil), a grama Esmeralda representou cerca de 87% e a grama Santo Agostinho 8% do total comercializado (5.420.000 m<sup>2</sup>), seguido pela grama-Bermuda (5%).

#### **4.4 Sistema de produção de gramas no Brasil**

Algumas diferenças existem entre os objetivos e práticas da agricultura em geral e a produção de gramas em tapete (Turner, 2003). O primeiro objetivo na maioria das culturas é maximizar a produtividade de maneira econômica, enquanto na produção de grama o objetivo é duplicado: produzir grama de qualidade suficiente para que seja comercializável e produzir tapete que possa ser colhido (que se mantenha inteiro para poder ser plantado) da maneira mais rápida possível.

De acordo com o sistema de produção pode-se classificar as gramas em duas categorias no país: cultivadas e não cultivadas ou nativas. Entretanto, algumas gramas nativas no Brasil são cultivadas, ou seja, após sua retirada de onde aparecem naturalmente, os campos são adubados, irrigados e recebem outros tratos para que se consiga produzir novamente na área. Assim, não é adequada a divisão em gramas cultivadas e nativas (Godoy & Villas Bôas, 2005).

De acordo com Pimenta (2003), as gramas cultivadas são produzidas em sistema peculiar, envolvendo máquinas e operações específicas (compactação leve, roçadas freqüentes e colheita da grama), além dos tratos culturais tradicionais (adubação, irrigação, e controle de pragas, doenças e plantas invasoras) e são comercializadas, principalmente, em tapetes ou em rolos. As gramas não cultivadas ou nativas são apenas retiradas do local onde crescem naturalmente, em placas desuniformes, cortadas com enxada e com a habitual presença de plantas invasoras.

O cultivo de gramas no Brasil começou por volta de 1974, e atualmente, a produção de grama concentra-se nos estados de São Paulo e Paraná e onde foram criadas recentemente associações de produtores, com área de 3.100 e 1.700 ha, respectivamente (Godoy & Villas Bôas, 2005). Outros estados também se destacam como o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul e Goiás e também do Nordeste do país.

As gramas cultivadas são comercializadas no Brasil, predominantemente, na forma de tapete, embora existam outras formas como em “plugs” e “sprigs” (estolões). O tapete de grama é uma cobertura de grama “madura”, a qual é produzida em sistema de intenso manejo, sendo removido intacto, com quantia mínima de solo, boa densidade de folhas e coloração verde adequada (Charbonneau, 2004). Os tapetes podem ter de 0,30 a 0,40 x 0,625 a 1,25 m, com espessura variável de acordo com o tipo de máquina de colheita, espécie de grama e tipo de solo (textura) e são comercializados em rolos ou esticados. Segundo Charbonneau (2004), a quantidade de solo removido junto com o tapete corresponde à camada de 0,9 a 1,0 cm de solo.

Segundo Godoy & Villas Bôas (2003), no sistema de produção de tapetes de grama, certa compactação das camadas superficiais é desejável para facilitar o corte dos tapetes e para que estes fiquem inteiros e firmes (característica desejável para a venda). A compactação é proporcionada pela passagem de um rolo compressor na área onde serão cortados os tapetes e que, normalmente, é irrigada anteriormente a este processo, além do intenso tráfego de máquinas durante o ciclo (roçadeira, trator com adubadora, pulverizador, máquina de corte do tapete, etc..) e pelas áreas de produção serem utilizadas por vários anos após sua implantação, sem que se mobilize o solo de modo efetivo.

#### **4.5 Efeitos do nitrogênio no crescimento das gramas**

Segundo Bowman et al. (2002), o nitrogênio é o elemento mineral requerido em maiores quantidades pelas gramas e quando mantido em níveis adequados promove o vigor, a qualidade visual e a recuperação de injúrias. No entanto, a quantidade de N disponível no solo é insuficiente para atender uma alta exigência do gramado e portanto, aplicações regulares de fertilizante nitrogenado são necessárias.

De acordo com Carrow et al. (2001), o nitrogênio é o nutriente que mais tem influência em respostas das gramas como: (a) coloração; (b) crescimento e densidade da parte aérea; (c) crescimento das raízes, rizomas e estolões; (e) reserva de carboidratos; (f) tolerância a baixas temperaturas; (g) resistência à seca; (h) tolerância compactação e ao pisoteio; (i) acúmulo de “thatch” (colchão) e (j) potencial de recuperação.

Para Juska (1959) o N é o nutriente de maior impacto para o rápido estabelecimento da *Zoysia japonica* cv. Meyer, pois aumenta o crescimento dos estolões, embora P e K também tenham influência em estimular o rápido crescimento. Gibeaut et al. (1988) observaram que a aplicação de N para a *Zoysia japonica* Steud. cv. El Toro acelerou seu estabelecimento, por acelerar a taxa de cobertura do solo pela grama. Já Carroll et al. (1996) verificaram que as aplicações de N (98 kg ha<sup>-1</sup> de N) tem pouco efeito na taxa de cobertura do solo, a partir de “sprigs” (estolões) de grama *Zoysia japonica* cv. Meyer em solo de textura média com teor de matéria orgânica de 21 g kg<sup>-1</sup> de solo.

Godoy & Villas Bôas (2004) encontraram aumento na taxa de cobertura do solo pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) com as doses crescentes de N e que a dose de 600 kg ha<sup>-1</sup> permitiu a formação do tapete em menor tempo em comparação com as outras doses. De acordo com Fry & Dernoeden (1987), altas doses de N aplicado no estabelecimento de “plugs” de *Zoysia japonica* (Steud.) cv. “Meyer” e “Belair” podem inibir o crescimento da grama pela redução no número de estolões emitidos durante o primeiro ano da implantação. No entanto, no segundo ano, com as plantas já estabelecidas, com melhor sistema radicular, as plantas são mais responsivas ao N, na qual a aplicação da dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, aplicado mensalmente ou bimensalmente, aumentou a cobertura do solo e a qualidade da grama.

Um dos problemas associados ao uso das gramas Esmeralda e Santo Agostinho é a tendência de formar colchão (“thatch”) composto de tecidos vegetais não decompostos, parcialmente decompostos e decompostos, que se acumula entre a vegetação verde e a superfície do solo em um gramado (Callahan et al., 1997) que pode alterar o crescimento do gramado, além de dificultar o molhamento do solo e aumentar a incidência de pragas (Soper et al., 1988).

A adubação nitrogenada tem sido citada por alguns autores (Weston & Dunn, 1985; Soper et al., 1988) como um fator que aumenta a formação deste colchão em *Zoysia* e em Santo Agostinho. Assim é importante que se procure adequar a dose de N aplicada ao bom desenvolvimento da grama, mas sem a formação excessiva do colchão, o que aumenta os custos com sua remoção (“topdressing”, corte vertical e aeração do solo por perfuradores).

Segundo Dernoeden (1991) e Smiley et al. (1992) o excesso de N também pode influenciar na severidade da doença, como a rizoctoniose (*Rhizoctonia solani*) nas gramas Zoysias e Santo Agostinho, assim como a deficiência de N também pode tornar as gramas mais suscetíveis ao ataque de *Sclerotinia homeocarpa* (“dollar spot”) principalmente, a grama-bermuda. Entretanto, segundo Green et al. (1994) em experimento conduzido no estado de Kansas, EUA, a severidade da doença causada pela *Rhizoctonia* não foi influenciada nem pela fonte de N (uréia, uréia formaldeído, esterco de aves, resíduo de lodo e esterco de bovino) e nem pela dose de N (74 e 148 kg ha<sup>-1</sup> de N).

A concentração de nutrientes nas folhas de gramados, segundo Plank & Carrow (2003) 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 a concentração do nutriente está baixa 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.

No Brasil não existem valores de referência da concentração de nutrientes na folha da grama Esmeralda e nem da grama Santo Agostinho. Nos EUA, Mills & Jones (1996) citaram valores para a grama Zoysia cultivar “Emerald” (*Z. japonica* x. *tenuifolia*) e Carrow et al. (2001) citam valores para a grama Santo Agostinho.

Segundo Christians (1998) a coloração verde das folhas no sistema de produção de grama é de pouca importância até um pouco antes do tapete ser colhido para a comercialização. Carrow et al. (2001) relatam que quando a dose de N é aumentada a partir da condição de deficiência de N há um incremento no conteúdo de clorofila, proporcionando uma resposta linear quanto à cor verde da grama. Quando as doses de N são muito altas pode haver, segundo Beard (1973), uma falta de resposta ou redução na cor verde da grama devido a taxa de crescimento muito alta resultar na diluição do teor de clorofila e também pelo sombreamento causado pelas folhas maiores. Segundo Godoy & Villas Bôas (2004) valores da intensidade da cor verde da folha, medida pelo clorofilômetro, entre 37 e 42 unidades SPAD, podem ser considerados adequados para a grama Esmeralda.



#### 4.6 Adubação nitrogenada na produção de grama

A qualidade ótima de um gramado (cor, densidade e textura) requer um programa intensivo de adubação nitrogenada e altas doses de N e irrigação (Exner et al., 1991; Quiroga-Garza et al., 2001).

Doses maiores de N e maior frequência de aplicação podem reduzir o tempo de produção da grama, entretanto, doses excessivas forçam o crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular, reduzindo a capacidade do tapete de ser manuseado após o corte (“liftability”) (Koske, 1994; Christians, 1998; Carrow et al., 2001; Sartain, 2002). Na produção de gramas em tapete, o crescimento de raízes e de rizomas é mais importante que o crescimento da parte aérea, pois terá mais influência na formação do tapete resistente na colheita e para o manuseio, aumentando o rendimento da área. No Canadá o rendimento médio é de 85% (Charbonneau, 2004), ou seja, em um hectare são colhidos 8.500 m<sup>2</sup> de gramas em tapete, enquanto no Estado de São Paulo esse rendimento é de 80% (Adati, 2004)<sup>2</sup>.

A dose adequada de N utilizada para a grama Santo Agostinho (*Stenotaphrum secundatum*), a grama predominante na Flórida, de ciclo de verão e que exige média fertilidade do solo, é de 150 a 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, de acordo com Cisar et al. (1991), semelhante a indicada por Sartain (2002) para a produção da grama em tapete (280 kg ha<sup>-1</sup> de N).

Segundo Carrow et al. (2001), as gramas Santo Agostinho e *Zoysia sp.* são consideradas de baixa a média exigência em N necessitando, em média, de 10 a 30 kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> de crescimento (80 a 240 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). As maiores doses de N são utilizadas em gramados recreativos (campos esportivos).

O mais rápido crescimento sempre resulta em altas produtividades de alimento ou forragens (Doss et al., 1962), mas é indesejável em gramados por causa do corte mais freqüente requerido, causando aumento dos custos de manutenção (Quiroga-Garza et al., 2001). O crescimento rápido resulta em mais cortes e, também, causa depleção das reservas de carboidratos nos gramados que podem ser necessários para períodos de estresse (Qian & Fry, 1996).

---

<sup>2</sup> ADATI, N.Y. (Associação do Produtores de Grama do Estado de São Paulo – AGRAESP) – Comunicação pessoal, 2004.

No Brasil, existem recomendações muito simplificadas para a implantação e manutenção de gramados, e que não podem ser extrapoladas para o sistema de produção de grama. Na edição mais recente do Boletim de Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo (Raij et al., 1996), foi retirada a recomendação que existia na edição anterior (Raij et al., 1985) que indicava 60 kg ha<sup>-1</sup> de N na implantação e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na manutenção. A recomendação de adubação nitrogenada para gramados utilizada no Estado de Minas Gerais (Lopes & Stringheta, 1999) também é muito simples, sendo 120 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N na implantação e na manutenção, respectivamente.

Não há uma recomendação oficial de adubação para produção de gramas no Brasil e mesmo as recomendações existentes parecem muito simples e inadequadas. De acordo com Carrow et al. (2001), a dose de N para gramados deve ser ajustada de acordo com a espécie, qualidade esperada, uso do gramado, remoção ou não das aparas, frequência de irrigação, tipo de solo e necessidade de recuperação do gramado e clima.

Segundo Koske (1994), no sistema de produção, quando a grama já cobriu totalmente o solo, a época de adubação e a dose do adubo são comandadas pela economia, ou seja, se a demanda é alta a grama deve ser adubada com maiores doses, mas se a demanda é baixa deve ser utilizada a quantidade mínima de adubo e manter mínimo os custos com irrigação e corte.

A adubação nitrogenada deve ser evitada nas duas ou três semanas que precedem a colheita, pois ela estimula o crescimento e conduz a maiores taxas de respiração que elevam a temperatura dos tapetes empilhados ou enrolados, causando injúrias nestes e afetando a qualidade, quanto à coloração e ao pegamento (Darrah & Powell, 1977).

A determinação da época de aplicação e a dose de N devem ser realizadas quando a grama está em pleno crescimento, o que está relacionado à temperatura (Carrow et al., 2001). A adubação nitrogenada realizada na época de pleno crescimento das gramas proporciona menores perdas do N por lixiviação (Petrovik, 1990). De acordo com a Turfgrass Producers International (2003) não se deve adubar as gramas Bermuda, Centípede e Santo Agostinho até que a temperatura média noturna não atinja a 15°C ou mais, e para a Zoysia a 10°C ou mais.

Segundo Koske (1994), o mais rápido crescimento das gramas-*zoysia* e *bermuda* para a formação de tapetes ocorre com a aplicação de 56 kg ha<sup>-1</sup> de N por mês de

crescimento, ao passo que para a grama Santo Agostinho a mesma dose deve ser utilizada, no entanto, a cada 6 ou 8 semanas. Considerando oito meses de crescimento no Estado de São Paulo deveriam ser aplicados, aproximadamente, 450 e 280 kg ha<sup>-1</sup> de N para as gramas zoysia (Esmeralda) e Santo Agostinho, respectivamente. No Estado do Alabama, centro-sul dos EUA, é recomendada a aplicação de 450 kg ha<sup>-1</sup> de N parcelado em aplicações (Alabama University, 2002). Segundo Gurgel (2000)<sup>3</sup> a dose de N utilizada para a produção de grama Esmeralda em tapete no Brasil é de 400 a 450 kg N ha<sup>-1</sup>, parcelada em 6 aplicações, num período de 10 a 12 meses.

No entanto, em alguns estados dos EUA as doses utilizadas são bem baixas. No Estado de Minnessota, EUA, a dose de N recomendada para a produção de grama em tapete varia de acordo com o teor de matéria orgânica do solo, de 170 a 284 kg ha<sup>-1</sup>, sendo o maior valor para o menor teor de matéria orgânica (Minnessota University, 2004). Boyd (2001), em estudo em dois campos de produção de grama Zoysia em tapete no Arkansas, EUA, durante dois anos, demonstrou que a redução da dose de N de 225 para 112 kg ha<sup>-1</sup> não afetou o tempo para produzir o tapete, nem a qualidade do mesmo. De acordo com Turner (2003) a dose de N necessária para a produção da grama *Zoysia* no estado de Maryland, EUA deve ser de 50 a 150 kg ha<sup>-1</sup>.

Um parâmetro interessante para o ajuste da dose de N a ser aplicada em cobertura na produção de grama, indicado por Charbonneau (2004), é a taxa de cobertura do solo pela grama, que deve ser de 70 kg ha<sup>-1</sup> se a grama estiver cobrindo mais que 85% do solo, ou 35 kg ha<sup>-1</sup> se estiver cobrindo menos que 85%. De acordo com a Minnessota University (2004) a primeira parcela da adubação nitrogenada deve ser aplicada somente depois do primeiro corte da grama (roçada).

---

<sup>3</sup> GURGEL, R.A. (ITOGRASS Companhia Agrícola, Itapetininga-SP). Comunicação pessoal, 2000.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Localização e caracterização da área experimental**

Os dois experimentos foram instalados e conduzidos na propriedade da Itogress Agrícola, localizada na cidade de Itapetininga, SP, distante, aproximadamente 150 km da cidade de São Paulo, SP. As coordenadas geográficas da área são, aproximadamente: 23°91' de latitude sul e 48°03' de longitude oeste de Greenwich e altitude média de 636 m.

A área vem sendo utilizada para a produção comercial de grama colhida mecanicamente em tapetes há cerca de 4 anos e o início do experimento se deu em uma área onde os tapetes haviam sido colhidos há 20 dias.

### **5.2 Caracterização do clima**

O clima de região, segundo os dados médios coletados pelas estações meteorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), numa série de 30 anos (1941-1970) e adotando os critérios citados por Köppen, é Cfa (clima sub tropical constantemente úmido), caracterizado pela existência de quatro meses com temperaturas médias acima de 10°C e a temperatura média do mês mais quente maior que 22°C (Tabela 1). A temperatura

média do mês mais quente de é 23,6°C e do mês mais frio de 16,5°C. O total da precipitação pluvial média anual é de 1.182 mm, apresentando o total médio para o mês mais chuvoso (janeiro) de 197 mm e de 34 mm para o mês mais seco (agosto).

Tabela 1. Dados médios coletados pelas estações meteorológicas do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), numa série de 30 anos (1941-1970) para o município de Itapetininga, SP.

| Mês    | T<br>(°C) | P<br>(mm) | ETP<br>(mm) | ARM<br>(mm) | DEF<br>(mm) | EXC<br>(mm) |
|--------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Jan    | 23,4      | 197       | 116         | 100         | 0           | 81          |
| Fev    | 23,6      | 179       | 107         | 100         | 0           | 72          |
| Mar    | 22,9      | 132       | 106         | 100         | 0           | 26          |
| Abr    | 20,5      | 60        | 76          | 86          | 1           | 0           |
| Mai    | 18,1      | 56        | 56          | 86          | 0           | 0           |
| Jun    | 16,7      | 45        | 43          | 88          | 0           | 0           |
| Jul    | 16,5      | 41        | 43          | 86          | 0           | 0           |
| Ago    | 18,1      | 34        | 55          | 70          | 5           | 0           |
| Set    | 19,5      | 62        | 66          | 67          | 1           | 0           |
| Out    | 20,7      | 126       | 83          | 100         | 0           | 10          |
| Nov    | 21,7      | 98        | 94          | 100         | 0           | 4           |
| Dez    | 22,5      | 152       | 109         | 100         | 0           | 43          |
| totais | ---       | 1.182     | 952         | 1.081       | 7           | 237         |
| médias | 20,4      | 99        | 79          | 90          | ---         | ---         |

T – temperatura média do ar;

P – precipitação média;

ETP – evapotranspiração potencial;

ARM – armazenamento de água;

DEF - déficit de água;

EXC - excesso de água

Fonte: Bancos de dados climáticos do Brasil (2003)

### 5.3 Caracterização do solo

O solo onde foram instalados os experimentos é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) A moderado textura muito argilosa, relativamente plano, de acordo com o mapa pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira et al., 1999). A declividade do terreno é de aproximadamente 1 %.

Para a caracterização química do solo foram coletadas amostras (compostas de 10 amostras simples) nas profundidades aproximadas de 0 a 20 cm, em toda área experimental com a utilização de um trado tipo holandês. Essas amostras foram homogeneizadas em balde e acondicionadas em sacos plásticos identificados. Com o decorrer

do experimento foram coletadas amostras nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm e de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm para verificar a influência da calagem e da adubação de base aplicadas na superfície do solo em termos dos índices da análise química do solo. A análise química foi realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas, determinando-se o pH (em  $\text{CaCl}_2$ ), matéria orgânica, H e  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^+$ , P(resina), B, Zn, Mn, Cu e Fe segundo a metodologia adaptada de Raij et al., (2001). Para a caracterização física foram coletadas amostras indeformadas em anel volumétrico até 10 cm de profundidade (de 5 em 5 cm) e a análise física foi realizada no Laboratório de Física do Solo do mesmo Departamento, determinando-se a composição granulométrica e a densidade das partículas e do solo, de acordo com a metodologia da Embrapa (1997). Os resultados são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

#### 5.4 Caracterização das espécies utilizadas

Foram utilizadas as espécies *Zoysia japonica* Steud., conhecida popularmente como grama Esmeralda, e a *Stenotaphrum secundatum* (Walt) Kuntze, conhecida como grama Santo Agostinho.

A principal diferença no sistema de produção das duas gramas é que a grama Esmeralda é rizomatosa e, portanto, pode ser colhida em área total, visto que após a colheita ficam rizomas subsuperficiais capazes de brotarem e cobrir novamente o solo. A grama Santo Agostinho é estolonífera, sendo necessário na hora da colheita, deixar faixas de aproximadamente 5 cm de largura entre os tapetes colhidos, para que possam emitir estolões e formar nova cobertura de grama, uma vez que não possuem rizomas subsuperficiais.

#### 5.5 Dados meteorológicos

Os dados de precipitação (em mm), temperatura máxima, média e mínima do ar (graus Celsius), evapotranspiração potencial (em mm), no município de Itapetininga, no período de setembro de 2002 a outubro de 2003, foram obtidos do

monitoramento climatológico do Centro Integrado de Informações Agrometeorológico (CIIAGRO) pertencente ao Instituto Agrônomo de Campinas (CIIAGRO *On line*, 2004).

Tabela 2. Análise química do Latossolo Vermelho distrófico da área experimental, em Itapetininga, SP, em várias datas.

| Prof.<br>cm                                                                                                      | pH<br>CaCl <sub>2</sub> | M.O.<br>g dm <sup>-3</sup> | P(res.)<br>mg dm <sup>-3</sup> | H+Al <sup>3+</sup><br>----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- | Al <sup>3+</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | SB | CTC | V<br>% | S  | B<br>----- mg dm <sup>-3</sup> ----- | Cu  | Fe | Mn  | Zn  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|----|-----|--------|----|--------------------------------------|-----|----|-----|-----|
| 12 de dezembro de 2002 (antes da instalação do experimento)                                                      |                         |                            |                                |                                                                      |                  |                |                  |                  |    |     |        |    |                                      |     |    |     |     |
| 0 – 20                                                                                                           | 4,4                     | 28                         | 10                             | 53                                                                   | 9                | 0,2            | 16               | 5                | 21 | 73  | 28     | 18 | 0,11                                 | 1,5 | 39 | 0,8 | 0,3 |
| Classe <sup>1</sup>                                                                                              | B                       | M                          | B                              | --                                                                   | A                | MB             | A                | M                | -- | --  | B      | A  | B                                    | A   | A  | B   | B   |
| 22 de janeiro de 2003 (30 dias após a adubação de base com 500 kg ha <sup>-1</sup> de 4-14-8 e antes da calagem) |                         |                            |                                |                                                                      |                  |                |                  |                  |    |     |        |    |                                      |     |    |     |     |
| 0 – 10                                                                                                           | 4,3                     | 26                         | 12                             | 63                                                                   | 4                | 0,4            | 17               | 4                | 21 | 84  | 25     | -- | --                                   | --  | -- | --  | --  |
| 10 – 20                                                                                                          | 4,4                     | 28                         | 5                              | 54                                                                   | 3                | 0,4            | 18               | 5                | 23 | 77  | 30     | -- | --                                   | --  | -- | --  | --  |
| 0 – 20                                                                                                           | 4,4                     | 27                         | 9                              | 59                                                                   | 4                | 0,4            | 18               | 5                | 22 | 81  | 28     | -- | --                                   | --  | -- | --  | --  |
| Classe <sup>1</sup>                                                                                              | B                       | M                          | B                              | --                                                                   | B                | MB             | A                | M                | -- | --  | B      | -- | --                                   | --  | -- | --  | --  |
| 28 de março de 2003 (3 meses após a calagem)                                                                     |                         |                            |                                |                                                                      |                  |                |                  |                  |    |     |        |    |                                      |     |    |     |     |
| 0 – 5                                                                                                            | 4,5                     | 30                         | 17                             | 55                                                                   | --               | 0,5            | 20               | 7                | 28 | 83  | 33     | -- | --                                   | --  | -- | --  | --  |
| 5 – 10                                                                                                           | 4,5                     | 31                         | 15                             | 57                                                                   | --               | 0,4            | 15               | 5                | 21 | 78  | 26     | -- | --                                   | --  | -- | --  | --  |
| 10 – 20                                                                                                          | 4,5                     | 29                         | 10                             | 60                                                                   | --               | 0,3            | 14               | 5                | 19 | 79  | 25     | -- | --                                   | --  | -- | --  | --  |
| 0 – 20                                                                                                           | 4,5                     | 30                         | 13                             | 58                                                                   | --               | 0,4            | 16               | 6                | 22 | 80  | 27     | -- | --                                   | --  | -- | --  | --  |
| Classe <sup>1</sup>                                                                                              | B                       | M                          | B                              | --                                                                   | --               | MB             | A                | M                | -- | --  | B      | -- | --                                   | --  | -- | --  | --  |
| 23 de julho de 2003 (8 meses após a calagem)                                                                     |                         |                            |                                |                                                                      |                  |                |                  |                  |    |     |        |    |                                      |     |    |     |     |
| 0 – 5                                                                                                            | 4,7                     | 72                         | 18                             | 55                                                                   | 3                | 0,5            | 21               | 6                | 27 | 82  | 33     | 20 | 0,23                                 | 1,0 | 41 | 0,4 | 0,2 |
| 5 – 10                                                                                                           | 4,8                     | 29                         | 8                              | 52                                                                   | 4                | 0,6            | 20               | 5                | 26 | 78  | 33     | 19 | 0,24                                 | 0,9 | 32 | 0,3 | 0,1 |
| 10 – 20                                                                                                          | 4,5                     | 26                         | 2                              | 50                                                                   | 6                | 0,3            | 14               | 5                | 19 | 68  | 28     | 28 | 0,27                                 | 0,8 | 25 | 0,2 | 0,1 |
| 0 – 20                                                                                                           | 4,6                     | 38                         | 8                              | 52                                                                   | 5                | 0,4            | 17               | 5                | 23 | 74  | 31     | 24 | 0,25                                 | 0,9 | 31 | 0,3 | 0,1 |
| Classe <sup>1</sup>                                                                                              | B                       | A                          | B                              | --                                                                   | B                | MB             | A                | M                | -- | --  | B      | A  | M                                    | A   | A  | B   | B   |

<sup>1</sup> De acordo com Raij et al. (1996), na profundidade de 0 a 20 cm: MB – muito baixo; B - baixo; M - médio; A – alto; MA – muito alto. <sup>2</sup> – Saturação por

Tabela 3. Composição granulométrica, textura e densidade das partículas e do solo do Latossolo Vermelho distrófico da área experimental em Itapetininga, SP.

| Prof.<br>cm                    | Composição granulométrica de terra fina |                         |                            |                             |                        | Textura<br>do solo             | Densidade  |      |
|--------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------|------------|------|
|                                | AG<br>(2,00-0,50<br>mm)                 | AF<br>(0,25-0,10<br>mm) | Areia<br>(2,00-0,05<br>mm) | Silte<br>(0,05-0,002<br>mm) | Argila<br>(<0,002 mm). |                                | Partículas | Solo |
| ----- g kg <sup>-1</sup> ----- |                                         |                         |                            |                             |                        | ----- g cm <sup>-3</sup> ----- |            |      |
| 0 – 10                         | 56                                      | 105                     | 161                        | 110                         | 729                    | M. Argilosa                    | 2,42       | 1,23 |
| 10 – 20                        | 36                                      | 112                     | 148                        | 110                         | 742                    | M. Argilosa                    | 2,42       | 1,23 |

AG - areia grossa; AF – areia fina.

Foram selecionados os dados no período compreendido entre a implantação e o final do experimento no campo, e construídos gráficos com a precipitação, a evapotranspiração potencial e a temperatura mínima, média e máxima (Figuras 1 e 2).

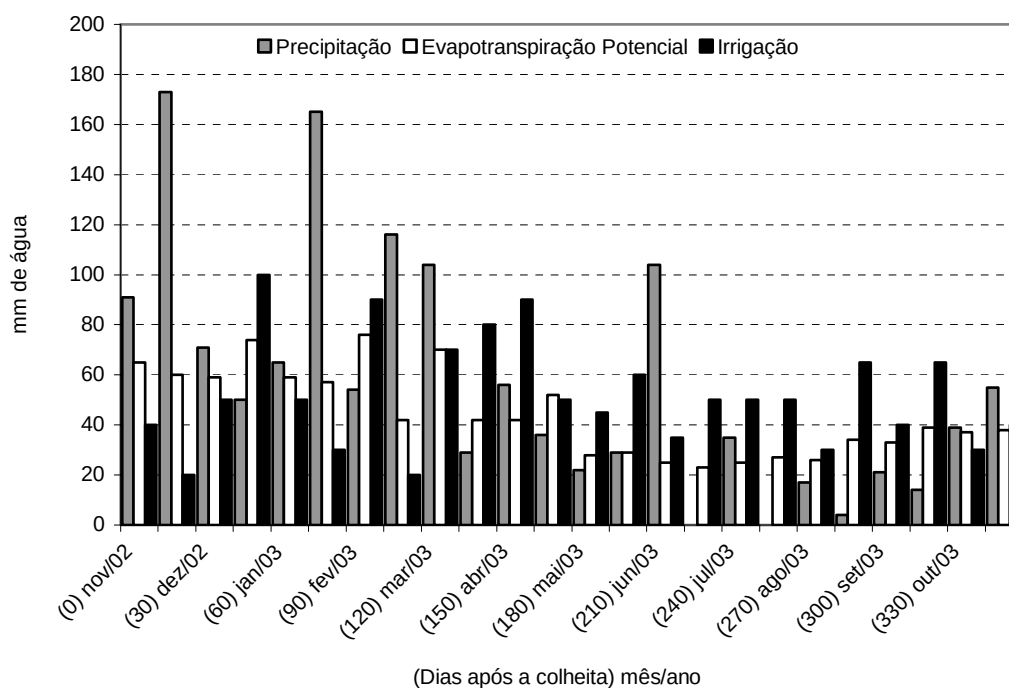


Figura 1. Precipitação, evapotranspiração potencial e irrigação no município de Itapetininga, durante o período de novembro de 2002 a novembro de 2003.

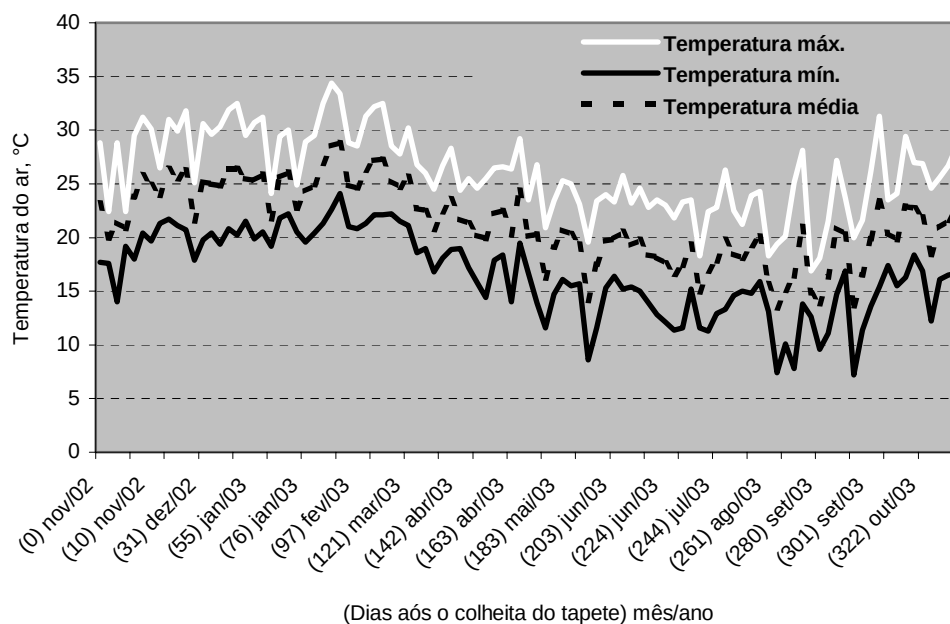


Figura 2. Temperatura máxima, mínima e média no município de Itapetininga, durante o período de novembro de 2002 a novembro de 2003.



## 5.6 Delineamento experimental e tratamentos

Na área experimental foram instalados dois experimentos. Para ambos foi adotado o delineamento em blocos completos ao acaso, com quatro repetições (Figura 3). Um dos experimentos foi instalado em área de produção de grama Esmeralda (*Zoysia japonica* Steud) adotando o esquema fatorial 2 x 4, com dois tipos de parcelamento da dose total (três e seis aplicações) e quatro doses de N: 150, 300, 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup>, mais um tratamento que não recebeu adubação nitrogenada, totalizando 9 tratamentos e 36 parcelas experimentais (Tabela 4). Paralelo a este experimento, foi instalado em área de produção de grama Santo Agostinho, outro experimento utilizando as mesmas quatro doses de N, parceladas em três aplicações, mais um tratamento que não recebeu a adubação nitrogenada, totalizando cinco tratamentos e 20 parcelas experimentais (Tabela 5). Como não há recomendação oficial de adubação para a produção de gramas no Brasil, as doses utilizadas nos experimentos foram baseadas numa dose média utilizada por produtores de grama em Itapetininga (300 a 450 kg ha<sup>-1</sup> de N).

Tabela 4. Dose, número de vezes e datas das aplicações do fertilizante nitrogenado no experimento com a grama Esmeralda.

| Experimento com a grama Esmeralda: |      |                                                                             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Nº.<br>de<br>Parc.                 | Dose | Data da aplicação do fertilizante nitrogenado (dias após o corte do tapete) |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|                                    |      | 14/01/03                                                                    |                   | 12/02/03          |                   | 18/03/03          |                   | 24/04/03          |                   | 23/05/03          |                   | 27/06/03          |                   |
|                                    |      | (60)                                                                        |                   | (90)              |                   | (124)             |                   | (197)             |                   | (227)             |                   | (296)             |                   |
|                                    |      | Dose <sup>1</sup>                                                           | Acum <sup>2</sup> | Dose <sup>1</sup> | Acum <sup>2</sup> | Dose <sup>1</sup> | Acum <sup>2</sup> | Dose <sup>1</sup> | Acum <sup>2</sup> | Dose <sup>1</sup> | Acum <sup>2</sup> | Dose <sup>1</sup> | Acum <sup>2</sup> |
|                                    |      | kg de N ha <sup>-1</sup>                                                    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 3 x                                | 150  | 50                                                                          | 50                | --                | 50                | 50                | 100               | --                | 100               | 50                | 150               | --                | 150               |
|                                    | 300  | 100                                                                         | 100               | --                | 100               | 100               | 200               | --                | 200               | 100               | 300               | --                | 300               |
|                                    | 450  | 150                                                                         | 150               | --                | 150               | 150               | 300               | --                | 300               | 150               | 450               | --                | 450               |
|                                    | 600  | 200                                                                         | 200               | --                | 200               | 200               | 400               | --                | 400               | 200               | 600               | --                | 600               |
|                                    |      | kg de N ha <sup>-1</sup>                                                    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 6 x                                | 150  | 25                                                                          | 25                | 25                | 50                | 25                | 75                | 25                | 100               | 25                | 125               | 25                | 150               |
|                                    | 300  | 50                                                                          | 50                | 50                | 100               | 50                | 150               | 50                | 200               | 50                | 250               | 50                | 300               |
|                                    | 450  | 75                                                                          | 75                | 75                | 150               | 75                | 225               | 75                | 300               | 75                | 375               | 75                | 450               |
|                                    | 600  | 100                                                                         | 100               | 100               | 200               | 100               | 300               | 100               | 400               | 100               | 500               | 100               | 600               |

<sup>1</sup> Dose de N aplicada em cada data de aplicação; <sup>2</sup> Dose de N acumulada

Tabela 5. Doses e datas da aplicação do fertilizante nitrogenado no experimento com a grama Santo Agostinho.

| Santo Antônio      |      |                                                                             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Nº.<br>de<br>Parc. | Dose | Data da aplicação do fertilizante nitrogenado (dias após o corte do tapete) |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|                    |      | 14/01/03                                                                    |                   | 12/02/03          |                   | 18/03/03          |                   | 24/04/03          |                   | 23/05/03          |                   |
|                    |      | (60)                                                                        |                   | (90)              |                   | (124)             |                   | (197)             |                   | (227)             |                   |
|                    |      | Dose <sup>1</sup>                                                           | Acum <sup>2</sup> | Dose <sup>1</sup> | Acum <sup>2</sup> | Dose <sup>1</sup> | Acum <sup>2</sup> | Dose <sup>1</sup> | Acum <sup>2</sup> | Dose <sup>1</sup> | Acum <sup>2</sup> |
|                    |      | ----- kg de N ha <sup>-1</sup> -----                                        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 3 x                | 150  | 50                                                                          | 50                | --                | 50                | 50                | 100               | --                | 100               | 50                | 150               |
|                    | 300  | 100                                                                         | 100               | --                | 100               | 100               | 200               | --                | 200               | 100               | 300               |
|                    | 450  | 150                                                                         | 150               | --                | 150               | 150               | 300               | --                | 300               | 150               | 450               |
|                    | 600  | 200                                                                         | 200               | --                | 200               | 200               | 400               | --                | 400               | 200               | 600               |

<sup>1</sup> Dose de N aplicada em cada data de aplicação; <sup>2</sup> Dose de N acumulada

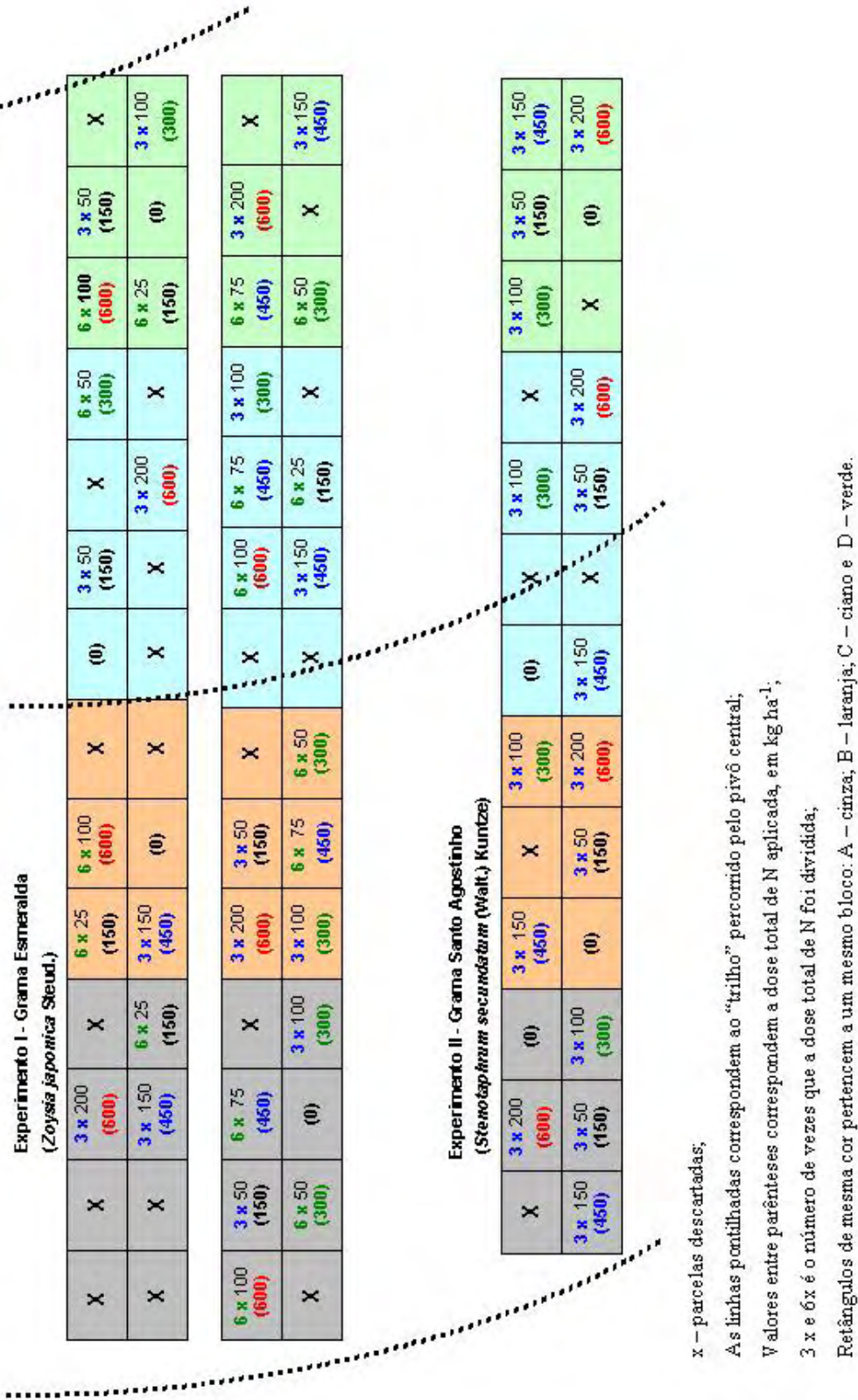


Figura 3. Esquema geral da área experimental.

As parcelas experimentais tinham 2,5 m x 5 m com bordadura de 0,5 m nos quatro lados da parcela, ficando a área útil com 1,5 m x 4 m. A marcação das parcelas foi realizada com a utilização de cordas de “nylon” de 4 mm de diâmetro, de cor branca, em todo o perímetro da parcela e fixada em cada canto com um prego de 8 cm de comprimento. Este método de marcação permitiu melhor visualização dos limites das parcelas no momento da aplicação do adubo e da coleta de amostras. Para não atrapalhar a passagem do trator com pulverizador ou roçadeira, não foram utilizadas estacas para numerar as parcelas. A cada coleta de amostra ou aplicação de adubo por tratamento eram colocadas pequenas plaquetas numeradas de madeira, no centro da parcela, para identifica-las.

A fonte de N utilizada foi a uréia (44% de N), aplicada manualmente, na superfície do solo e irrigando após até 24 horas da aplicação. Nas parcelas que receberam as doses mais baixas, estas foram divididas em cinco sub-doses para melhorar a uniformidade de distribuição na parcela

### **5.7 Procedimento experimental: implantação e condução do experimento**

Antes da instalação do experimento, aproximadamente 30 dias após a colheita dos tapetes da área experimental, uma adubação de base foi realizada pelos funcionários da propriedade, utilizando 500 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 04-14-08, aplicado na superfície do solo por uma aplicadora de calcário/adubo pendular, acoplada ao trator, sendo levemente incorporado pela passagem da “estrelinha”.

Os dois experimentos foram instalados 35 dias após a colheita dos tapetes, e por este motivo a calagem foi realizada após a adubação de base.

A calagem foi realizada 60 dias após a colheita dos tapetes, aplicando-se manualmente sobre a superfície do solo, 3,6 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT de 91%) utilizando o V<sub>2</sub> (saturação por bases almejada) da fórmula de necessidade de calagem recomendada por Raij et al. (1996) igual a 70%.

Devido ao baixo teor de potássio no solo, mesmo após a adubação de base (40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) foi realizada, aos 75 dias após a colheita dos tapetes, uma adubação potássica em cobertura, aplicando-se superficialmente, 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de KCl.

A irrigação foi realizada por aspersão, através de pivô central, e a frequência e lâmina determinadas com base nas chuvas ocorridas e a demanda da cultura (não existe Kc específico para as taxas de cobertura do solo pela grama). Como o experimento ocupava apenas uma pequena parte da área de produção irrigada pelo pivô, não foi possível adotar uma metodologia para determinar a frequência e a lâmina de irrigação somente nesta área, pois seria inviável para o produtor deslocar o pivô até a área (Figura 4).

O controle de plantas daninhas na área experimental foi realizado manualmente, com exceção do controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.), realizado com a aplicação dirigida de halossulfuron (Sempra) através de pulverizador costal e bico com um protetor (garrafa PET cortada ao meio e inserida no cano próximo ao bico) para reduzir o contato do herbicida com a grama.

Os três primeiros cortes da grama para manter a folha em altura adequada, de modo a evitar o auto sombreamento, (124, 192 e 227 dias após a colheita do tapete anterior - dac) foram realizados com um mini trator cortador de grama da marca Garthen (Sentinel/Murray) modelo 28V707. Não foi utilizada a roçadeira acoplada ao trator, normalmente empregada pela maioria dos produtores, porque a parte lateral da roçadeira poderia cortar as cordas que demarcavam as parcelas e por jogar as aparas de uma parcela em outra. O mini trator possui proteção lateral, que foi modificada para jogar as aparas na parcela em que estava cortando (Figura 4). A altura de corte utilizada foi de 3 e 4 cm, para a grama Esmeralda e a grama Santo Agostinho, respectivamente, para evitar cortar as cordinhas que demarcavam as parcelas. O quarto corte foi realizado com duas roçadeiras costais, aos 296 dac, com todo o cuidado para manter a uniformidade na altura de corte (Figura 4). O quinto corte foi realizado com roçadeira, uma semana antes da colheita para ficar na altura ideal de comercialização e facilitar a colheita do tapete.

A colheita foi realizada por trator com colhedora adaptada acoplada ao trator (Figura 4). Além do corte à altura de 2 cm, um dia antes da colheita a área foi irrigada e foi passado um rolo compactador para permitir maior integridade dos tapetes de grama à serem cortados e manuseados na colheita. Foi cortada uma faixa de 40 cm de largura no centro de cada parcela, selecionando-se cinco tapetes (40 cm x 62,5 cm) do centro da parcela para avaliação. Logo após a colheita, os tapetes de cada parcela foram depositados na própria parcela.



Figura 4. a - corte da grama com mini-trator; b - corte da grama com roçadeira costal; c - sistema de irrigação por pivô central com aspersor pendular; d - colheita dos tapetes de grama Esmeralda na área experimental; e - detalhe da máquina para colheita do tapete, f - tapetes colhidos por parcela e empilhados.



## 5.8 Características avaliadas nas plantas

### 5.8.1 Taxa de cobertura do solo pela grama

A técnica não destrutiva mais comumente utilizada nos trabalhos de pesquisa para a avaliação da taxa de cobertura é estimativa ou nota subjetiva, dada por avaliadores bem treinados. Outro método utilizado é a interseção da linha (“line-intersect”) no qual é aplicada uma grade sobre uma área da parcela a ser amostrada, sendo contado o número de plantas, ou parte de plantas, encontrados nas intersecções da grade (Laycock & Canaway, 1980).

A taxa de cobertura do solo pela grama foi avaliada através da análise de imagem digital, modificada de Richardson et al. (2001). As imagens digitais foram obtidas de uma câmera digital *Fuji FinePix 4700 Zoom 2.4 MP* (Fuji Photo Film Co. LTD.) 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), evitando a sombra do fotógrafo, ou qualquer parte da câmera, o que proporcionou imagem digital correspondente à área, aproximadamente de 2 m<sup>2</sup>. A função de disparo automático permitiu que as imagens fossem obtidas sem apertar o botão de disparo. A câmera digital foi operada com abertura focal de f 4.5, distância focal de 24,9 mm e velocidade de disparo de 1/400s.

As imagens foram obtidas em plena luz do sol, no período das 9 as 11h, e gravadas no formato JPEG (“joint photographic experts group”, .jpg) com tamanho de 1280 x 960 pixels, com 16 milhões de cores e resolução de 118 pixels cm<sup>-1</sup>.

As imagens foram descarregadas em um computador portátil PC AMD Duron 950 Hz e editadas individualmente no programa Microsoft Photo Editor 3.0.3.2 (Microsoft Corporation 1989-2000) recortando a imagem em três figuras correspondentes a 0,5 m<sup>2</sup> cada uma e gravadas no formato JPEG.

Cada uma dessas figuras foi analisada no programa Corel Photo Paint v. 10.410 (Corel Corporation, 2000) que permite contar o número de pontos (pixels) de uma determinada cor ou determinados níveis de matiz, saturação e brilho existente na imagem pelo comando “máscara de cor”. O modelo de cor utilizado pelo programa nesta ferramenta é chamado de RGB (“Red” - vermelho, “Green” - verde e “Blue” - azul). Os componentes

vermelho, verde e azul são as quantidades de luz vermelha, verde e azul transmitidas pela imagem e são medidas em valores de 0 a 255. Estes componentes são combinados em intensidades para produzir todas as outras cores (Corel, 2003). O modelo que trabalha com o matiz, saturação e brilho é chamado de HSB (“Hue” – matiz, “Saturation” – saturação e “Brighthness” – brilho). O matiz descreve o pigmento de uma cor e é medido em graus de 0 a 360 (0 graus, vermelho; 60 graus, amarelo; 120 graus, verde; 180 graus, ciano; 240 graus azul e 300 graus magenta). A saturação descreve a vivacidade ou o esmaecimento de uma cor e é medida em porcentagem de 0 a 100 (quanto maior a porcentagem maior a vivacidade da cor). O brilho descreve a quantidade de branco que uma cor contém e é medido em porcentagem também de 0 a 100 (quanto maior a porcentagem, maior o brilho da cor).

Através do comando “máscara de cor” localizado no menu “máscara” foi selecionada a sobreposição dos tons de verde, que seleciona, através do modelo HSB, todos os pixels de matiz verde, com saturação e brilho de valor zero (120,0,0) e nível de tolerância de 18%, ou seja, seleciona os pixels com valores até 18% similares ao escolhido. Além do nível de tolerância, foi utilizado também o nível de suavização da seleção em 100%, presente na janela da “máscara de cor”. A ferramenta “suavizar” permitiu definir o grau de suavização aplicado às bordas da seleção, incluindo ou removendo pixels dispersos (quanto maior o valor maior a precisão na cor desejada).

Deste modo, somente os pixels verdes ficaram selecionados na imagem, podendo ser visualizados pela opção “marca de seleção visível” presente também no menu “máscara” (Figura 5).

O número de pixels verde foi obtido através do comando “histograma” localizado no menu “imagem”, selecionando tons de verde. O número total de pontos da imagem, também foi obtido através do comando “histograma”, no menu “imagem”, antes de selecionar a máscara.

Quando as gramas apresentaram folhas secas, cor de palha, não selecionada pelo procedimento adotado, uma vez que não são de cor verde, optou-se por selecionar os pixels com cor do solo (“cores amostradas”) por meio de uma ferramenta chamada “conta gotas”, que permite selecionar a cor clicando com esta ferramenta na cor desejada na imagem. Foram amostradas cinco cores do solo na imagem, com nível de tolerância de 10 a 15%, dependendo da imagem, e suavizando 100% a amostragem, para

evitar que fossem selecionadas parte da grama com cor de palha similar à cor do solo. A quantidade de pixels de cor verde e palha para o cálculo da porcentagem de cobertura do solo, foi calculada pela diferença entre o número total de pixels da imagem e número de pixels com a cor do solo (Figura 6).



Figura 5. Análise da imagem digital para determinar a taxa de cobertura do solo pela grama.

Um outro método foi empregado também por meio da ferramenta “conta gotas”, selecionando 20 cores de verde e palha presentes na imagem, com nível de tolerância de 10 a 15%, dependendo da imagem, e suavizando 100% a amostragem, para evitar que fossem selecionadas partes do solo similares à cor de palha da grama.

Logo, foram calculados dois índices de cobertura do solo a partir das imagens digitais: Taxa de Cobertura do Solo pela Grama Verde (TCV), calculada pela relação entre o número de pontos (pixels) verdes e o número total de pontos da imagem, resultando na porcentagem de solo coberto apenas pelas partes verdes da grama (fotossinteticamente ativas), excluindo folhas e outras partes secas; e a Taxa de Cobertura do Solo pela Grama, calculada pela relação entre o número de pontos de cor verde e cor palha e o número total de pontos da imagem, resultando na porcentagem de solo coberto pelas partes da grama incluindo folhas e outras partes secas. Este último índice foi calculado de dois modos: (a) pela relação entre número de pontos de cor verde e cor palha selecionados e o número total de pontos da imagem, o que muitas vezes é difícil de selecionar todos os pontos verdes e palha devido a



variedade de tons de verde e palha na imagem (TCS); e (b) pela relação entre número de pontos de cor verde e cor palha obtidos pela diferença entre o número total de pontos da imagem e o número de pontos de cor do solo selecionados na imagem, o que algumas vezes é difícil de selecionar somente os pontos cor de solo devido o tom da cor do solo ser próximo da tom palha de algumas partes da grama (TCS<sub>2</sub>) (Figura 6).

$$TCV = \frac{\text{número de pontos (pixels) verdes}}{\text{número total de pontos da imagem}}$$

$$TCS = \frac{\text{número de pontos de cor verde e palha selecionados}}{\text{número total de pontos da imagem}}$$

$$TCS_2 = \frac{(\text{n}^\circ. \text{ total de pontos da imagem}) - (\text{n}^\circ. \text{ de pontos de cor do solo na imagem})}{\text{número total de pontos da imagem}}$$

A TCV, TCS e a TCS<sub>2</sub> foram determinadas no experimento com grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) aos 90 (fevereiro), 124 (março), 192 (maio) e 296 (setembro) dias após a colheita do tapete anterior (DAC) e no experimento com a grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) aos 192 (maio), 227 (junho) e 296 (setembro) DAC.

### 5.8.2 Intensidade da coloração verde da folha

Na grande maioria das pesquisas realizadas nos EUA que avaliam a qualidade do gramado (“turfgrass quality”) o fator coloração é avaliado através de notas dadas pelo pesquisador na escala de 1 a 9, na qual a nota 1 representa a coloração palha (folha seca) e a nota 9 representa a coloração verde plena. No entanto, esta é uma medida subjetiva, que prejudica a observação de diferenças pequenas entre os tratamentos.

Neste trabalho utilizaram-se dois métodos para a determinação da cor verde da grama: o clorofilômetro e análise da imagem digital.

### 5.8.2.1 Clorofilômetro

A intensidade da coloração verde da folha (ICV) foi determinada pelo medidor portátil Chlorophyll Meter, modelo SPAD-502 (Soil and Plant Analysis Development) da Minolta Co., Osaka, Japão.

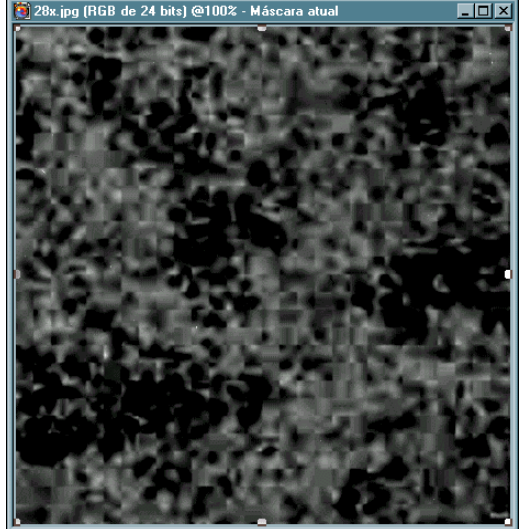
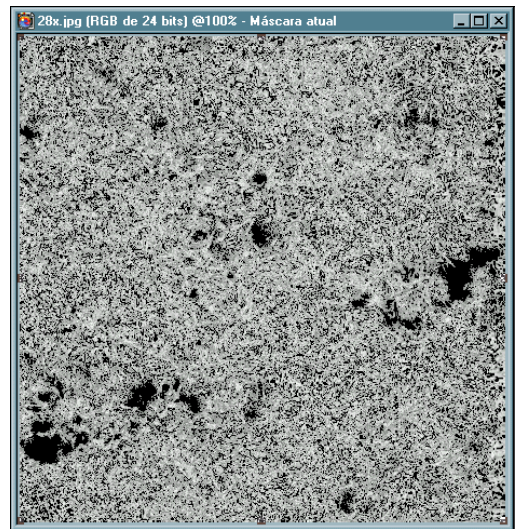
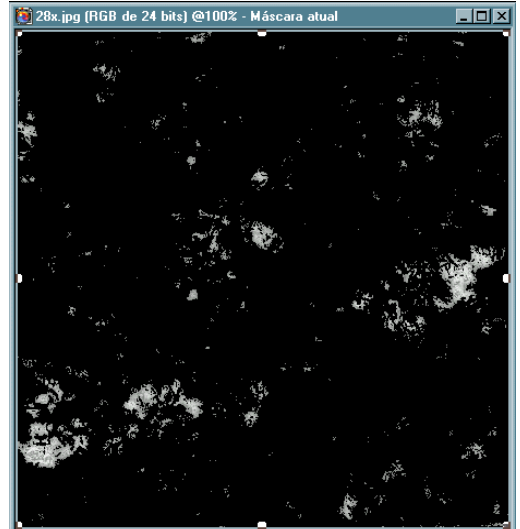
|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       |                                                                                                  |
| <p>Imagem digital antes de ser processada</p>                                                                                                                           | <p>Imagem digital após a seleção dos pixels verdes e aplicada a máscara . Partes brancas e cinza referem-se a grama e preta ao solo</p>                                             |
|                                                                                      |                                                                                                 |
| <p>Imagem digital após a seleção dos pixels cor de solo e aplicada a máscara utilizada para obter a TCS. Partes brancas e cinza referem-se a grama e preta ao solo.</p> | <p>Imagem digital após a seleção dos pixels cor de solo e aplicada a máscara utilizada para obter a TCS<sub>2</sub>. Partes brancas e cinza referem-se ao solo e pretas a grama</p> |

Figura 6. Análise da imagem digital para determinar a taxa de cobertura do solo pela grama.

O aparelho possui duas LEDs (díodo emissor de luz), posicionadas na ponta do medidor, que emitem luz em seqüência, quando o medidor está fechado, na faixa do 600-700 nm (pico em 650 nm) na qual a absorbância pela clorofila é alta e na faixa de 860 a 1060 (pico em 940 nm) onde absorbância é baixa, funcionando como um fator de correção em função da espessura da folha. A precisão do aparelho é de uma unidade SPAD para valores entre 0 e 50 unidades SPAD.

Antes de realizar as leituras o aparelho foi calibrado com o verificador de leitura (“reading checker”) de acordo com as recomendações do manual (Minolta, 1989).

Devido ao tamanho reduzido da folha da grama as medidas da ICV foram realizadas em laboratório. Para tal as folhas foram coletadas nas parcelas, colocadas em sacos plásticos e armazenadas em seguida em uma caixa de isopor. Mesmo adotando este procedimento algumas folhas enrolaram ficando na forma de uma agulha, o que impossibilitava a medida. Cada amostra de folha foi colocada em uma peneira, lavada em água corrente e colocada em copo plástico com água destilada e armazenada em uma geladeira para absorver água. Após estarem reidratadas, as folhas foram colocadas em papel filtro para retirar o excesso de água. Para não haver problema das folhas enrolarem novamente, as amostras somente foram retiradas da geladeira no momento de realizar a medida da ICV.

A medida da ICV foi realizada posicionando a folha na área de medida do clorofilômetro com o auxílio de uma pinça, tomando uma medida por folha, no meio da lâmina foliar. Foram realizadas 30 medidas por parcela tomando-se o cuidado para evitar folhas secas, com manchas ou danificadas.

A ICV foi medida no experimento com grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) aos 90 (fevereiro), 124 (março), 192 (maio) e 296 (setembro) dias após a colheita do tapete anterior (DAC) e no experimento com a grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) aos 192 (maio), 227 (junho) e 296 (setembro) DAC.

#### **5.8.2.2 Análise de imagem digital**

A coloração da grama foi avaliada pela análise da imagem digital, utilizada para calcular a porcentagem de cobertura do solo. Cada uma das imagens foi analisada no programa Corel Photo Paint v. 10.410 (Corel Corporation, 2000) que permite

quantificar um valor médio das cores presentes na imagem. Como se desejava quantificar apenas a cor verde do gramado, durante o procedimento para a determinação da taxa de cobertura verde do gramado, foram anotados também os valores médios dos componentes vermelho, verde e azul (RGB) da imagem, dado pelo comando “histograma”, no menu “imagem”, após selecionar apenas o canal verde.

Como somente o componente verde (G) não define a cor verde, dependendo também dos componentes vermelho (R) e azul (B), os resultados em RGB foram compilados para uma planilha eletrônica no MS Excel e convertidos para valores HSB, ou seja, de matiz, saturação e brilho de acordo com Karcher & Richardson (2003). Primeiramente os valores de RGB foram convertidos em porcentagem, dividindo cada um por 255 (valor máximo para os componente vermelho, verde e azul). Foram criadas mais duas colunas com o maior (MÁX) e o menor (MÍN) valor entre os componentes vermelho, verde e azul, utilizando as funções máximo e mínimo do MS Excel. Em seguida estes valores foram submetidos aos seguintes procedimentos no MS Excel para obtenção dos valores de HSB:

***Matiz (Hue)***

$$=SE(MÁX=R;60*((G-B)/(MÁX-MÍN));SE(MÁX=G;60*(2+((B-R)/(MÁX-MÍN))));SE(MÁX=B;60*(4+((R-G)/(MÁX-MÍN))))))$$

***Saturação (Saturation)***

$$= (MÁX-MÍN)/MÁX * 100$$

***Brilho (Brigthness)***

$$= MÁXIMO (R:B)$$

nas quais:

SE e MÁXIMO são funções do MS EXCEL,

MÁX = maior valor entre as porcentagens de vermelho, verde e azul,

MÍN = menor valor entre as porcentagens de vermelho, verde e azul,

R (red) = vermelho, em decimal,

G (green) = verde, em decimal,

B (blue) = azul, em decimal.

Após a obtenção dos valores de HSB foi calculado o Índice de Cor Verde-Escuro (ICVE) proposto por Karcher & Richardson (2003), que varia de 0 – 1, utilizando a seguinte equação:

$$ICVE = [(H - 60)/60] + (1 - S) + (1 - B)/3$$

Na qual:

H (hue) = matiz, em graus, variando entre 60°(amarelo) e 120°(verde),

S (saturation) = saturação, em decimal,

B (brightness) = brilho, em decimal.

O componente verde (G), a matiz da cor verde (H) e o índice de verde escuro (ICVE) da imagem digital foram calculados no experimento com grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) aos 90 (fevereiro), 124 (março), 192 (maio) e 296 (setembro) dias após a colheita do tapete anterior (DAC) e no experimento com a grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) aos 192 (maio), 227 (junho) e 296 (setembro) DAC.

### 5.8.3 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar

Depois de realizada a medida da ICV, as lâminas foliares da grama foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação de ar forçada por 72 horas na temperatura de 65°C. Após a secagem, as lâminas foram moídas e enviadas para o Laboratório de Nutrição de Plantas da FCA para determinação da concentração de macronutrientes, de acordo com a metodologia modificada de Malavolta et al. (1997).

A concentração de macronutrientes na lâmina foliar foi determinada no experimento com grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) aos 90 (fevereiro), 124 (março), 192 (maio) e 296 (setembro) dias após a colheita do tapete anterior (DAC) e no experimento com a grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) aos 192 (maio), 227 (junho) e 296 (setembro) DAC.

#### 5.8.4 Fitomassa seca de raízes, rizomas, folhas e caules

Para determinar a fitomassa foram coletados três “plugs” de 6,8 cm de diâmetro por parcela através de um trado amostrador construído para este objetivo (Figura 7). O trado amostrador consiste de um tubo de aço inox com 50 cm de comprimento e 8 cm de diâmetro afunilando na extremidade com 6,8 cm de diâmetro. Desse modo, a retirada do “plug” de dentro do trado ficou facilitada pelo maior diâmetro do tubo em relação ao “plug”. Para inserir o trado no solo, relativamente compactado superficialmente, foi utilizada uma marreta e uma base de aço encaixada na extremidade superior do trado para proteger o tubo do impacto da marreta. Também na extremidade superior foram soldadas duas alças de ferro para facilitar a retirada do trado amostrador do solo.

Cada “plug” foi acondicionado em saco plástico identificado e armazenado em geladeira até ser lavado. Os “plugs” foram lavados para retirar o solo aderido do material vegetal e secos a sombra.

Após a secagem todo o material vegetal de cada amostra foi espalhado em uma área de 1 m<sup>2</sup> de um balcão, revestido com um papel preto para facilitar a visualização das partes vegetais, e separado, com o auxílio de pinça, em raízes, rizomas ou estolões e folhas + caules. Cada parte foi seca em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas, na temperatura de 65°C e após seca pesada foi pesada para determinação da fitomassa seca. Os valores de fitomassa seca foram convertidos para kg ha<sup>-1</sup>.

A fitomassa seca de raízes, rizomas e/ou estolões e folhas + caules foram determinados no experimento com grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) e no experimento com a grama *Stenotaphrum secundatum* aos 296 DAC (setembro).

#### 5.8.5 Acúmulo de macronutrientes pelas raízes, rizomas e folhas + caules

Após a determinação da fitomassa seca, cada material vegetal foi moído e enviado para o Laboratório de Nutrição de Plantas da FCA para determinação da concentração de macronutrientes de acordo com a metodologia modificada de Malavolta et al. (1997). O acúmulo de macronutrientes foi calculado multiplicando a fitomassa seca pela concentração de nutriente de cada parte (raízes, rizomas ou estolões e folhas + caules) da



grama, aos 296 DAC (setembro), nos experimentos com grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) e com a grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho).



Figura 7. Coleta do “plug” de grama com a utilização do trado amostrador, para a determinação da fitomassa seca de raízes, rizomas/estolões, e folhas + caules.

### 5.9 Tratamento estatístico

Os resultados foram submetidos à análise estatística, de acordo com Gomes (2000), utilizando o software “SISVAR” versão 4.2 (Ferreira, 2003).

Os resultados do experimento com a grama Santo Agostinho e grama Esmeralda foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F a 95% de confiança

e regressões linear e quadrática, adotando-se a de maior coeficiente de determinação, quando ambas significativas pelo teste F a 95% de confiança. A equação de regressão e a significância dos coeficientes linear e quadrático foram expressos no gráfico, assim como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da equação.

No experimento com a grama Esmeralda, como ainda não havia o efeito do parcelamento das doses do fertilizante nitrogenado, aos 90 dias após a colheita (fevereiro de 2003), visto que somente uma parcela da adubação havia sido aplicada até esta data, foram selecionadas as médias dos resultados obtidos com as doses de N de 25, 50, 75, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>.

As médias dos resultados obtidos aos 124, 192 e 296 DAC foram analisadas em esquema fatorial, considerando os efeitos do parcelamento, das doses de N e a interação entre eles. As médias dos resultados do parcelamento das doses foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de confiança, quando o F apresentou valor significativo. Os resultados das doses mais o do tratamento que não recebeu a adubação nitrogenada, foram submetidos à regressão linear e quadrática.

As médias do tratamento que não recebeu a adubação nitrogenada foram comparadas com as médias do parcelamento, pelo teste de contraste a 5% de confiança.



## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 EXPERIMENTO “Doses de nitrogênio na produção de tapete de grama Santo Agostinho [*Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze]”**

#### **6.1.1 Taxa de Cobertura do Solo**

O monitoramento da taxa de cobertura do solo pela grama (TCS e TCS<sub>2</sub>), no sistema de produção de gramas em tapete, pode ser um primeiro indicativo do tempo de formação de um tapete de grama, ou seja, quando a taxa apresentar valor 100 considera-se que o tapete já pode ser cortado.

A taxa de cobertura verde do solo (TCV), por sua vez, pode ser um indicativo da qualidade da grama, normalmente medida pela sua cor, isto é, quanto do solo está coberto por partes verdes da grama, excluindo folhas, rizomas e estolões secos (cor palha). Contudo, não é necessária uma TCV de 100% para que o tapete de grama seja colhido, sendo aceitos tapetes de gramas com folhas secas, já que, ainda não existe uma classificação dos tapetes quanto à qualidade, embora, tapetes totalmente verdes possam ser mais facilmente comercializados.

A TCS, a TCS<sub>2</sub> e a TCV foram influenciadas significativamente pelas doses de N, nas três datas de avaliação (Tabela 6). Aos 192 dias após a colheita do tapete (DAC), o modelo quadrático permitiu explicar a variação da taxa de cobertura do solo (TCS e TCS<sub>2</sub>), em função das doses de N (Figura 8).

Tabela 6. Resumo da análise variância e média dos resultados da taxa de cobertura do solo (TCS e TCS<sub>2</sub>) e a taxa de cobertura verde (TCV) pela grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho), em função das doses de N, em três datas de avaliação.

|                                            |                           | Taxa de cobertura do solo e taxa de cobertura verde do solo |                  |         |             |                  |         |                |                  |          |
|--------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------|---------|-------------|------------------|---------|----------------|------------------|----------|
| Causa da<br>variação                       | G.L.                      | Época (dias após o corte)                                   |                  |         |             |                  |         |                |                  |          |
|                                            |                           | Maio (192)                                                  |                  |         | Junho (227) |                  |         | Setembro (296) |                  |          |
|                                            |                           | Método                                                      |                  |         |             |                  |         |                |                  |          |
|                                            |                           | TCS <sup>b</sup>                                            | TCS <sub>2</sub> | TCV     | TCS         | TCS <sub>2</sub> | TCV     | TCS            | TCS <sub>2</sub> | TCV      |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |                           |                                                             |                  |         |             |                  |         |                |                  |          |
| Doses                                      | 4                         | 626 ** <sup>a</sup>                                         | 766 **           | 2522*** | 201 **      | 313 ***          | 2522*** | 181 ***        | 389 ***          | 4043***  |
| Repetição                                  | 3                         | 122,8 ns                                                    | 92,3 ns          | 1,9 ns  | 14,9 ns     | 7,9 ns           | 1,7 ns  | 5,6 ns         | 3,1 ns           | 317,9 ns |
| Erro                                       | 12                        | 91,5                                                        | 85,5             | 124,0   | 26,1        | 14,8             | 122,3   | 5,3            | 3,8              | 88,2     |
| CV%                                        |                           | 10,6                                                        | 10,2             | 17,4    | 5,6         | 4,1              | 17,3    | 2,4            | 2,0              | 13,8     |
| Média, %                                   |                           | 89,5                                                        | 90,5             | 63,8    | 91,9        | 93,3             | 63,8    | 94,6           | 95,4             | 67,9     |
| Doses de N                                 |                           | Média dos resultados                                        |                  |         |             |                  |         |                |                  |          |
| Até Jun.                                   | Até Set.                  |                                                             |                  |         |             |                  |         |                |                  |          |
| -----                                      | kg ha <sup>-1</sup> ----- | ----- % -----                                               |                  |         |             |                  |         |                |                  |          |
| 0                                          | 0                         | 67,7                                                        | 65,9             | 21,8    | 79,9        | 78,4             | 21,8    | 82,7           | 77,8             | 14,7     |
| 100                                        | 150                       | 90,5                                                        | 95,5             | 62,9    | 92,3        | 92,4             | 63,0    | 98,4           | 99,5             | 64,3     |
| 200                                        | 300                       | 95,6                                                        | 95,1             | 69,8    | 93,5        | 97,1             | 69,8    | 96,2           | 99,8             | 77,9     |
| 300                                        | 450                       | 96,6                                                        | 98,3             | 78,7    | 95,2        | 99,5             | 78,7    | 96,9           | 99,9             | 90,7     |
| 400                                        | 600                       | 97,6                                                        | 98,1             | 86,2    | 98,1        | 99,5             | 86,1    | 98,7           | 99,9             | 91,9     |

a. ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

b. TCS – taxa de cobertura do solo pelo método da seleção de pixels cor verde e palha; TCS<sub>2</sub> - taxa de cobertura do solo pelo método da seleção de pixels cor do solo; TCV – taxa de cobertura verde do solo pelo método da seleção de pixels cor verde.

Aos 192 DAC, haviam sido realizadas duas das três parcelas da adubação, totalizando as doses de N de 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup>. Como nenhum tratamento proporcionou o fechamento do tapete até os 192 DAC (Figura 9), a maior taxa de cobertura, de acordo com a equação ajustada (Figura 8) foi atingida com 298 ou 278 kg ha<sup>-1</sup> de N (parcelados em duas aplicações, a cada 60 dias) considerando a TCS ou TCS<sub>2</sub>, respectivamente. Contudo, Sartain (2002) recomendou, até os 180 DAC, 224 kg ha<sup>-1</sup> de N

para produção de grama Santo Agostinho, no norte da Flórida, EUA, divididos em quatro parcelas (duas de 67 e duas de 45 kg N ha<sup>-1</sup>), aplicados a cada 45 dias, durante o período da primavera-verão. A aplicação de N de 200 kg ha<sup>-1</sup>, até os 192 DAC, proporcionou cobertura do solo de 95,6%, somente 1% a menos do que nas gramas que receberam 300 kg ha<sup>-1</sup>; no entanto, a TCV foi 9% menor do que nas gramas que receberam 300 kg ha<sup>-1</sup> de N.

A máxima taxa de cobertura verde (TCV) foi atingida, pela equação, com a dose de 335 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 8). Todavia, a TCV pode ser mais útil como índice de qualidade, pouco antes da colheita, uma vez que a exigência de uma boa cobertura verde se dá somente próxima do momento da colheita.

Na maioria das recomendações de adubação, nos EUA, para a produção de gramas (Koske, 1994; Christians, 1998; Sartain, 2002) as aplicações parceladas de N não ultrapassam 70 kg ha<sup>-1</sup>. A aplicação de três parcelas de N de 50 kg ha<sup>-1</sup> a cada oito semanas, no presente experimento, não proporcionou a formação do tapete de grama Santo Agostinho, no período de 10 meses (Tabela 6).

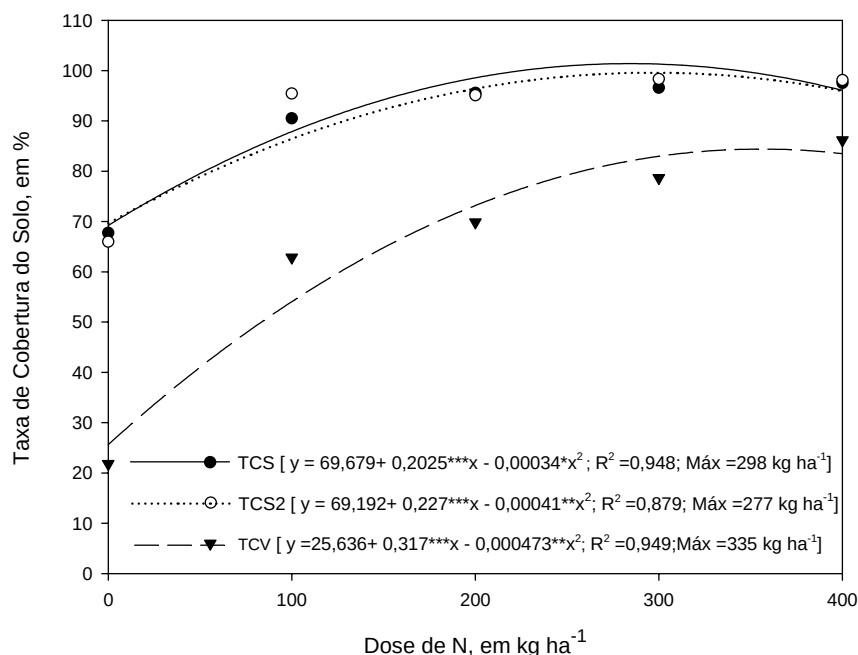


Figura 8. Taxa de cobertura do solo (TCS – método da seleção da grama + palha e TCS2 – método da seleção de solo) e taxa de cobertura verde (TCV), pela grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho), aos 192 dias após a colheita (maio/2003), em função das doses de N aplicadas.

| Dose de N até                   |        |        | Data de Avaliação (Dias após a colheita do tapete)                                  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------|--------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Mar/03                          | Mai/03 | Set/03 | Dez/02 (30)                                                                         | Jan/03 (60)                                                                         | Mai/03 (192)                                                                        | Jun/03 (227)                                                                        | Set/03 (296)                                                                        |
| ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- |        |        | Imagem digital e a média da taxa de cobertura (TCS / TCS <sub>2</sub> / TCV) -----  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| 0                               | 0      | 0      |  |  |    |    |    |
|                                 |        |        | 9,79 / 5,51                                                                         | 36,6 / 36,1 / 18,0                                                                  | 67,7 / 65,9 / 21,8                                                                  | 79,9 / 78,4 / 21,8                                                                  | 82,7 / 77,8 / 14,7                                                                  |
| 50                              | 100    | 150    | --                                                                                  | --                                                                                  |    |    |    |
|                                 |        |        | --                                                                                  | --                                                                                  | 90,5 / 95,5 / 62,9                                                                  | 92,3 / 92,4 / 63,0                                                                  | 98,4 / 99,6 / 64,3                                                                  |
| 100                             | 200    | 300    | --                                                                                  | --                                                                                  |    |    |    |
|                                 |        |        | --                                                                                  | --                                                                                  | 95,5 / 95,1 / 69,8                                                                  | 93,5 / 97,1 / 69,8                                                                  | 96,2 / 99,8 / 77,9                                                                  |
| 150                             | 300    | 450    | --                                                                                  | --                                                                                  |   |   |   |
|                                 |        |        | --                                                                                  | --                                                                                  | 96,6 / 98,3 / 78,7                                                                  | 95,2 / 99,5 / 78,7                                                                  | 96,9 / 99,9 / 90,6                                                                  |
| 200                             | 400    | 600    | --                                                                                  | --                                                                                  |  |  |  |
|                                 |        |        | --                                                                                  | --                                                                                  | 97,5 / 98,1 / 86,2                                                                  | 98,1 / 99,5 / 86,1                                                                  | 98,7 / 99,9 / 91,9                                                                  |

Figura 9. Imagem digital da cobertura do solo pela grama *Stenotaphrum secundatum* (santo agostinho) em função das doses de N aplicadas e das datas de avaliação.

Como na produção de grama em tapete o mais importante é o tempo de produção e não a produtividade, uma vez que, não haverá queda na produtividade com a falta de N e sim aumento no tempo de produção, a adubação nitrogenada segundo Koske (1994) é ditada pelo mercado. Se a demanda por grama em tapete estiver alta, pode ser aplicado, até 6 meses após o corte, 200 a 300 kg ha<sup>-1</sup> (divididos em duas aplicações de 100 a 150 kg ha<sup>-1</sup>). Se as vendas são restritas podem ser aplicados 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (divididos em duas aplicações de 50 kg ha<sup>-1</sup>) reduzindo os custos com fertilizante e mantendo custos com corte das folhas da grama e irrigação.

No presente experimento a maior dose de N utilizada (duas aplicações de 200 kg ha<sup>-1</sup>) proporcionou uma TCS semelhante a atingida com a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup>. Cisar et al. (1991) classificaram a grama Santo Agostinho como de média exigência em fertilidade, devendo receber 150 a 300 kg ha<sup>-1</sup> de N para ser adubada adequadamente.

Aos 227 DAC também nenhum tratamento permitiu que a grama fosse cortada em tapete. Embora a TCS e a TCS<sub>2</sub> variaram com as doses de N, houve pequena alteração em relação aos 192 DAC (Tabela 6), e portanto, a aplicação da terceira parcela, em maio, parece não ter sido eficiente. A TCV, praticamente não se alterou de maio para junho.

A baixa temperatura predominante nesta época do ano (Figura 2) não permitiu uma resposta maior da grama quanto à TCS e a TCV, reduzindo ainda mais a eficiência da adubação. De acordo com Christians (1998), a adubação nitrogenada deve ser realizada quando a grama está em pleno crescimento, o que está relacionado com a temperatura do ar e do solo. Para Fender (2002) a aplicação do N para a grama Santo Agostinho somente deve ser realizada quando a temperatura mínima diária estiver maior que 15° C.

As doses de nitrogênio que proporcionaram as máximas TCS e TCS<sub>2</sub> (600 e 470 kg ha<sup>-1</sup> de N), calculadas com base nas equações ajustadas (Figura 10), podem conduzir a conclusões erradas, uma vez que praticamente não houve alteração nas taxas de cobertura do solo, de maio para junho, mesmo com a adição de 50 a 200 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 6). Do mesmo modo, a avaliação da TCS e TCS<sub>2</sub>, realizada aos 296 DAC, também pode levar à conclusões errôneas (Figura 11). Pelas equações ajustadas aos 296 DAC as doses que proporcionaram as máximas TCS e TCS<sub>2</sub> foram menores que as calculadas aos 227 DAC (404 e 430 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

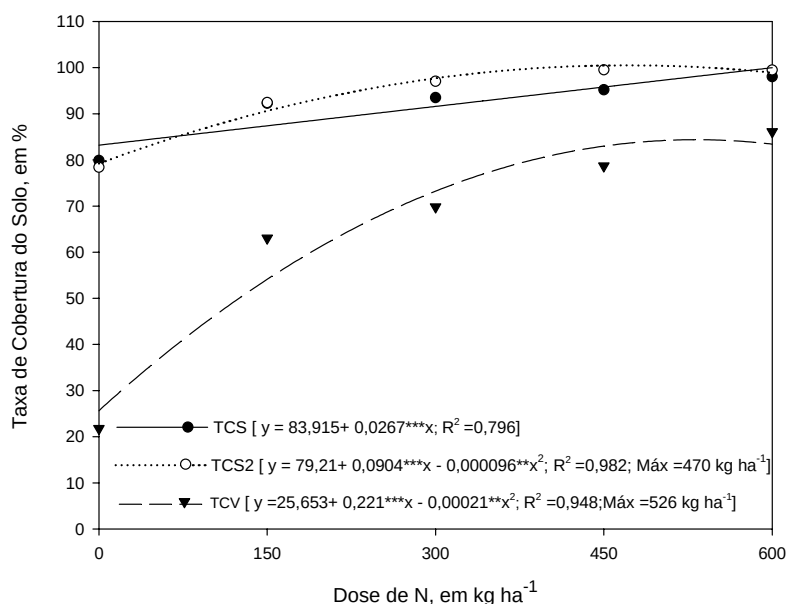


Figura 10. Taxa de cobertura do solo (TCS – método da seleção da grama + palha e TCS2 – método da seleção de solo) e taxa de cobertura verde (TCV), pela grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho), aos 227 dias após a colheita (junho/2003), em função das doses de N aplicadas.

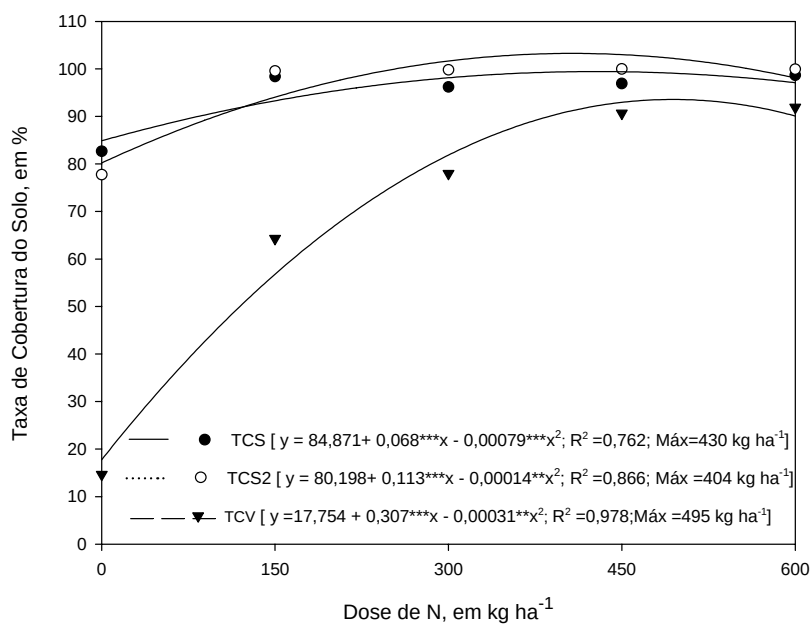


Figura 11. Taxa de cobertura do solo (TCS – método da seleção da grama + palha e TCS2 – método da seleção de solo) e taxa de cobertura verde (TCV), pela grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho), aos 296 dias após a colheita (setembro/2003), em função das doses de N aplicadas.

Por conseguinte, se a avaliação da taxa de cobertura fosse realizada somente em junho ou setembro, poderiam ser obtidas conclusões erradas para determinar a dose mais adequada que permita a produção do tapete de grama em menor tempo. Assim, foi muito importante o monitoramento da taxa de cobertura do solo pela grama, durante o ciclo de produção (Figura 9).

Considerando apenas a TCS, como a grama que recebeu  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N aos 192 DAC, conseguiu cobrir, aos 296 DAC, a mesma porcentagem de solo que a grama que recebeu  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , partindo de uma porcentagem menor de solo coberto (90,5% contra 97,6%), a terceira parcela da adubação nitrogenada não precisaria ser maior que  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ , desde que já se tenha atingido pelo menos 90% de cobertura. Charbonneau (2004) recomenda, para o Estado de Ontário, no sul do Canadá, a aplicação de N de  $70 \text{ kg ha}^{-1}$  se a taxa de cobertura pela grama for menor que 85% e  $35 \text{ kg ha}^{-1}$  se for maior que 85%.

Entretanto, no momento da colheita, aos 311 DAC, somente a grama que recebeu  $450 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, ou mais, formou tapetes íntegros que não se partiram com o manuseio durante a colheita (Figura 12). Como somente na grama com essa dose de N a TCV foi maior que 90% (uma semana antes da colheita), este valor pode ser considerado como referencial. Logo, pode-se considerar que a aplicação de  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ , na terceira parcela foi suficiente para o fechamento do tapete de grama Santo Agostinho, com boa coloração.

Portanto, como a TCS e a TCS<sub>2</sub> não permitiram tirar conclusões quanto a dose adequada para a produção da grama Santo Agostinho em tapete, aos 296 DAC a utilização da taxa de cobertura verde (TCV) como um índice de qualidade do tapete de grama, pode ser útil. De acordo com a equação ajustada (Figura 9), a aplicação de  $500 \text{ kg ha}^{-1}$ , divididos em três parcelas, permitiu a formação do tapete de grama, em 10 meses, com uma boa coloração verde (90% de verde). Esse tempo está abaixo da média, citada por Pimenta (2003) para colheita de gramas em tapete, no Brasil, que é de doze meses e pode variar com a espécie, as condições climáticas e o manejo. O tempo requerido para a formação do tapete de grama Santo Agostinho, para as condições do Estado de Louisiana, no centro-sul dos EUA, é de 10 a 18 meses após a colheita (Koske, 2004).

|                                                                                    |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |
| 150 kg ha <sup>-1</sup> de N                                                       | 300 kg ha <sup>-1</sup> de N                                                        |
|  |  |
| 450 kg ha <sup>-1</sup> de N                                                       | 600 kg ha <sup>-1</sup> de N                                                        |

Figura 12. Tapetes de grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho), colhidos aos 311 dias após a colheita do tapete anterior (setembro/2003), em função das doses de N aplicadas.

A eficiência da terceira aplicação poderia ter sido maior se aplicada em época de pleno crescimento da grama, como no início da primavera e, nesse caso, a dose necessária para atingir uma maior TCV talvez fosse menor. O aumento em 12% na TCV foi alcançado na grama que recebeu 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, no final de maio, (época de baixas temperaturas) cerca de quatro meses após a aplicação do fertilizante nitrogenado (Tabela 6), ao passo que, 100 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicados, parceladamente, em janeiro e março (época de altas temperaturas) proporcionou aumento na TCV de 30,5% até maio.

A adubação nitrogenada é ditada pela demanda do mercado. Em condições de grande demanda por tapete, podem ser aplicadas três vezes de 150 a 165 kg ha<sup>-1</sup> de N, possibilitando a produção de tapete de grama Santo Agostinho, com boa coloração em 10 meses. Quando a demanda é pequena, a adubação nitrogenada de cobertura pode ser



realizada com três aplicações de 50 a 100 kg ha<sup>-1</sup>, situação em que, o tempo de produção do tapete de grama pode ser maior que 10 meses.

Como descrito por Carrow et al. (2001), as doses de nitrogênio poderão ser ajustadas de acordo com a textura do solo, quantidade de chuva e/ou irrigação e o comprimento da estação de crescimento.

### **6.1.2 Fitomassa seca de raízes, estolões e folhas + caules**

Além da taxa de cobertura do solo deve-se levar em consideração a fitomassa seca produzida pela grama Santo Agostinho em função das doses de N. Segundo Koske (2004) a utilização de doses mais altas e freqüentes de N, na produção de grama em tapete, pode reduzir o tempo de produção. Todavia, doses excessivas de N, podem forçar um crescimento excessivo da parte aérea, em detrimento do sistema radicular, reduzindo a “liftability” do tapete (capacidade de ser manuseado sem quebrar).

As fitomassas secas das raízes e folhas + caules da grama Santo Agostinho foram alteradas pela adubação nitrogenada (Tabela 7). Somente a fitomassa seca dos estolões não foi influenciada, talvez pelo alto coeficiente de variação que não permitiu identificar o efeito. Para Christians (1998), o crescimento de raízes e dos rizomas é crítico no desenvolvimento de um tapete forte que se manterá firme (inteiro) na colheita.

De acordo com a equação ajustada da fitomassa seca em função das doses de N, (Figura 13), a maior fitomassa seca das raízes, das folhas + caules e total seria alcançada com as doses de N de 373, 370 e 389 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Considerando que a produção de estolões e raízes é a mais importante na produção de gramas, pode-se adequar as doses calculadas para o “fechamento” do tapete em menor tempo com as doses necessárias para produzir mais raízes. Considerando apenas a produção de raízes a aplicação de 373 kg ha<sup>-1</sup> de N parcelada durante o ciclo de produção, proporcionaria a maior fitomassa, de acordo com a equação ajustada (Figura 13). Para o Estado de Louisiana, centro-sul dos EUA, Koske (1994) recomendou para a produção de tapete de grama Santo Agostinho, a aplicação parcelada de 56 kg ha<sup>-1</sup> a cada seis ou oito semanas até a grama cobrir totalmente o solo. Considerando um ciclo de 10 meses seriam aplicados de 280 a 373 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Tabela 7. Resumo da análise variância e média dos resultados da fitomassa seca de raízes, estolões, folhas + caules e total da grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N, aos 296 DAC.

| Alegre, em função das doses de N, dos 250 DMS. |      |                                 |              |                 |              |
|------------------------------------------------|------|---------------------------------|--------------|-----------------|--------------|
| Causa da variação                              | G.L. | Fitomassa seca                  |              |                 |              |
|                                                |      | Raízes                          | Estolão      | Folhas + Caules | Total        |
| ----- Quadrado médio (significância) -----     |      |                                 |              |                 |              |
| Doses                                          | 4    | 293874,1 *                      | 2182935,2 ns | 2196057,0 *     | 11522639,0 * |
| Repetição                                      | 3    | 47034,1 ns                      | 145148,9 ns  | 11081,4         | 406272,8 ns  |
| Erro                                           | 12   | 61444,7                         | 890703,1     | 494230,6        | 3008538,8    |
| CV%                                            |      | 23,3                            | 39,8         | 29,4            | 29,8         |
| Média                                          |      | 1064                            | 2372         | 2389            | 5825         |
| Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )              |      | ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- |              |                 |              |
| 0                                              |      | 592                             | 1404         | 1170            | 3167         |
| 150                                            |      | 1198                            | 1900         | 2396            | 5494         |
| 300                                            |      | 1274                            | 3298         | 3167            | 7738         |
| 450                                            |      | 1150                            | 2761         | 2685            | 6595         |
| 600                                            |      | 1108                            | 2499         | 2526            | 6134         |

1. ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

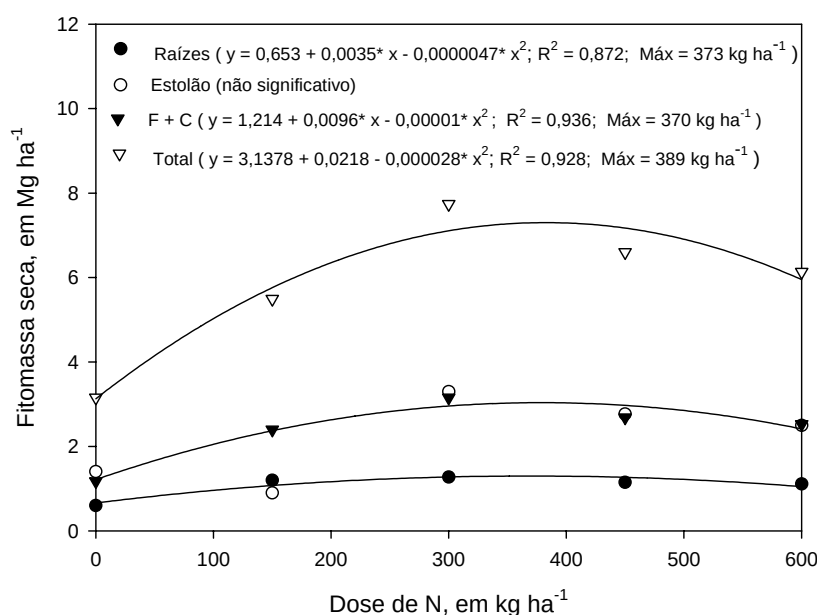


Figura 13. Fitomassa seca das raízes, estolões, folha + caules e total da grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho), aos 296 dias após a colheita (setembro/2003), em função das doses de N.

Por conseguinte, a aplicação de duas parcelas de 150 kg ha<sup>-1</sup>, em janeiro e março, para acelerar a cobertura do solo pela grama e, conseqüentemente, a formação do tapete, poderia ser complementada por 70 kg ha<sup>-1</sup> de N, totalizando 370 kg ha<sup>-1</sup>, dose

calculada como adequada para permitir uma maior fitomassa de raízes que poderão aumentar o pegamento do tapete após o transplântio.

### 6.1.3 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar

A concentração de N na lâmina foliar da grama Santo Agostinho foi significativamente influenciada pelas doses de N em todas as datas de amostragem (Tabela 8). Aos 124 e aos 296 DAC houve aumento linear da concentração de N na lâmina foliar, com o acréscimo de N, de 1,5 e 2,2 g kg<sup>-1</sup> a cada 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente (Figura 14).

Tabela 8. Resumo da análise variância e média dos resultados da concentração de N e P na lâmina foliar da *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho), em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.

| Concentração do Nutriente na Lâmina Foliar |      |                                            |         |              |         |              |         |              |         |
|--------------------------------------------|------|--------------------------------------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| Causa da<br>variação                       | G.L. | Época (dias após o corte)                  |         |              |         |              |         |              |         |
|                                            |      | Mar/03 (124)                               |         | Mai/03 (192) |         | Jun/03 (227) |         | Set/03 (296) |         |
|                                            |      | Nutriente                                  |         |              |         |              |         |              |         |
|                                            |      | N                                          | P       | N            | P       | N            | P       | N            | P       |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |      |                                            |         |              |         |              |         |              |         |
| Doses                                      | 4    | 51,9 **                                    | 0,02 ns | 116,5***     | 0,08 ns | 244,6***     | 0,38 ** | 114,2***     | 0,06 ns |
| Repetição                                  | 3    | 2,2 ns                                     | 0,04 ns | 2,3 ns       | 0,19 ns | 2,7 ns       | 0,13 ns | 2,2          | 0,19 ns |
| Erro                                       | 12   | 4,6                                        | 0,08    | 2,3          | 0,04    | 1,8          | 0,04    | 2,1          | 0,05    |
| CV%                                        |      | 9,5                                        | 12,5    | 6,7          | 10,1    | 5,35         | 8,2     | 7,0          | 11,3    |
| Média                                      |      | 22                                         | 2,3     | 23           | 2,0     | 25           | 2,3     | 21           | 2,0     |
| Doses de N                                 |      | Concentração do Nutriente na Lâmina Foliar |         |              |         |              |         |              |         |
| ----- kg ha <sup>-1</sup> -----            |      | ----- g kg <sup>-1</sup> -----             |         |              |         |              |         |              |         |
| 0                                          |      | 18                                         | 2,3     | 15           | 2,3     | 14           | 2,0     | 14           | 2,0     |
| 150                                        |      | 21                                         | 2,3     | 20           | 1,9     | 20           | 2,0     | 17           | 1,8     |
| 300                                        |      | 22                                         | 2,3     | 26           | 1,9     | 27           | 2,5     | 22           | 2,0     |
| 450                                        |      | 25                                         | 2,4     | 27           | 2,1     | 32           | 2,6     | 25           | 2,1     |
| 600                                        |      | 27                                         | 2,4     | 27           | 2,1     | 32           | 2,5     | 27           | 2,2     |

1. ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

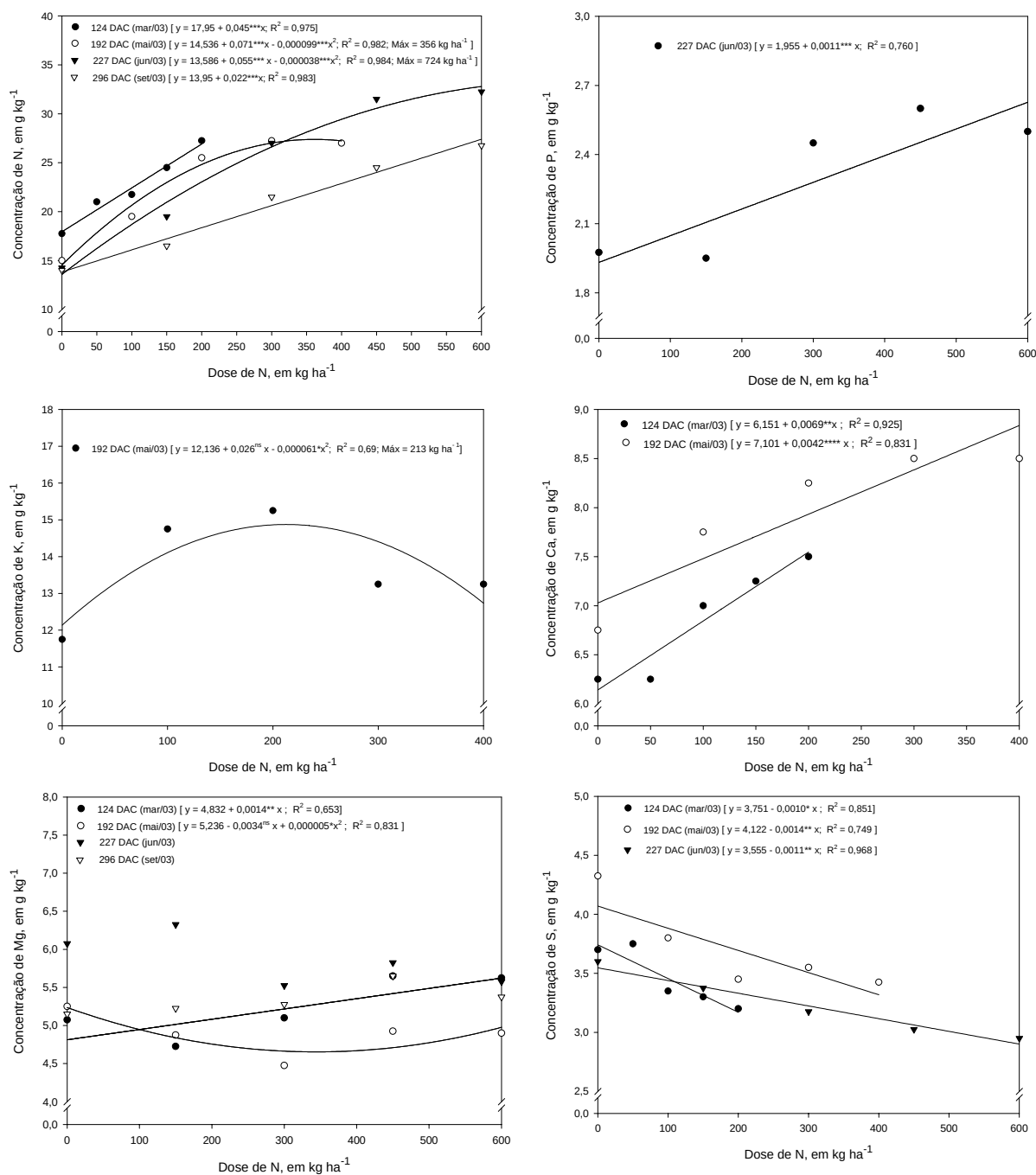


Figura 14. Concentração de N, P, K, Ca, Mg e S na lâmina foliar da grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho), aos 296 dias após a colheita (setembro/2003), em função das doses de N.

A faixa da concentração de N na lâmina foliar que proporcionou mais que 90% de cobertura do solo pela grama (TCS), em maio e junho (Figura 15), foi de 20 a 26

$\text{g kg}^{-1}$ , igual à considerada ideal pela Universidade de Clemson, nos EUA (Clemson University, 2004). As concentrações de N na lâmina foliar de 14 a 19  $\text{g kg}^{-1}$  que não proporcionaram 90% de cobertura do solo pela grama (TCS) em maio e junho podem ser adotadas para expressar a condição de deficiência de N.

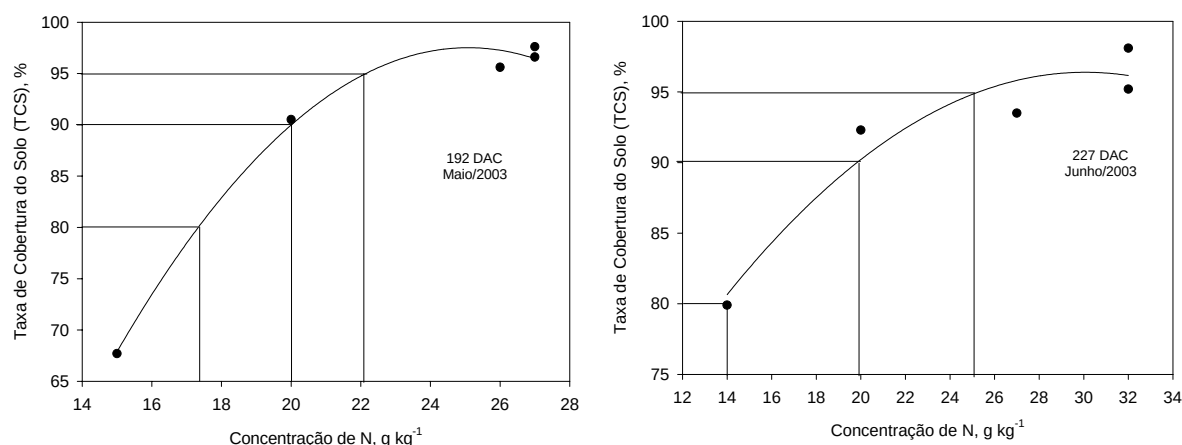


Figura 15. Taxa de cobertura do solo em função da concentração de N na lâmina foliar da grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho), aos 192 e 227 dias após a colheita.

McCrimonn (2004) encontrou concentrações de N na lâmina foliar, para a grama Santo Agostinho, submetida à alta e baixa dose de N, respectivamente, de 20,4 a 24,7 e de 16,9 a 18,3  $\text{g kg}^{-1}$  para a cultivar “Palmetto” e de 22,8 a 26,5 e de 15,9 a 18,4  $\text{g kg}^{-1}$  para a cultivar “Raleigh”. No Brasil, existe apenas uma cultivar da grama Santo Agostinho sendo comercializada (cultivar chamado Santo Agostinho) e as concentrações de N foram mais semelhantes a cultivar “Raleigh”.

A concentração de P na lâmina foliar somente foi influenciada pela dose de N aos 227 DAC (Tabela 8), aumentando linearmente com as doses de N (Figura 14). Como o P entra em contato com as raízes por difusão, para ser absorvido depende muito da área e da atividade do sistema radicular, principalmente em junho, com a ocorrência de baixas temperaturas, o que pode ter sido favorecido com as maiores doses de N.

A concentração média de P para as gramas de todos os tratamentos variou de 2,0 a 2,3  $\text{g kg}^{-1}$  e foi semelhante ao encontrado por Piedade (2004) e está dentro da faixa considerada ideal (2,0 a 5,0  $\text{g kg}^{-1}$ ) por Mills & Jones (1996) e pela Clemson University (2004) (2,3 a 4,0  $\text{g kg}^{-1}$ ). McCrimonn (2004) encontrou concentrações de P acima do

encontrado no presente experimento, variando entre 2,7 e 3,1 g kg<sup>-1</sup> para a cultivar “Palmetto” e entre 3,3 e 3,8 g kg<sup>-1</sup> para a cultivar “Raleigh”.

Embora a concentração de K na lâmina foliar não tenha sido influenciado pelas doses de N (Tabela 9), houve o ajuste quadrático da concentração de K em função das doses de N, aos 192 DAC, no qual a máxima concentração foi obtida com a dose de 213 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 14).

Tabela 9. Resumo da análise variância e média dos resultados do concentração de K e Ca na lâmina foliar da grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho), em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.

| Concentração do Nutriente na Lâmina Foliar    |      |                                |        |            |        |             |        |                |        |
|-----------------------------------------------|------|--------------------------------|--------|------------|--------|-------------|--------|----------------|--------|
| Causa da<br>variação                          | G.L. | Época (dias após o corte)      |        |            |        |             |        |                |        |
|                                               |      | Março (124)                    |        | Maio (192) |        | Junho (227) |        | Setembro (296) |        |
|                                               |      | Nutriente                      |        |            |        |             |        |                |        |
|                                               |      | K                              | Ca     | K          | Ca     | K           | Ca     | K              | Ca     |
| ----- Quadrado médio (significância) -----    |      |                                |        |            |        |             |        |                |        |
| Doses                                         | 4    | 13,2 ns                        | 1,3 ns | 7,7 ns     | 2,2 ** | 3,7 ns      | 1,3 ns | 5,6 ns         | 1,1 ns |
| Repetição                                     | 3    | 2,2 ns                         | 0,3 ns | 4,5 ns     | 0,2 ns | 4,1 ns      | 0,2 ns | 1,5 ns         | 0,7 ns |
| Erro                                          | 12   | 7,1                            | 0,7    | 2,5        | 0,3    | 3,3         | 1,1    | 7,5            | 0,8    |
| CV%                                           |      | 20,3                           | 12,1   | 11,7       | 7,0    | 13,6        | 13,2   | 18,8           | 10,9   |
| Média                                         |      | 13                             | 7      | 14         | 8      | 13          | 8      | 15             | 8      |
| Doses de N<br>----- kg ha <sup>-1</sup> ----- |      | ----- g kg <sup>-1</sup> ----- |        |            |        |             |        |                |        |
| 0                                             |      | 15                             | 6      | 12         | 7      | 12          | 8      | 15             | 8      |
| 150                                           |      | 15                             | 6      | 15         | 8      | 14          | 9      | 17             | 8      |
| 300                                           |      | 14                             | 7      | 15         | 8      | 14          | 8      | 14             | 8      |
| 450                                           |      | 11                             | 7      | 13         | 9      | 13          | 8      | 14             | 9      |
| 600                                           |      | 12                             | 8      | 13         | 9      | 14          | 7      | 14             | 9      |

1. ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

A concentração de K médio para as gramas de todos os tratamentos variou de 13 a 15 g kg<sup>-1</sup>, bem abaixo da considerada ideal (20 a 40 g kg<sup>-1</sup>) por Mills & Jones (1996). No entanto, está dentro da faixa recomendada pela Universidade de Clensom de 12 a 20 g kg<sup>-1</sup>. Concentrações observadas por McCrimmon (2004) variaram de 17,8 a 19,5; 21,6 a 23,1 para as cultivares Palmetto e Raleigh, respectivamente. Broschat & Elliot (2004) encontraram valores de 19,2 a 23,9 g kg<sup>-1</sup> para a cultivar Floratam. Assim, a adubação potássica (110 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) utilizada não foi suficiente para manter as concentrações de K dentro da faixa adequada, embora segundo Villas Bôas & Godoy (2004) o K não influencia o

crescimento da grama e nem a velocidade de formação do tapete de grama, podendo influenciar outras características da planta como a perda de água por transpiração.

A concentração de Ca na lâmina foliar somente foi influenciada pelas doses de N aos 192 DAC (Tabela 9), embora tenha ocorrido aumento linear da concentração de Ca com as doses de N aos 124 e 192 DAC (Figura 14). Como o Ca é praticamente imóvel na planta, concentrações mais altas de Ca na folha são dependentes de uma boa disponibilidade do elemento no solo e, conseqüentemente de sua absorção, o que pode ter sido favorecido pela maior disponibilidade do N no solo, proporcionado pelas maiores doses de N. A absorção do Ca, que é um cátion, pode ser maximizada quando acompanhada de  $\text{NO}_3^-$ , segundo Malavolta et al. (1997).

As concentrações médias de Ca e Mg para as gramas de todos os tratamentos (Tabelas 9 e 10) variaram, com o decorrer do experimento, respectivamente de 7 a 8 g kg<sup>-1</sup> e de 4,9 a 5,6 g kg<sup>-1</sup>, que são consideradas altas quando comparadas às recomendadas por Mill & Jones (1996) e encontradas por McCrimmon (2004) e Broschat & Elliot (2004).

Tabela 10. Resumo da análise variância e média dos resultados da concentração de Mg e S na lâmina foliar da grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.

|                                            |           | Concentração do Nutriente na Lâmina Foliar |        |            |        |             |        |                |        |
|--------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|--------|------------|--------|-------------|--------|----------------|--------|
| Causa da<br>variação                       | G.L.<br>. | Época (dias após o corte)                  |        |            |        |             |        |                |        |
|                                            |           | Março (124)                                |        | Maio (192) |        | Junho (227) |        | Setembro (296) |        |
|                                            |           | Nutriente                                  |        |            |        |             |        |                |        |
|                                            |           | Mg                                         | S      | Mg         | S      | Mg          | S      | Mg             | S      |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |           |                                            |        |            |        |             |        |                |        |
| Doses                                      | 4         | 0,6 *                                      | 0,3 ns | 0,3 *      | 0,6 ns | 0,5 ns      | 0,3 ** | 0,2 ns         | 0,1 ns |
| Repetição                                  | 3         | 0,1 ns                                     | 0,5 ns | 0,1 ns     | 0,1 ns | 0,1 ns      | 0,1 ns | 0,4 ns         | 0,1 ns |
| Erro                                       | 12        | 0,2                                        | 0,1    | 0,1        | 0,2    | 0,5         | 0,1    | 0,7            | 0,1    |
| CV%                                        |           | 7,7                                        | 11,2   | 5,6        | 11,3   | 12,1        | 5,1    | 15,7           | 11,3   |
| Média                                      |           | 5,2                                        | 3,5    | 4,9        | 3,7    | 5,9         | 3,2    | 5,3            | 2,8    |
| Doses de N                                 |           |                                            |        |            |        |             |        |                |        |
| ----- kg ha <sup>-1</sup> -----            |           | ----- g kg <sup>-1</sup> -----             |        |            |        |             |        |                |        |
| 0                                          |           | 5,1                                        | 3,7    | 5,3        | 4,3    | 6,1         | 3,6    | 5,2            | 3,0    |
| 150                                        |           | 4,7                                        | 3,8    | 4,9        | 3,8    | 6,3         | 3,4    | 5,2            | 2,6    |
| 300                                        |           | 5,1                                        | 3,4    | 4,5        | 3,5    | 5,5         | 3,2    | 5,2            | 2,7    |
| 450                                        |           | 5,7                                        | 3,3    | 4,9        | 3,6    | 5,8         | 3,0    | 5,7            | 2,7    |
| 600                                        |           | 5,6                                        | 3,2    | 4,9        | 3,4    | 5,6         | 3,0    | 5,4            | 2,9    |

1. ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

Ao contrário das concentrações de N, P e Ca houve um decréscimo linear das concentrações de S com as doses de N (Figura 14) nas datas de amostragem, com exceção dos 296 DAC.

A concentração média de S para as gramas de todos os tratamentos variou, com o decorrer do experimento, de 2,8 a 3,5 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 11), concentrações consideradas altas quando comparadas à faixa de 1,5 a 2,5 g kg<sup>-1</sup>, recomendada por Clemson (2004). No entanto, os valores são semelhantes aos encontrados por McCrimmon (2004) de 2,8 a 3,2 g kg<sup>-1</sup> para a cultivar Palmetto e de 3,2 a 3,5 para cultivar Raleigh.

Como não existem na literatura nacional concentrações de macronutrientes considerados adequados para a grama Santo Agostinho, as concentrações obtidas no experimento poderão ser adotadas como um primeiro indicativo do estado nutricional da grama para as condições brasileiras. Como o ciclo de produção de grama é longo, por volta de 10 a 12 meses, a análise da concentração de nutrientes na folha poderá ser um bom indicativo para ajustar a adubação nitrogenada e potássica, que são parceladas durante o ciclo.

#### **6.1.4 Intensidade da Cor Verde da Folha**

As doses de N influenciaram significativamente a intensidade da cor verde de folha (ICV) da grama Santo Agostinho, medido através do clorofilômetro, em todas épocas de amostragem (Tabela 11). Aos 124 e 296 DAC houve um incremento linear da ICV com o aumento das doses de N (Figura 16).

Embora, segundo Christians (1998), a cor verde das folhas não é importante no sistema de produção de grama, a não ser há alguns dias antes da colheita para a comercialização, a manutenção da cor verde mais intensa significa manter maiores concentrações de clorofila, que pode favorecer maior taxa fotossintética e, conseqüentemente, maior produção de carboidratos e enraizamento mais rápido dos tapetes após o transplântio.

Rodrigues & MacCarty (2000) encontraram variação dos valores do clorofilômetro com as doses de N na grama Santo Agostinho e correlações com altos coeficientes entre estes valores e a concentração de clorofila ( $r^2 = 0,79$ ), índice de qualidade visual do gramado ( $r^2 = 0,74$ ) e a concentração de N na folha ( $r^2 = 0,71$ ).



Tabela 11. Resumo da análise variância e média dos resultados da intensidade da cor verde da folha da grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.

| Causa da<br>variação                       | G.L. | Intensidade da Cor Verde da Folha |            |             |                |
|--------------------------------------------|------|-----------------------------------|------------|-------------|----------------|
|                                            |      | Época (dias após o corte)         |            |             |                |
|                                            |      | Março (124)                       | Maio (192) | Junho (227) | Setembro (296) |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |      |                                   |            |             |                |
| Doses                                      | 4    | 83,1 **                           | 289,5 ***  | 264,4 ***   | 246,3 ***      |
| Repetição                                  | 3    | 2,1 ns                            | 2,8 ns     | 2,3 ns      | 0,4 ns         |
| Erro                                       | 12   | 5,6                               | 7,1        | 6,4         | 5,0            |
| CV%                                        |      | 6,4                               | 6,4        | 5,6         | 5,,2           |
| Média                                      |      | 37,2                              | 41,5       | 45,7        | 43,1           |
| ----- Unidades SPAD -----                  |      |                                   |            |             |                |
| Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )          |      |                                   |            |             |                |
| 0                                          |      | 30,6                              | 27,8       | 32,8        | 33,0           |
| 150                                        |      | 35,6                              | 38,7       | 42,7        | 37,1           |
| 300                                        |      | 36,8                              | 46,8       | 49,3        | 44,7           |
| 450                                        |      | 40,9                              | 46,7       | 51,2        | 49,8           |
| 600                                        |      | 42,0                              | 47,7       | 52,4        | 50,7           |

ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

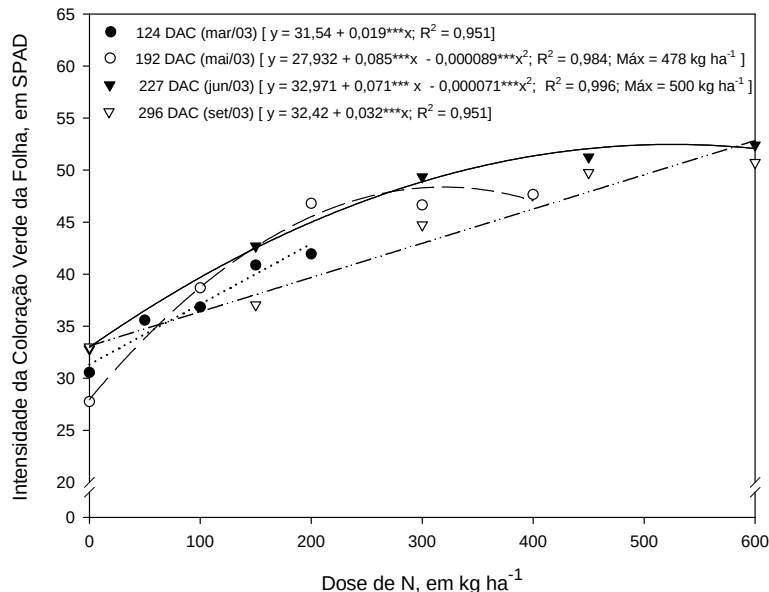


Figura 16. Intensidade da cor verde da grama (ICV) *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.

A quantidade de luz verde da folha (G) não foi influenciada pelas doses de N em qualquer das três épocas de avaliação (Tabela 12), assim como não foi possível

ajuste linear ou quadrático em função das doses de N. Dessa forma esta característica não serve como ferramenta para avaliar a cor verde da grama Santo Agostinho.

Segundo Karcher & Richardson (2003), embora pareça ser intuitiva a utilização somente da quantidade de luz verde para quantificar a cor verde da imagem, as intensidades da luz vermelha e da azul podem confundir como que a cor verde aparece na imagem.

Tabela 12. Resumo da análise variância e média dos resultados da cor verde (G), do matiz da cor verde (H) e do índice de cor verde escuro (ICVE) da folha grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N, em três datas de avaliação.

| Causa da variação                          | G.L. | Coloração Verde da Folha  |           |          |         |          |          |          |          |          |
|--------------------------------------------|------|---------------------------|-----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                            |      | Época (dias após o corte) |           |          |         |          |          |          |          |          |
|                                            |      | Maio                      |           |          | Junho   |          |          | Setembro |          |          |
|                                            |      | Método                    |           |          | Método  |          |          | Método   |          |          |
|                                            |      | G                         | H         | ICVE     | G       | H        | ICVE     | G        | H        | ICVE     |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |      |                           |           |          |         |          |          |          |          |          |
| Doses                                      | 4    | 39,0 ns                   | 166,6 *** | 0,01***  | 33,8 ns | 274,2 ** | 0,01 *** | 124,6 ns | 266,8 ** | 0,01 **  |
| Repetição                                  | 3    | 33,3 ns                   | 1,0 ns    | 0,001 ns | 24,7 ns | 47,7 ns  | 0,001 ns | 46,2 ns  | 98,1 ns  | 0,002 ns |
| Erro                                       | 12   | 46,0 ns                   | 7,8       | 0,003 ns | 44,0 ns | 46,1     | 0,001    | 45,7 ns  | 24,5     | 0,001    |
| CV%                                        |      | 4,5                       | 3,8       | 3,6      | 4,5     | 9,0      | 7,2      | 4,4      | 6,6      | 7,1      |
| Média                                      |      | 149                       | 74        | 0,43     | 149     | 75       | 0,43     | 153      | 76       | 0,43     |
| Doses de N                                 |      | adim.                     | graus     | adim.    | adim.   | graus    | adim.    | adim.    | graus    | adim.    |
| ----- kg ha <sup>-1</sup> -----            |      |                           |           |          |         |          |          |          |          |          |
| 0                                          |      | 150                       | 65        | 0,36     | 150     | 65       | 0,36     | 145      | 64       | 0,36     |
| 150                                        |      | 153                       | 72        | 0,40     | 153     | 71       | 0,40     | 151      | 72       | 0,41     |
| 300                                        |      | 146                       | 75        | 0,43     | 146     | 75       | 0,44     | 156      | 77       | 0,44     |
| 450                                        |      | 147                       | 78        | 0,45     | 147     | 86       | 0,50     | 159      | 82       | 0,46     |
| 600                                        |      | 150                       | 81        | 0,47     | 149     | 82       | 0,47     | 156      | 84       | 0,48     |

ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F;

ICV - Intensidade da cor verde, medida pelo clorofilômetro, em unidades SPAD;

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

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

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

Já a matiz da cor verde da imagem da grama (H) e o Índice de Cor Verde Escuro (ICVE), ambos calculados a partir da quantidade de luz vermelha, verde e azul, variaram significativamente com as doses de N, nas três épocas de avaliação. Tanto a matiz da

cor verde (H) e o ICVE foram ajustados linearmente em função das doses de N, nas três épocas da avaliação, com altos coeficientes de determinação (Figura 17).

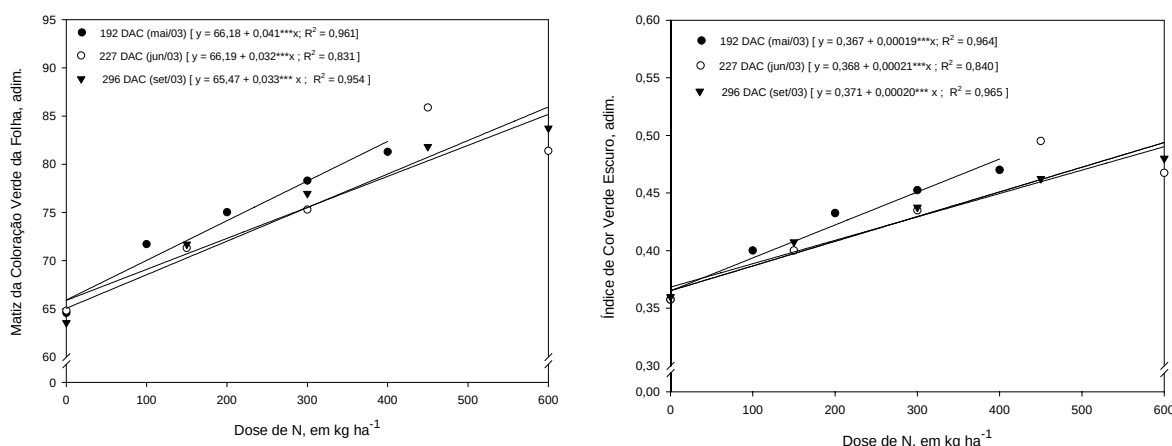


Figura 17. Matiz da cor verde (H) e o Índice de Cor Verde Escuro (ICVE) da grama (*Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.

Karcher & Richardson (2004) encontraram valores de matiz da cor verde variando de 83,6° a 86,6° para as doses de N de 48, 72 e 96 kg ha<sup>-1</sup> em gramado formado de *Zoysia japonica* Steud. Os valores encontrados no presente experimento variaram de 64 a 84° com o as doses de N, sendo o menor valor atribuído à grama que não recebeu o adubo nitrogenado em cobertura, e o maior à grama com três aplicações de N de 200 kg ha<sup>-1</sup>, em 6 meses. O valor de 64° está bem próximo do valor da cor amarela (60°), caracterizando a clorose das folhas sintoma típico da deficiência de N, causado pela redução na concentração de clorofila. O valor de 84° para a grama Santo Agostinho adubada com 600 kg ha<sup>-1</sup> de N esperava-se ser maior, visto que, caracteristicamente, as folhas da grama Santo Agostinho apresentavam uma cor verde mais escura que a *Zoysia*.

Os valores do ICVE variaram de 0,36, para a grama que não recebeu a adubação nitrogenada de cobertura (provavelmente, deficiente em N), a 0,48 na que foi adubada com a maior dose de N. Esses valores são semelhantes aos encontrados por Karcher e Richardson (2003) para a grama “creeping bentgrass” (*Agrostis palustris* L.) que variou de 0,37 a 0,50, respectivamente, para a condição de não adubação com nitrogênio e para a aplicação da maior dose (600 kg ha<sup>-1</sup>).

Comparando os métodos quanto ao coeficiente de variação, não há grandes diferenças entre a ICV, a matiz (H), e o ICVE (Tabelas 11 e 12). Os índices ICV, matiz (H) e ICVE podem ser utilizados para quantificar a cor verde da folha da grama Santo Agostinho e podem servir como mais um índice para auxiliar na calibração da dose de N para essa grama. Embora a ICV, determinada pelo clorofilômetro, seja uma medida instantânea, podendo ser realizada no campo, a dificuldade de leitura, devido ao tamanho reduzido da folha da grama, o preço do aparelho (aproximadamente, US\$ 1.600,00) e a dificuldade da aquisição do clorofilômetro (que somente pode ser comprado por importação), torna mais vantajosa a utilização dos outros índices. Tanto a matiz (H) como o ICVE foram obtidos a partir da análise da imagem digital e, embora seja um método mais trabalhoso e não instantâneo, requer equipamentos de mais fácil aquisição, de menor custo (uma máquina digital custa cerca de US\$ 300,00 e a análise da imagem digital e o cálculo dos índices podem ser feitos em qualquer computador moderno).

#### **6.1.5 Acúmulo de macronutrientes nas raízes, estolões e folhas + caules**

A quantidade total acumulada de macronutrientes pode dar uma idéia da quantidade a ser repostada no próximo ciclo, após a exportação dos nutrientes com a colheita do tapete. Além da grama, existe ainda exportação de nutrientes com o solo aderido no tapete, que não foi determinada.

A quantidade de N acumulada nas raízes, nos estolões e nas folhas + caules variou significativamente como as doses de N (Tabelas 13, 14, 15 e 16). Somente a quantidade de N acumulada nas folhas + caules aumentou linearmente com as doses de N, atingindo, de acordo com a equação ajustada, aproximadamente,  $55 \text{ kg ha}^{-1}$  de N com a dose de  $600 \text{ kg ha}^{-1}$ . A quantidade de N acumulada nas raízes, nos estolões e total foi ajustada de forma quadrática em função das doses de N e os maiores valores de acúmulo de N foram atingidos nas doses de N de 450, 403 e  $430 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente (Figura 18).

Apesar da necessidade de dose maior que  $350 \text{ kg N ha}^{-1}$  ser necessária para a produção do tapete de grama Santo Agostinho a maior quantidade de N acumulada na grama foi de  $124 \text{ kg ha}^{-1}$ . Esta baixa eficiência de aproveitamento do fertilizante nitrogenado pode ser atribuída a alguns fatores: na quantidade total de N acumulada não foi adicionada a

quantidade de N nas aparas cortadas; o pH mais baixo que pode reduzir a eficiência de absorção dos nutrientes e a existência de uma camada compactada do solo, que reduz a aeração e conseqüentemente a absorção e favorece as perdas de N por desnitrificação.

Tabela 13. Resumo da análise variância e média dos resultados do acúmulo de macronutrientes nas raízes da grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N.

| Causa da variação                 | G.L. | Quantidade de Macronutriente Acumulada pelas Raízes |         |        |        |        |        |
|-----------------------------------|------|-----------------------------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
|                                   |      | N                                                   | P       | K      | Ca     | Mg     | S      |
|                                   |      | ----- Quadrado médio (significância) -----          |         |        |        |        |        |
| Doses                             | 4    | 69,4 **                                             | 0,27 ** | 3,8 *  | 1,7 ns | 0,4 *  | 0,5 *  |
| Repetição                         | 3    | 8,6                                                 | 0,05 ns | 0,9 ns | 0,6 ns | 0,1 ns | 0,1 ns |
| Erro                              | 12   | 12,1                                                | 0,04    | 0,7    | 0,9    | 0,1    | 0,1    |
| CV%                               |      | 29,0                                                | 24,6    | 31,1   | 23,1   | 38,2   | 27,3   |
| Média                             |      | 12,0                                                | 0,8     | 2,7    | 4,2    | 0,8    | 1,2    |
| Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) |      | ----- kg ha <sup>-1</sup> -----                     |         |        |        |        |        |
| 0                                 |      | 5,5                                                 | 0,4     | 1,7    | 3,1    | 0,4    | 0,6    |
| 150                               |      | 10,4                                                | 0,9     | 2,9    | 4,4    | 0,6    | 1,2    |
| 300                               |      | 14,4                                                | 1,1     | 4,2    | 4,5    | 1,2    | 1,5    |
| 450                               |      | 15,8                                                | 0,9     | 2,8    | 4,4    | 0,9    | 1,5    |
| 600                               |      | 15,1                                                | 0,8     | 2,1    | 4,6    | 0,8    | 1,2    |

1. ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

Tabela 14. Resumo da análise variância e média dos resultados do acúmulo de macronutrientes nos estolões da grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N.

| Causa da variação                 | G.L. | Quantidade de Macronutriente Acumulada pelos Estolões |        |         |         |        |        |
|-----------------------------------|------|-------------------------------------------------------|--------|---------|---------|--------|--------|
|                                   |      | N                                                     | P      | K       | Ca      | Mg     | S      |
|                                   |      | ----- Quadrado médio (significância) -----            |        |         |         |        |        |
| Doses                             | 4    | 2115,6 **                                             | 2,1 ns | 26,7 ns | 57,3 ** | 5,2 ns | 1,9 ns |
| Repetição                         | 3    | 114,1 ns                                              | 0,5 ns | 3,7 ns  | 0,6 ns  | 0,2 ns | 0,2 ns |
| Erro                              | 12   | 347,3                                                 | 0,9    | 23,6    | 6,5     | 2,6    | 1,4    |
| CV%                               |      | 45,4                                                  | 39,0   | 51,9    | 36,9    | 43,2   | 38,3   |
| Média                             |      | 41,0                                                  | 2,5    | 9,3     | 6,9     | 3,7    | 3,1    |
| Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) |      | ----- kg ha <sup>-1</sup> -----                       |        |         |         |        |        |
| 0                                 |      | 12,8                                                  | 1,7    | 10,5    | 2,6     | 2,3    | 2,4    |
| 150                               |      | 23,7                                                  | 2,3    | 8,4     | 3,4     | 3,0    | 2,5    |
| 300                               |      | 67,7                                                  | 3,6    | 13,3    | 7,5     | 5,3    | 4,0    |
| 450                               |      | 58,5                                                  | 2,7    | 7,7     | 10,0    | 4,3    | 3,6    |
| 600                               |      | 42,6                                                  | 2,2    | 6,9     | 11,0    | 3,7    | 2,9    |

1. ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

Tabela 15. Resumo da análise variância e média dos resultados do acúmulo de macronutrientes nas folhas + caules grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N.

| Causa da variação                 | G.L. | Quantidade de Macronutriente Acumulada por Folhas + Caules |        |         |         |         |        |
|-----------------------------------|------|------------------------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|--------|
|                                   |      | N                                                          | P      | K       | Ca      | Mg      | S      |
|                                   |      | ----- Quadrado médio (significância) -----                 |        |         |         |         |        |
| Doses                             | 4    | 1058,8 **                                                  | 3,8 *  | 41,3 ns | 212,1 * | 14,6 ns | 7,3 *  |
| Repetição                         | 3    | 0,2 ns                                                     | 0,2 ns | 8,1 ns  | 6,1 ns  | 0,4 ns  | 0,2 ns |
| Erro                              | 12   | 129,5                                                      | 1,0    | 16,7    | 45,5    | 4,8     | 2,1    |
| CV%                               |      | 32,5                                                       | 35,0   | 39,8    | 29,2    | 40,4    | 33,1   |
| Média                             |      | 35,0                                                       | 2,9    | 10,3    | 23,1    | 5,4     | 4,4    |
| Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) |      | ----- kg ha <sup>-1</sup> -----                            |        |         |         |         |        |
| 0                                 |      | 11,0                                                       | 1,2    | 6,5     | 11,1    | 2,5     | 2,2    |
| 150                               |      | 25,6                                                       | 2,8    | 12,9    | 22,7    | 5,0     | 4,1    |
| 300                               |      | 42,7                                                       | 3,6    | 13,9    | 30,1    | 7,6     | 5,7    |
| 450                               |      | 48,5                                                       | 3,5    | 10,6    | 27,5    | 6,4     | 5,1    |
| 600                               |      | 47,4                                                       | 3,3    | 7,5     | 24,1    | 5,5     | 4,8    |

1. ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

Tabela 16. Resumo da análise variância e média dos resultados do acúmulo total de macronutrientes na grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N.

| Causa da variação                 | G.L. | Quantidade de Macronutriente Acumulada pela Grama |        |          |          |         |         |
|-----------------------------------|------|---------------------------------------------------|--------|----------|----------|---------|---------|
|                                   |      | N                                                 | P      | K        | Ca       | Mg      | S       |
|                                   |      | ----- Quadrado médio (significância) -----        |        |          |          |         |         |
| Doses                             | 4    | 7073,8 **                                         | 13,7 * | 135,0 ns | 469,8 ** | 44,7 ns | 21,2 ns |
| Repetição                         | 3    | 174,0 ns                                          | 1,9 ns | 30,3     | 10,0 ns  | 1,5 ns  | 1,1 ns  |
| Erro                              | 12   | 915, 2                                            | 3,7    | 78,6     | 84,0     | 14,8    | 6,8     |
| CV%                               |      | 34,4                                              | 31,2   | 39,8     | 26,8     | 38,7    | 30,3    |
| Média                             |      | 88,1                                              | 6,2    | 22,3     | 34,2     | 9,9     | 8,6     |
| Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) |      | ----- kg ha <sup>-1</sup> -----                   |        |          |          |         |         |
| 0                                 |      | 29,2                                              | 3,3    | 18,6     | 16,8     | 5,8     | 5,2     |
| 150                               |      | 59,6                                              | 5,9    | 24,1     | 30,4     | 8,7     | 7,8     |
| 300                               |      | 124,7                                             | 8,3    | 31,4     | 42,1     | 14,2    | 11,1    |
| 450                               |      | 122,8                                             | 7,1    | 21,1     | 41,9     | 11,6    | 10,2    |
| 600                               |      | 104,0                                             | 6,2    | 16,6     | 39,6     | 10,1    | 8,9     |

1. ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

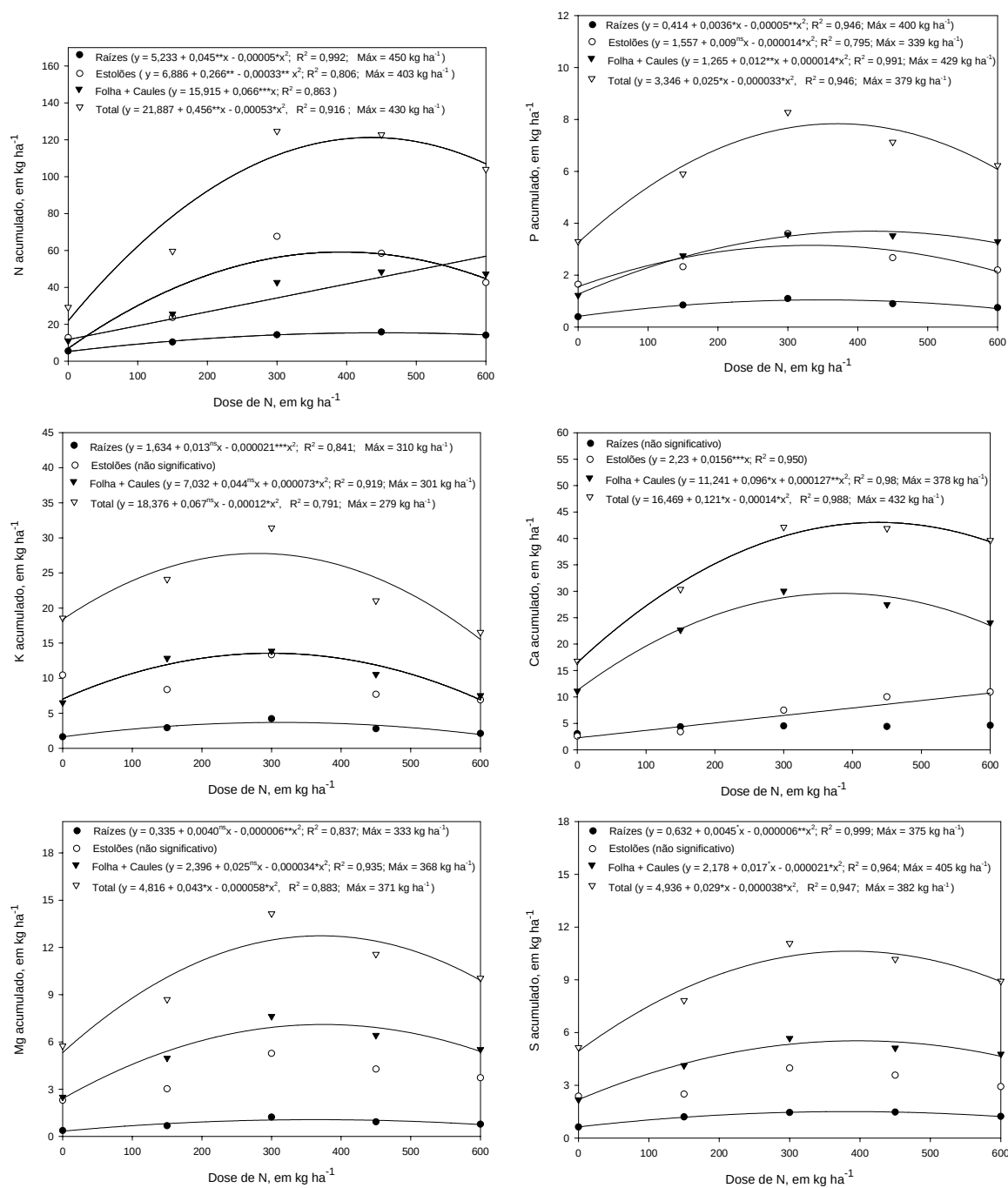


Figura 18. Acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S nas raízes, estolões, folhas + caules e total na grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) em função das doses de N, em quatro datas de avaliação.

De um modo geral, as quantidades de macronutrientes acumuladas nas raízes, estolões e folhas + caules foram ajustadas de acordo com o modelo quadrático (Figura 18). O conhecimento do acúmulo de macronutrientes nas partes da grama pode possibilitar o entendimento de fatores relacionados à nutrição mineral da cultura e conseqüentemente da adubação.

## **6.2 EXPERIMENTO “Parcelamento e doses de N na produção de tapete da grama *Zoysia japonica* Steudel (Esmeralda)”**

### **6.2.1 Taxa de cobertura do solo**

Aos 90 dias após a colheita (DAC) a taxa de cobertura do solo pela grama (TCS e TCS<sub>2</sub>) foi influenciada pelas doses de N (Tabela 17). O modelo quadrático permitiu explicar a variação da taxa de cobertura do solo, e as doses de N de 157 e 167 kg ha<sup>-1</sup> permitiram atingir a maior TCS e TCS<sub>2</sub>, respectivamente (Figura 19). Pode-se observar que nessa data, principalmente, nas gramas que receberam as maiores doses de N, que, pela semelhança entre os valores de TCS ou TCS<sub>2</sub> com a taxa de cobertura verde do solo (TCV) praticamente toda a grama que cobria o solo estava verde. Não houve problema de queima das folhas com a utilização da maior dose (200 kg ha<sup>-1</sup>), pois a queima resultaria em menores TCV em relação a TCS ou TCS<sub>2</sub>. No momento da aplicação do fertilizante nitrogenado a grama cobria cerca de 41,9% do solo e, talvez seja essa a razão de não ter havido problemas de queima na maior dose (Figuras 20 e 21).

Em relação à grama que não recebeu a adubação nitrogenada em cobertura houve um incremento de 41,4% com a aplicação da maior dose (Tabela 17), ressaltando a importância da aplicação do N, nessa fase de pleno crescimento, com altas temperaturas (Figura 2) e boa ocorrência de chuva (Figura 1). Godoy & Villas Bôas (2004) obtiveram cobertura de 88% do solo pela grama Esmeralda, somente com a aplicação de N de 400 kg ha<sup>-1</sup> (dividido em quatro parcelas), aos 164 DAC, porque parte da adubação foi realizada no outono-inverno (época de pouco crescimento).



Tabela 17. Taxa de cobertura do solo (TCS e TCS<sub>2</sub>) e taxa de cobertura verde (TCV) pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda), aos 90 dias após o corte (fev/03) em função das doses de N.

|                                 |      | Taxa de Cobertura do Solo pela Grama       |            |            |
|---------------------------------|------|--------------------------------------------|------------|------------|
| Causa da variação               | G.L. | Método                                     |            |            |
|                                 |      | TCS                                        | TCS2       | TCV        |
|                                 |      | ----- Quadrado médio (significância) ----- |            |            |
| Doses (D)                       | 6    | 825,17***                                  | 1028,26*** | 2024,28*** |
| Repetição                       | 3    | 19,73                                      | 33,04      | 8,01       |
| Erro                            | 18   | 23,14                                      | 26,46      | 36,7       |
| CV%                             |      | 6,3                                        | 7,1        | 9,1        |
| Média                           |      | 76,1                                       | 72,9       | 66,5       |
| Doses de N                      |      |                                            |            |            |
| ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- |      | ----- % -----                              |            |            |
| 0                               |      | 48,6                                       | 45,2       | 23,0       |
| 25                              |      | 67,0                                       | 58,2       | 51,8       |
| 50                              |      | 74,0                                       | 72,9       | 67,6       |
| 75                              |      | 82,2                                       | 75,8       | 73,3       |
| 100                             |      | 83,9                                       | 83,1       | 78,6       |
| 150                             |      | 86,5                                       | 85,5       | 83,1       |
| 200                             |      | 90,0                                       | 89,8       | 88,0       |

ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

TCS – taxa de cobertura do solo pelo método da seleção de pixels cor verde e palha; TCS<sub>2</sub> – taxa de cobertura do solo pelo método da seleção de pixels cor do solo; TCV – taxa de cobertura verde do solo pelo método da seleção de pixels cor verde.

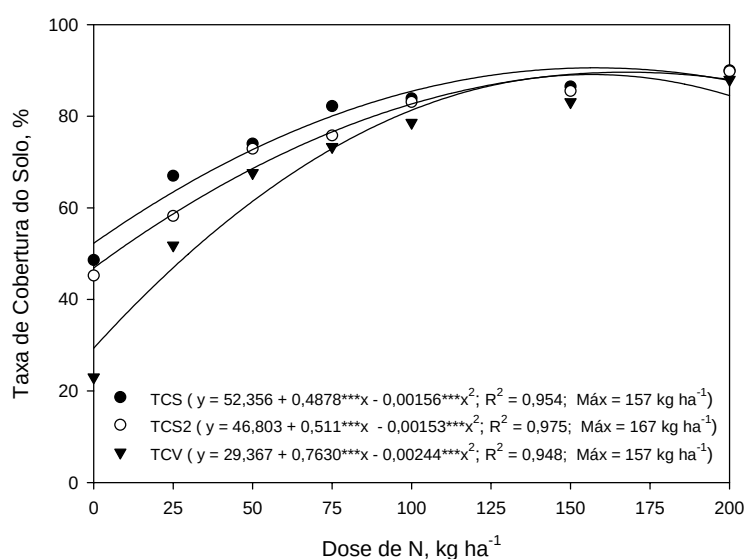


Figura 19. Taxa de cobertura do solo (TCS e TCS<sub>2</sub>) e taxa de cobertura verde do solo (TCV) pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 90 dias após a colheita.

| Dose de N até                   |        |        | Data de Avaliação (Dias após a colheita do tapete)                                       |                                                                                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------|--------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Mar/03                          | Mai/03 | Set/03 | Dez/02 (30)                                                                              | Jan/03 (60)                                                                          | Fev/03 (90)                                                                         | Mar/03 (124)                                                                        | Mai/03 (192)                                                                        | Set/03 (296)                                                                        |
| ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- |        |        | ----- Imagem digital e a média da taxa de cobertura (TCS / TCS <sub>2</sub> / TCV) ----- |                                                                                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| 0                               | 0      | 0      |       |   |   |    |    |    |
|                                 |        |        | 19,2 / 6,6                                                                               | 53,4 / 51,3 / 38,0                                                                   | 48,6 / 45,2 / 23,0                                                                  | 67,0 / 55,1 / 28,3                                                                  | 73,7 / 64,1 / 8,6                                                                   | 69,4 / 64,1 / 9,1                                                                   |
| 50                              | 100    | 150    |                                                                                          |   |   |    |    |    |
|                                 |        |        |                                                                                          | 74,7 / 72,9 / 67,6                                                                   | 79,1 / 76,5 / 67,3                                                                  | 92,5 / 91,1 / 67,2                                                                  | 96,5 / 99,7 / 64,5                                                                  |                                                                                     |
| 100                             | 200    | 300    |                                                                                          |    |    |    |    |    |
|                                 |        |        |                                                                                          | 83,9 / 83,1 / 78,6                                                                   | 90,9 / 94,2 / 87,6                                                                  | 94,4 / 97,3 / 89,0                                                                  | 97,2 / 99,9 / 82,6                                                                  |                                                                                     |
| 150                             | 300    | 450    |                                                                                          |   |   |   |   |   |
|                                 |        |        |                                                                                          | 86,5 / 85,5 / 83,0                                                                   | 95,4 / 94,4 / 96,9                                                                  | 98,0 / 99,6 / 87,1                                                                  | 99,8 / 99,9 / 92,5                                                                  |                                                                                     |
| 200                             | 400    | 600    |                                                                                          |  |  |  |  |  |
|                                 |        |        |                                                                                          | 90,0 / 89,8 / 88,0                                                                   | 96,6 / 98,9 / 97,3                                                                  | 98,3 / 99,9 / 85,7                                                                  | 99,9 / 99,9 / 96,7                                                                  |                                                                                     |

Figura 20. Imagem digital da cobertura do solo pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N aplicadas em três vezes (janeiro, março e maio) e das datas de avaliação

| Dose de N até                   |     |     |     |     |     | Data de Avaliação (Dias após a colheita do tapete)                                  |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Fev                             | Mar | Abr | Mai | Jun | Set | Dez/02 (30)                                                                         | Jan/03 (60)                                                                         | Fev/03 (90)                                                                          | Mar/03 (124)                                                                        | Mai/03 (192)                                                                        | Set/03 (296)                                                                        |
| ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- |     |     |     |     |     | Imagem digital e a média da taxa de cobertura (TCS / TCS <sub>2</sub> / TCV) -----  |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| 0                               | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |  |  |    |    |    |    |
|                                 |     |     |     |     |     | 19,2 / 6,6                                                                          | 53,4 / 51,3 / 38,0                                                                  | 48,6 / 45,2 / 23,0                                                                   | 67,0 / 55,1 / 28,3                                                                  | 72,4 / 65,1 / 10,1                                                                  | 69,4 / 66,1 / 9,1                                                                   |
| 25                              | 50  | 75  | 100 | 125 | 150 |                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    |
|                                 |     |     |     |     |     |                                                                                     |                                                                                     | 67,0 / 58,2 / 51,8                                                                   | 86,8 / 85,8 / 74,1                                                                  | 91,7 / 94,9 / 70,2                                                                  | 96,4 / 98,6 / 56,9                                                                  |
| 50                              | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    |
|                                 |     |     |     |     |     |                                                                                     |                                                                                     | 76,0 / 67,2 / 67,9                                                                   | 88,6 / 90,9 / 79,0                                                                  | 95,4 / 98,8 / 86,0                                                                  | 99,9 / 99,9 / 84,1                                                                  |
| 75                              | 150 | 225 | 300 | 375 | 450 |                                                                                     |                                                                                     |   |   |   |   |
|                                 |     |     |     |     |     |                                                                                     |                                                                                     | 82,2 / 75,8 / 73,3                                                                   | 96,0 / 97,6 / 95,5                                                                  | 98,7 / 99,7 / 94,4                                                                  | 99,9 / 99,9 / 96,4                                                                  |
| 100                             | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |
|                                 |     |     |     |     |     |                                                                                     |                                                                                     | 87,0 / 85,9 / 84,9                                                                   | 98,2 / 99,3 / 97,9                                                                  | 98,9 / 99,9 / 96,0                                                                  | 99,9 / 99,9 / 93,9                                                                  |

Figura 21. Imagem digital da cobertura do solo pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N aplicadas em seis vezes (janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho) e das datas de avaliação.

Com esse resultado pode se tomar a decisão quanto à dose de N a ser utilizada de acordo com a velocidade de formação do tapete que se deseja, em virtude da demanda do mercado por tapetes de grama. Se a demanda está alta pode-se aplicar até 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, visando atingir de 85 a 90% de cobertura do solo, mas se está baixa pode-se aplicar de 25 a 50 kg ha<sup>-1</sup>, podendo alcançar de 67 a 74% de cobertura do solo, a partir de 40% de cobertura do solo, sem haver queda na produtividade e sim, aumento no tempo de produção.

Aos 124 DAC houve efeito das doses de N em todas as taxas de cobertura do solo (TCS, TCS<sub>2</sub> e TCV) e do parcelamento para a TCS (Tabela 18). Nessa data, a grama que receberia a dose de N parcelada em seis aplicações havia recebido duas parcelas, enquanto a grama que receberiam a dose em três aplicações havia recebido uma única parcela.

Houve também nesta data a interação significativa do parcelamento com as doses de N (Tabela 18), devido, principalmente, a grama que recebeu 50 kg ha<sup>-1</sup>, na qual a aplicação em duas parcelas possibilitou atingir 85,8% de cobertura do solo, enquanto a mesma dose aplicada em uma única parcela permitiu que a grama cobrisse 76,5% do solo (Figura 22). Na grama que recebeu mais que 50 kg ha<sup>-1</sup> de N a diferença na taxa de cobertura foi muito pequena para a aplicação em uma única ou em duas parcelas.

Nos EUA, normalmente as doses de N recomendadas para a produção da grama *Z. japonica* não ultrapassam 60 kg ha<sup>-1</sup> por aplicação (Koske, 1994; Christians, 1998; Turner, 2003). No entanto, duas aplicações de N de 50 kg de ha<sup>-1</sup>, a cada mês, proporcionou TCS 11,4% menor que a atingida na grama que recebeu duas aplicações de 100 kg ha<sup>-1</sup>. Sills & Carrow (1983), em um estudo de adubação nitrogenada e compactação do solo observaram que a compactação reduz o uso do N pela grama de 215 para 130 mg por 100 cm<sup>2</sup> de N e que a aplicação de dose alta de N (100 kg ha<sup>-1</sup>) não pode compensar os efeitos adversos da compactação.

Comparando-se os dois métodos de determinação da taxa de cobertura do solo, através do coeficiente de variação (CV), que segundo Gomes (2000) dá uma idéia da precisão do método, pode-se concluir que, no início do ciclo, aos 90 e 124 DAC, quando a grama não cobre totalmente o solo, a TCS parece ser um pouco mais precisa que a TCS<sub>2</sub> (Tabela 18). No entanto, com a maior cobertura do solo pela grama, o método TCS<sub>2</sub> torna-se um pouco mais preciso. Em relação aos outros métodos de avaliação da taxa de cobertura do solo, Richardson et al. (2003) verificaram que o método da análise da imagem digital é 153

vezes mais preciso que o método de avaliação por taxas visuais e 20 vezes mais preciso que o método da intersecção.

Tabela 18. Taxa de cobertura (TCS e TCS<sub>2</sub>) e taxa de cobertura verde do solo (TCV) pela grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função do parcelamento e das doses de N, em três datas de avaliação.

|                                            |                             | TCS <sup>d</sup>                |                 |                 | TCS <sub>2</sub> <sup>d</sup> |                 |                 | TCV <sup>d</sup> |                 |                 |        |        |       |
|--------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|--------|--------|-------|
| Causa da variação                          | G.L.                        | Época (dias após o corte)       |                 |                 |                               |                 |                 |                  |                 |                 |        |        |       |
|                                            |                             | Mar/03<br>(124)                 | Mai/03<br>(192) | Set/03<br>(296) | Mar/03<br>(124)               | Mai/03<br>(192) | Set/03<br>(296) | Mar/03<br>(124)  | Mai/03<br>(192) | Set/03<br>(296) |        |        |       |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |                             |                                 |                 |                 |                               |                 |                 |                  |                 |                 |        |        |       |
| Parcelamento (P)                           | 1                           | 30,0 * <sup>a</sup>             | 1,2 ns          | 3,8 ns          | 45,8 ns                       | 9,2 *           | 0,6 ns          | 3,4 ns           | 61,3 ns         | 12,8 ns         |        |        |       |
| Doses (D)                                  | 3                           | 344,5***                        | 70,9 ***        | 63,1 **         | 491,6***                      | 68,1 ***        | 1,4 **          | 1273***          | 827,8 **        | 2079***         |        |        |       |
| Interação P x D                            | 3                           | 35,7 **                         | 3,1 ns          | 3,7 ns          | 56,6 ns                       | 3,2 ns          | 0,6*            | 80,1 ns          | 28,9 ns         | 50,7 ns         |        |        |       |
| Repetição                                  | 3                           | 16,2 ns                         | 5,0             | 2,5 ns          | 9,3 ns                        | 0,6 ns          | 0,1 ns          | 32,7 ns          | 13,8 ns         | 115,0 ns        |        |        |       |
| Erro                                       | 21                          | 3,9                             | 2,7             | 2,2             | 19,0                          | 1,7             | 0,2             | 36,2             | 102,0 ns        | 65,2            |        |        |       |
| CV%                                        |                             | 2,2                             | 1,7             | 1,5             | 4,7                           | 1,3             | 0,4             | 6,9              | 11,9            | 9,7             |        |        |       |
| Média                                      |                             | 91,5                            | 96,0            | 98,7            | 92,2                          | 97,8            | 99,8            | 87,0             | 85,2            | 83,5            |        |        |       |
| Parcel.                                    | Doses de N até <sup>c</sup> |                                 |                 |                 |                               |                 |                 |                  |                 |                 |        |        |       |
|                                            | Mar                         | Mai                             | Set             |                 |                               |                 |                 |                  |                 |                 |        |        |       |
|                                            |                             | ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- |                 |                 | ----- % -----                 |                 |                 |                  |                 |                 |        |        |       |
| 3 x                                        | 50                          | 100                             | 150             | 79,1            | 93,1                          | 96,5            | 76,5            | 92,2             | 99,7            | 67,3            | 71,2   | 64,5   |       |
|                                            | 100                         | 200                             | 300             | 90,9            | 93,9                          | 97,2            | 94,2            | 97,3             | 99,8            | 87,6            | 85,9   | 82,6   |       |
|                                            | 150                         | 300                             | 450             | 95,4            | 97,9                          | 99,8            | 94,4            | 99,5             | 99,9            | 96,9            | 89,2   | 92,5   |       |
|                                            | 200                         | 400                             | 600             | 96,6            | 98,2                          | 99,9            | 98,9            | 99,9             | 99,9            | 97,3            | 89,3   | 96,7   |       |
| Média                                      |                             | 90,5bA <sup>b</sup>             |                 |                 | 95,8aA                        | 98,3aA          | 91,0aA          | 97,2bA           | 99,9aA          | 87,3aA          | 83,9aA | 84,1aA |       |
| 6 x                                        | 50                          | 100                             | 150             | 86,8            | 91,7                          | 96,4            | 85,8            | 94,9             | 98,6            | 74,1            | 70,2   | 56,9   |       |
|                                            | 100                         | 200                             | 300             | 88,6            | 95,4                          | 99,9            | 90,9            | 98,8             | 99,9            | 79,0            | 86,0   | 84,1   |       |
|                                            | 150                         | 300                             | 450             | 96,0            | 98,7                          | 99,9            | 97,6            | 99,6             | 99,9            | 95,5            | 94,4   | 96,4   |       |
|                                            | 200                         | 400                             | 600             | 98,2            | 98,9aA                        | 99,9            | 99,3            | 99,9             | 99,9            | 97,9            | 96,0   | 93,9   |       |
| Média                                      |                             | 92,4aA                          |                 |                 | 94,4                          | 99, aA          | 93,4aA          | 98,3aA           | 99,6aA          | 86,6aA          | 86,6aA | 82,8aA |       |
| Test.                                      |                             | 0                               |                 |                 | 67,0 B                        | 72,4 B          | 69,4 B          | 55,1 B           | 65,6 B          | 66,1 B          | 28,3 B | 10,1 B | 9,1 B |

a - ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

b - Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos, pelo teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos e a testemunha, pelo teste de Tukey a 5%.

c doses acumuladas de N até os determinados meses

d - TCS – taxa de cobertura do solo pelo método da seleção de pixels cor verde e palha; TCS<sub>2</sub> - taxa de cobertura do solo pelo método da seleção de pixels cor do solo; TCV – taxa de cobertura verde do solo pelo método da seleção de pixels cor verde.

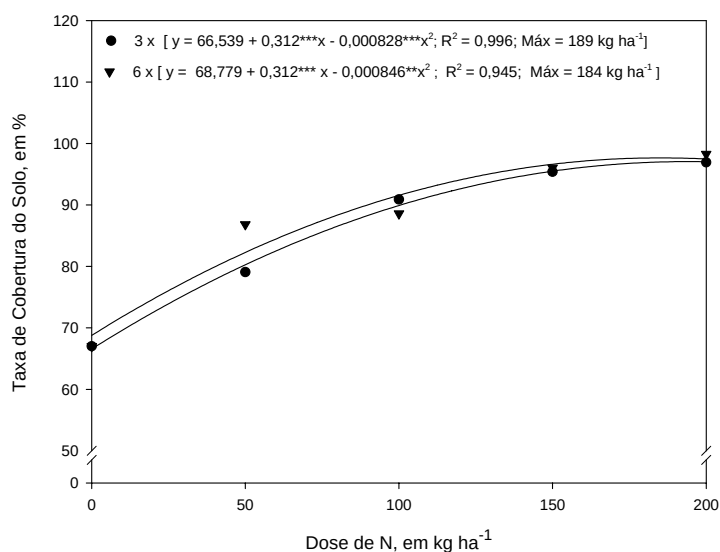


Figura 22. Taxa de cobertura do solo (TCS) pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 124 dias após a colheita.

O ajuste quadrático da TCS<sub>2</sub>, em função das doses de N, permitiu calcular as doses de N de 162 e 172 ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para as os parcelamentos em três e seis aplicações, que possibilitaram atingir as maiores taxas de cobertura (Figura 23) aos 124 DAC. Dose semelhante foi obtida, de acordo com a equação ajustada (Figura 24), para atingir a maior TCV.

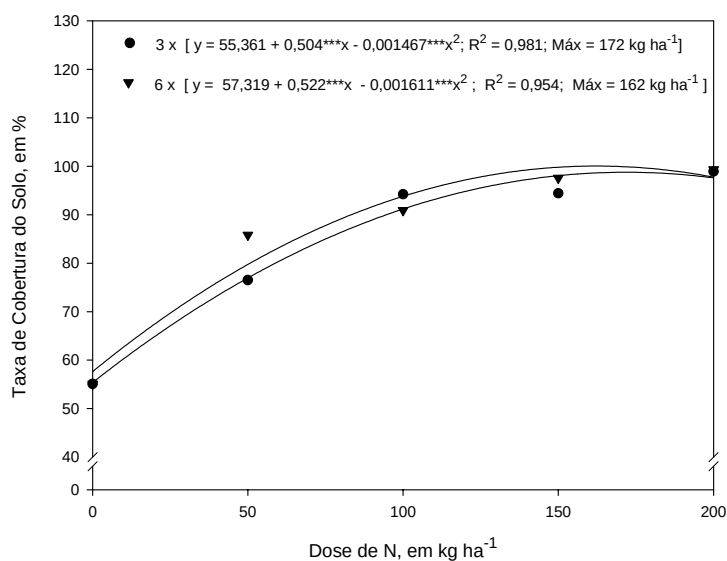


Figura 23. Taxa de cobertura do solo (TCS<sub>2</sub>) pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 124 dias após a colheita.

Apesar da grama, que recebeu mais que  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ , cobrir de 97 a 99% do solo, com mais de 95,5% de grama verde, aos 124 DAC (Tabela 18), não foi possível a colheita dos tapetes porque são necessários 99,9% de cobertura. Pequenas falhas de cobertura do solo podem acarretar a quebra da estrutura do tapete na hora da colheita, ou no manuseio para o carregamento, causando queda no rendimento (número de tapetes por hectare).

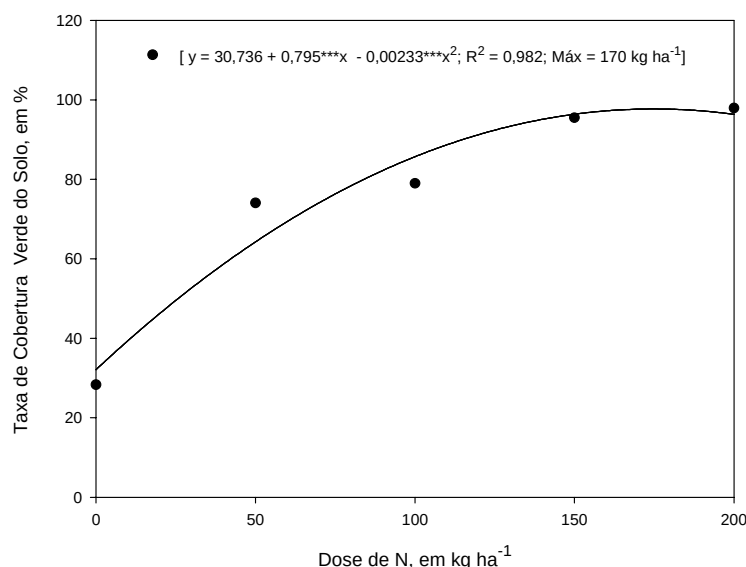


Figura 24. Taxa de cobertura verde do solo (TCV) pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 124 dias após a colheita.

Aos 192 DAC, todas as taxas de cobertura foram influenciadas pelas doses de N, havendo efeito significativo do parcelamento somente na  $\text{TCS}_2$ , no qual a aplicação em quatro vezes proporcionou  $\text{TCS}_2$  maior que na grama que recebeu o N em duas aplicações (Tabela 18). As doses acumuladas de N aplicadas, até os 192 DAC, em duas ou quatro aplicações foram de 100, 200, 300 e  $400 \text{ kg ha}^{-1}$ .

O ajuste quadrático da TCS,  $\text{TCS}_2$  e TCV, em função das doses de N permitiu calcular as doses de N de 309, 290 e  $301 \text{ kg ha}^{-1}$  que possibilitaram atingir as maiores taxas de cobertura (Figura 25).

Aos 192 DAC, de acordo com a  $\text{TCS}_2$  as gramas adubadas com as maiores doses ( $> 300 \text{ kg ha}^{-1}$ ), teoricamente, já poderiam ser cortadas em tapete, apresentando uma  $\text{TCS}_2$  de 99,6 a 99,9% e com 94,4 a 96,0% de cobertura verde, na grama em que a dose



foi dividida em quatro parcelas.

Embora não houve interação significativa do parcelamento com as doses de N (Tabela 18), a TCV, aos 192 DAC, nas gramas em que foi aplicado mais que 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, em quatro aplicações foi, aparentemente, maior que na grama que recebeu em duas aplicações. Este efeito ocorreu porque a última parcela da adubação foi aplicada em abril, no parcelamento em quatro aplicações, enquanto que no parcelamento em duas aplicações a última adubação foi realizada em março. Corroborando com este resultado pode-se observar que houve redução na TCV, em média, de 97,1% para 89,3%, de março para abril, para as gramas adubadas com mais que 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, ou seja, a aplicação de doses maiores que 150 kg ha<sup>-1</sup> por aplicação pode resultar em maior crescimento da folhas e caules, podendo levar ao sombreamento de algumas folhas, resultando em folhas secas, o que contribui para reduzir a TCV. Assim, o maior parcelamento da adubação nitrogenada pode ser mais interessante para a manutenção da cobertura verde e menor formação de palha.

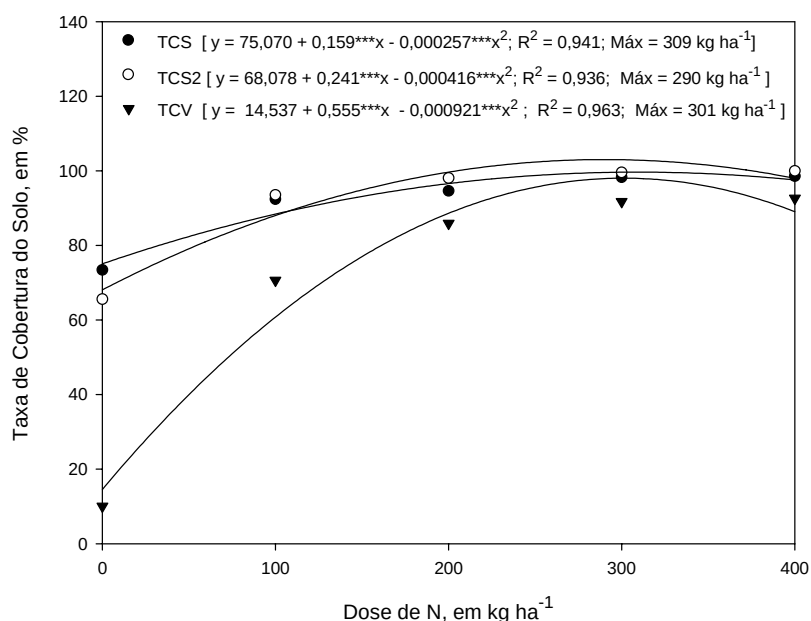


Figura 25. Taxa de cobertura do solo (TCS e TCS<sub>2</sub>) e taxa de cobertura verde do solo (TCV) pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 192 dias após a colheita.

Portanto, a dose de 400 kg ha<sup>-1</sup>, parcelada em quatro aplicações, até os 162 DAC, poderia permitir a colheita do tapete de grama *Zoysia japonica* em seis meses após a colheita do tapete anterior. Pimenta (2003) citou o tempo médio de 12 meses para a colheita



do tapete de grama Esmeralda (*Zoysia japonica*), no Brasil, ao passo que Koske (1994) citou o período de 11 a 18 meses para a formação do tapete de *Zoysia*, no Estado de Louisiana, centro-sul dos EUA. De acordo com Turner (2003) o manejo adequado do N na produção de grama pode reduzir o tempo de colheita, aumentar a densidade do gramado, a habilidade para resistir à invasão de plantas daninhas e a recuperação aos estresses, todavia, segundo Koske (1994) a utilização de doses mais altas e a formação muito rápida do tapete podem prejudicar a “liftability” (capacidade de ser manuseado) pela redução no crescimento de rizomas, principais responsáveis pela resistência do tapete (Christians, 1998).

Aos 296 DAC, o efeito das doses de N nas TCS, TCS<sub>2</sub> e TCV foi significativo, no entanto, não foi observado efeito do parcelamento nas taxas (Tabela 18). Houve interação significativa entre efeito e o parcelamento e as dose de N para a TCS<sub>2</sub>. Embora tenha havido bom ajuste quadrático das taxas em relação às doses de N, o uso das equações ajustadas pode levar à conclusões equivocadas, referente às maiores doses utilizadas, pois, o aumento destas em relação às observadas aos 192 DAC foi mínimo (menos que 2%) para uma adição de N de 150 a 200 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 26).

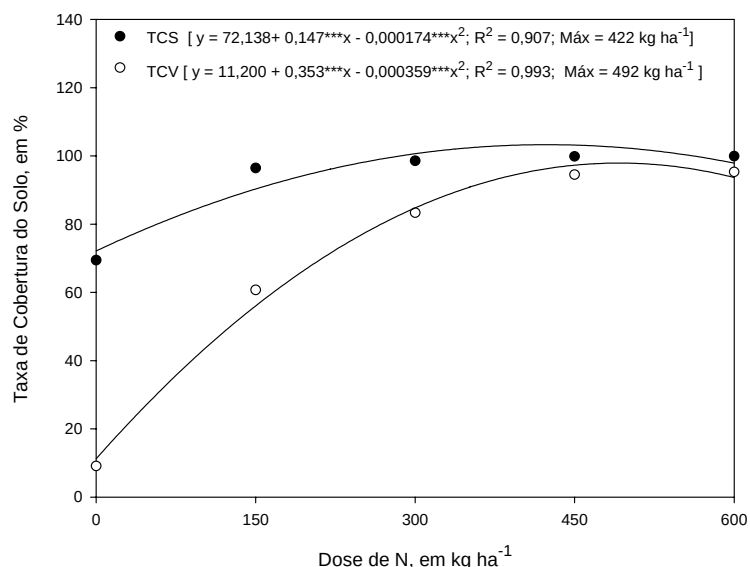


Figura 26. Taxa de cobertura do solo (TCS) e taxa de cobertura verde do solo (TCV) pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 dias após a colheita.

A baixa resposta pode ser explicada, pois, a grama que havia recebido mais de 300 kg ha<sup>-1</sup> já havia coberto cerca de 98% do solo; e o aumento possível só poderia

ser de 2%. Portanto as demais aplicações de N nestas parcelas, respectivamente, das doses de N de 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup>, talvez não fossem necessárias ou poderia ser utilizada uma menor dose.

Partindo de 97,3 a 98,8% de cobertura do solo, aos 192 DAC, a grama adubada com 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, conseguiu cobrir 99,9% do solo, aos 296 DAC, com a aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup>, divididos ou não em duas parcelas (Tabela 18). Portanto, para a grama que já cobria 99,5% do solo (que recebeu mais que 300 kg ha<sup>-1</sup> até 192 DAC) a dose necessária, aos 192 DAC não precisaria ser maior que 100 kg ha<sup>-1</sup>. O parcelamento em duas aplicações de 50 kg ha<sup>-1</sup> poderia até ser vantajoso, para reduzir os riscos de queima das folhas, uma vez que a grama estava cobrindo todo o solo (Figura 21).

A necessidade da adubação nitrogenada em cobertura para a produção de grama *Zoysia japonica* fica evidente pela taxa de cobertura do solo (TCS<sub>2</sub>), de 66,1% aos 296 DAC, e apenas 9,1% de cobertura verde na grama não adubada com N (Tabela 18).

Aos 311 DAC foi realizada a colheita dos tapetes e, somente a grama que não recebeu a adubação nitrogenada de cobertura não foi capaz de formar tapete (Figura 27). A grama que recebeu 150 kg ha<sup>-1</sup> de N divididos em três ou seis parcelas, apesar de formar o tapete, produziu alguns que acabaram quebrando durante a colheita e se tornaram imprestáveis para comercialização. As gramas dos demais tratamentos formaram tapetes sem haver perdas pela quebra.

Como já discutido, a adubação nitrogenada será ditada pela demanda do mercado. Em condições de grande demanda por tapete, podem ser aplicadas quatro doses de N de 75 kg ha<sup>-1</sup>, possibilitando a produção de grama *Zoysia japonica*. Quando a demanda é pequena, a adubação nitrogenada de cobertura pode ser realizada com três aplicações de 50 a 100 kg ha<sup>-1</sup>; mas o tempo de produção do tapete de grama pode ser maior que 10 meses.

### 6.2.2 Fitomassa seca das raízes, rizomas e folhas + caules

Embora não se tenha detectado significância do parcelamento e das doses de N na fitomassa seca das raízes, dos rizomas e a total (Tabela 19), o modelo quadrático permitiu explicar, a variação da fitomassa seca total, das raízes, dos rizomas e das folhas + caules em função das doses de N (Figura 28). .



3 x 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (150 kg ha<sup>-1</sup>)



3 x 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (300 kg ha<sup>-1</sup>)



3 x 150 kg ha<sup>-1</sup> de N (450 kg ha<sup>-1</sup>)



3 x 200 kg ha<sup>-1</sup> de N (600 kg ha<sup>-1</sup>)



6 x 25 kg ha<sup>-1</sup> de N (150 kg ha<sup>-1</sup>)



6 x 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (300 kg ha<sup>-1</sup>)



6 x 75 kg ha<sup>-1</sup> de N (450 kg ha<sup>-1</sup>)



6 x 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (600 kg ha<sup>-1</sup>)

Figura 27. Tapetes de grama *Zoysia japonica* (Esmeralda), colhidos aos 311 dias após a colheita do tapete anterior (setembro/2003), em função do parcelamento e das doses de N aplicadas.

Tabela 19. Fitomassa seca das raízes, rizomas e folhas + caules da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função do parcelamento e das doses de N, em datas de avaliação.

| Causa da variação |                                   | G.L.                            | Fitomassa Seca                             |         |                 |       |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|---------|-----------------|-------|
|                   |                                   |                                 | Raízes                                     | Rizomas | Folhas + Caules | Total |
|                   |                                   |                                 | ----- Quadrado médio (significância) ----- |         |                 |       |
| Parcelamento (P)  | 2                                 | 0,9 ns <sup>a</sup>             | 3,4 ns                                     | 10,4 ns | 35,4 ns         |       |
| Doses (D)         | 3                                 | 0,1 ns                          | 1,3 ns                                     | 14,0 *  | 20,7 ns         |       |
| Interação P x D   | 6                                 | 0,4 ns                          | 2,5 ns                                     | 5,8 ns  | 19,8 ns         |       |
| Repetição         | 3                                 | 0,2 ns                          | 0,3 ns                                     | 0,8 ns  | 0,3 ns          |       |
| Erro              | 12                                | 0,3                             | 1,6                                        | 3,3     | 11,9            |       |
| CV%               |                                   | 29,2                            | 27,2                                       | 27,4    | 26,0            |       |
| Média             |                                   | 1,9                             | 4,8                                        | 6,6     | 13,3            |       |
| Parcel.           | Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) | ----- Mg ha <sup>-1</sup> ----- |                                            |         |                 |       |
| 3 x               | 150                               | 2,56                            | 5,60                                       | 6,86    | 15,00           |       |
|                   | 300                               | 2,27                            | 5,74                                       | 7,90    | 15,90           |       |
|                   | 450                               | 1,73                            | 3,88                                       | 6,27    | 11,87           |       |
|                   | 600                               | 2,32                            | 5,80                                       | 9,03    | 17,15           |       |
| Média             |                                   | 2,22 aA <sup>b</sup>            | 5,25 aA                                    | 7,51 aA | 15,0 aA         |       |
| 6 x               | 150                               | 1,57                            | 4,05                                       | 4,40    | 10,01           |       |
|                   | 300                               | 2,00                            | 5,01                                       | 7,05    | 14,05           |       |
|                   | 450                               | 1,60                            | 4,41                                       | 7,00    | 13,01           |       |
|                   | 600                               | 1,95                            | 4,75                                       | 7,33    | 14,02           |       |
| Média             |                                   | 1,78 aA                         | 4,55 aA                                    | 6,44 aA | 12,8 aA         |       |
| Testemunha        | 0                                 | 1,01 B                          | 2,06 B                                     | 1,55 B  | 4,62 B          |       |

<sup>a</sup> ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

<sup>b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos, pelo teste de Tukey a 5%. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos e a testemunha, pelo teste de Tukey a 5%.

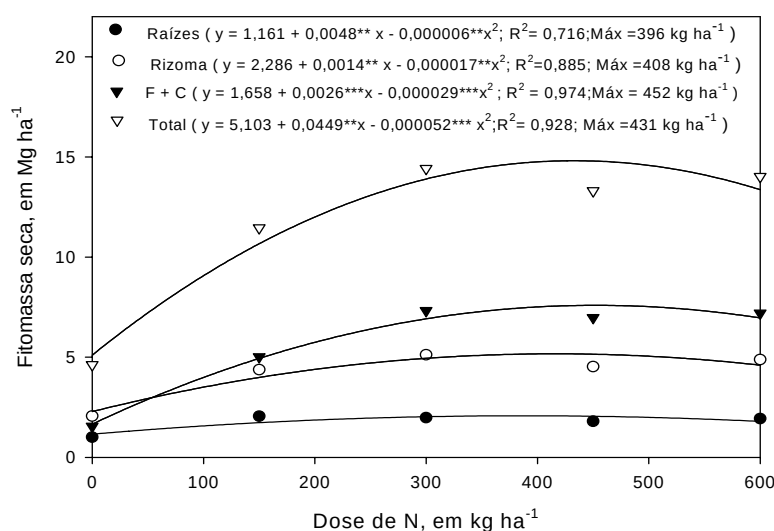


Figura 28. Fitomassa seca das raízes, rizomas, folhas + caules e total acumulada pela grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 DAC.

Como no sistema de produção de grama em tapete a produção de raízes e rizomas são mais importantes por darem maior estrutura e resistência ao tapete para ser manuseado após a colheita (Christians, 1998), pode-se considerar, que a dose de  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  é adequada, pois com essa dose foi alcançada a máxima produção de raízes e rizomas (Figura 28).

Doses maiores de  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  podem resultar em redução na produção de rizomas e raízes (Figura 28) e aumento na produção de folhas + caules (até a dose de  $450 \text{ kg ha}^{-1}$ ), o que não é favorável pois aumenta a demanda por corte das folhas (roçada) elevando o custo de produção

### 6.2.3 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar

As concentrações de N, K, Mg e S foram influenciados pelas doses de N aos 90 DAC (Tabela 20). Embora tenha sido ajustado o modelo quadrático para a concentração de N em função das doses de N, o maior concentração foi atingido, de acordo com a equação, acima das doses estudadas, com  $236 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (Figura 29). Pode-se considerar que a concentração de N aumentou com as doses de N até  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ . Visando maior taxa de cobertura do solo, obtida com a dose de  $157 \text{ kg ha}^{-1}$ , pode-se adotar a concentração de  $25 \text{ g kg}^{-1}$  na lâmina foliar da grama *Zoysia japonica* atingido na grama adubada com  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  até os 90 DAC. Esta concentração está um pouco acima da faixa considerada ideal ( $20$  a  $24 \text{ g kg}^{-1}$ ), por Mills & Jones (1996) para a grama *Zoysia sp.* Já Godoy & Villas Bôas (2004) consideraram as concentrações de  $24$  a  $26 \text{ g kg}^{-1}$  como adequados para a produção de grama *Zoysia japonica* (Esmeralda).

A maior concentração de K foi atingido com a dose de  $118 \text{ g kg}^{-1}$ , provavelmente porque, nas gramas que receberam as doses maiores de N, houve maior crescimento das folhas, ocorrendo um efeito de diluição da concentração de K, uma vez que a concentração deste nutriente no solo estava baixo ( $0,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e a adubação potássica de cobertura, com  $70 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ , realizada aos 75 DAC, não tenha sido eficiente (Figura 29). Nos EUA, Turner (2003) recomenda a aplicação de  $100$  a  $196 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$  e a Minnesota University (2003) recomendam a aplicação de até  $296 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$ . No

entanto, no Brasil, Villas Bôas e Godoy (2004) observaram que as doses de 100 a 300 kg ha<sup>-1</sup> não tiveram influência na velocidade de formação do tapete de grama Esmeralda.

Tabela 20. Concentração de macronutrientes na lâmina foliar de grama *Zoysia japonica* (Esmeralda), aos 90 dias após o corte (fev/03) em função das doses de N.

| Causa da variação                          | G.L. | Concentração do Nutriente na Lâmina foliar |         |         |         |         |         |
|--------------------------------------------|------|--------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                            |      | N                                          | P       | K       | Ca      | Mg      | S       |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |      |                                            |         |         |         |         |         |
| Doses (D)                                  | 6    | 84,98***                                   | 0,08 ns | 25,15 * | 0,70 ns | 0,37 *  | 2,29 *  |
| Repetição                                  | 3    | 7,27 ns                                    | 0,47 *  | 9,57 ns | 0,42 ns | 0,29 ns | 2,32 ns |
| Erro                                       | 18   | 3,02                                       | 0,14    | 7,27    | 0,42    | 0,13    | 0,76 ns |
| CV%                                        |      | 8,8                                        | 20,6    | 25,3    | 25,5    | 26,8    | 24,4    |
| Média                                      |      | 20                                         | 1,8     | 11      | 3       | 1,4     | 3,6     |
| Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )          |      | ----- g kg <sup>-1</sup> -----             |         |         |         |         |         |
| 0                                          |      | 13                                         | 1,7     | 7       | 2       | 0,9     | 2,5     |
| 25                                         |      | 17                                         | 2,0     | 11      | 3       | 1,3     | 3,3     |
| 50                                         |      | 18                                         | 1,7     | 10      | 2       | 1,2     | 3,0     |
| 75                                         |      | 20                                         | 1,7     | 11      | 3       | 1,4     | 3,7     |
| 100                                        |      | 21                                         | 1,9     | 14      | 3       | 1,4     | 3,8     |
| 150                                        |      | 25                                         | 2,0     | 14      | 3       | 1,9     | 4,9     |
| 200                                        |      | 26                                         | 1,7     | 9       | 2       | 1,4     | 3,7     |

ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

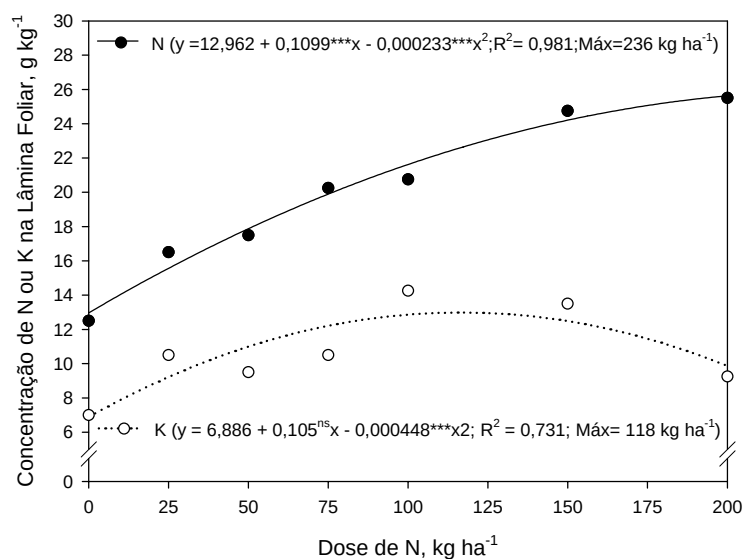


Figura 29. Concentração de N e K na lâmina foliar da grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 90 dias após a colheita (fev/03).

Tanto a concentração de Mg quanto o de S, aos 90 DAC, aumentaram linearmente com o incremento das doses de N (Tabela 20). No entanto, o ajuste linear não foi

adequado para explicar tal variação (Figura 30). De um modo geral, as concentrações de Mg e S ficaram dentro da faixa considerada ideal (Mg: 1,3 a 1,5 g kg<sup>-1</sup> e 3,2 a 3,7 g kg<sup>-1</sup>) por Mills & Jones (1996), com exceção da grama que recebeu a dose de N de 150 kg ha<sup>-1</sup>.

As concentrações de N e P na lâmina foliar também foram influenciados pelas doses de N aos 124, 192 e 296 DAC, havendo efeito do parcelamento da dose aos 124 e 192 DAC para a concentração de N e aos 296 DAC para a concentração de P (Tabela 21).

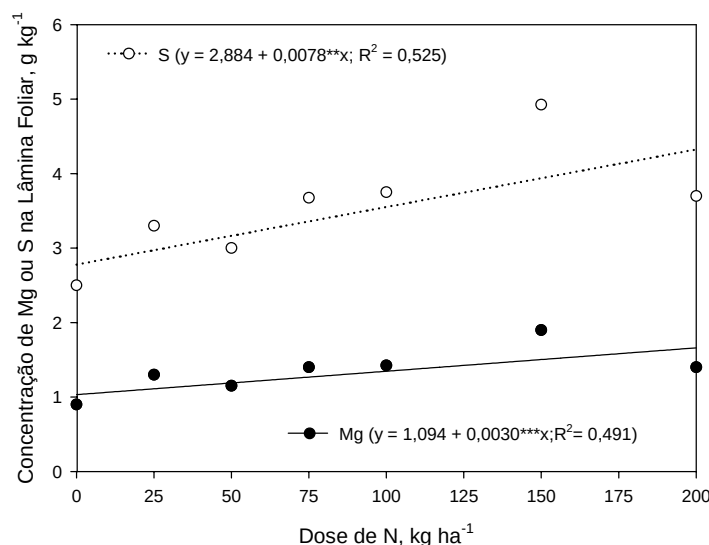


Figura 30. Concentração de Mg e S na lâmina foliar da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 90 dias após a colheita (fev/03).

Aos 124 DAC, o parcelamento das doses em duas aplicações proporcionou maior concentração de N do que nas gramas adubadas com aplicação única, porque, como já foi discutida sobre a taxa de cobertura do solo, a última parcela da adubação foi aplicada em fevereiro, no parcelamento em duas aplicações, enquanto que em uma aplicação, a última adubação foi realizada em março.

No entanto, as concentrações de N observadas na grama sob ambos parcelamentos foram baixas, quando comparadas ao valor de referência (24 g kg<sup>-1</sup>) citado por Butler & Hodges (1967) e Mills & Jones (1996). Isto pode ser um indicativo que, além das gramas que receberam 200 kg ha<sup>-1</sup>, parcelada em duas aplicações, que apresentaram concentração de N acima de 20 g kg<sup>-1</sup>, todas as demais necessitariam receber a adubação

nitrogenada em cobertura para se manter com concentração adequada de N na folha.

Tabela 21. Concentração de N e P na lâmina foliar da grama *Zoysia japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação.

|                                            |                                 | Concentração do Nutriente na Lâmina Foliar |         |              |         |              |         |
|--------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| Causa da variação                          | G.L.                            | Data de avaliação (dias após a colheita)   |         |              |         |              |         |
|                                            |                                 | Mar/03 (124)                               |         | Mai/03 (192) |         | Set/03 (296) |         |
|                                            |                                 | N                                          | P       | N            | P       | N            | P       |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |                                 |                                            |         |              |         |              |         |
| Parcelamento (P)                           | 1                               | 30,0**                                     | 0,02 ns | 22,8**       | 0,01 ns | 0,1 ns       | 0,13 ** |
| Doses (D)                                  | 3                               | 53,5***                                    | 0,24 ** | 110,5***     | 0,07 *  | 125,7***     | 0,10 ** |
| Interação P x D                            | 3                               | 0,3 ns                                     | 0,02    | 2,9 ns       | 0,02 ns | 9,6          | 0,02 ns |
| Repetição                                  | 3                               | 0,4 ns                                     | 0,06    | 10,9 ns      | 0,02 ns | 8,4 ns       | 0,03 ns |
| Erro                                       | 21                              | 2,5                                        | 0,04    | 1,7          | 0,02    | 3,9          | 0,02    |
| CV%                                        |                                 | 9,6                                        | 11,7    | 6,4          | 7,4     | 9,3          | 6,2     |
| Média                                      |                                 | 17                                         | 1,8     | 20           | 1,8     | 21           | 2,0     |
| Parcel.                                    | Doses de N                      |                                            |         |              |         |              |         |
|                                            | ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- | ----- g kg <sup>-1</sup> -----             |         |              |         |              |         |
| 3 x                                        | 150                             | 13                                         | 1,9     | 16           | 1,9     | 16           | 1,9     |
|                                            | 300                             | 14                                         | 2,0     | 22           | 1,8     | 18           | 1,9     |
|                                            | 450                             | 17                                         | 1,6     | 24           | 1,8     | 23           | 2,0     |
|                                            | 600                             | 19                                         | 1,7     | 24           | 1,8     | 27           | 2,1     |
| Média                                      |                                 | 16 bA                                      | 1,8 aB  | 21 aA        | 1,8 aB  | 21 aA        | 1,8 bA  |
| 6 x                                        | 150                             | 15                                         | 2,0     | 15           | 2,1     | 17           | 2,0     |
|                                            | 300                             | 17                                         | 2,0     | 18           | 1,8     | 21           | 2,0     |
|                                            | 450                             | 18                                         | 1,7     | 23           | 1,8     | 24           | 2,2     |
|                                            | 600                             | 21                                         | 1,7     | 23           | 1,8     | 24           | 2,1     |
| Média                                      |                                 | 18 aA                                      | 1,8 aB  | 20 aA        | 1,8 aB  | 21 aA        | 2,0 aA  |
| Testemunha                                 | 0                               | 11 B                                       | 2,9 A   | 12 B         | 3,7 A   | 15 B         | 2,2 A   |

ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos, pelo teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos e a testemunha, pelo teste de Tukey a 5%.

Aos 192 e 296 DAC as gramas em que foi aplicadas as doses maiores (450 e 600 kg ha<sup>-1</sup>) apresentaram concentrações de N dentro da considerada ideal por Mills & Jones (1996). Contudo, duas a três semanas antes da colheita, é recomendável que não seja feita a adubação nitrogenada com fontes solúveis para não elevar a concentração de N na folha, pois, segundo Darrah & Powell, (1977), altas concentrações de N na planta podem elevar a temperatura nos tapetes enrolados ou empilhados durante a comercialização, devido



ao aumento nas taxas de respiração. Com o aumento da temperatura ocorre o secamento de folhas reduzindo a qualidade do tapete.

A maior concentração de N observada ( $27 \text{ g kg}^{-1}$ ), principalmente nas gramas em que foram aplicados  $600 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, em três aplicações, pode ser inadequado para a colheita. É interessante notar que a grama deste tratamento recebeu a última parcela da adubação em maio, e mesmo 104 dias após a adubação apresentou concentração elevada de N, de acordo com Mills & Jones (1996), reforçando a idéia que esta dose foi excessiva para a produção de grama Esmeralda.

A concentração de P, de um modo geral, foi reduzida com o aumento das doses de N (Figura 31), provavelmente devido ao efeito de diluição com o maior crescimento das folhas nas maiores doses, visto que a concentração de P nas gramas que não foram adubadas com N em cobertura foi muito maior que nas gramas adubadas com N. De modo geral, as gramas dos demais tratamentos apresentaram concentração de P no limite ou pouco abaixo do considerado crítico por Butler & Hodges (1967), Jones (1980) e Godoy & Villas Bôas (2003).

Tanto a concentração de K quanto a de Ca foram influenciadas pelas doses de N apenas em maio e setembro de 2003, respectivamente (Tabela 22). A concentração de K reduziu com o aumento das doses de N, principalmente aos 124 e 192 DAC e aos 296, enquanto a concentração de Ca aumentou linearmente com as dose de N aos 192 e de forma quadrática aos 296 DAC.

A concentração de Mg e S foram influenciados pelas doses de N aos 124, 192 e 296 DAC, com exceção da concentração de S aos 296 DAC (Tabela 23). Houve efeito significativo do parcelamento somente para a concentração de Mg, aos 124 e 192 DAC. Para a concentração de Mg houve aumento linear com as doses de N e, talvez como o Ca, a absorção do Mg tenha sido favorecida pela maior disponibilidade de  $\text{N-NO}_3^-$  como íon acompanhante, aumentando a velocidade de absorção (Figura 31)

O aumento da concentração de Mg com as doses de N (Figura 31) também foi observado por Richardson & Boyd (2001) para a grama *Zoysia japonica* cv Meyer, embora as concentrações tenham sido menores que as encontrados neste experimento.

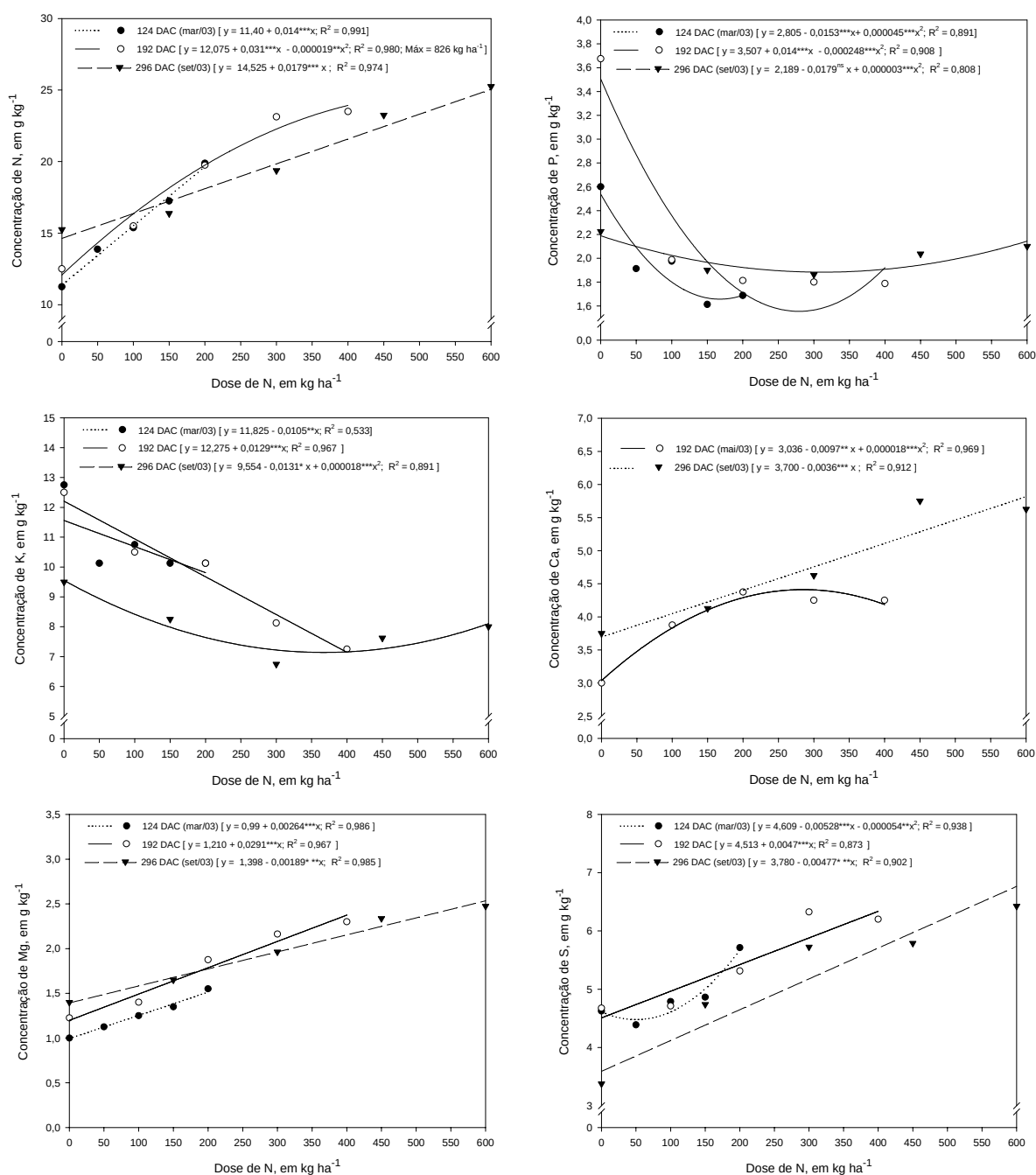


Figura 31. Concentração de N, P, K, Ca, Mg e S na lâmina foliar da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação. As doses acumuladas de N até as datas da avaliação foram: 50, 100, 150 e 200 até os 124 dias após a colheita (DAC); 100, 200, 300 e 400 até os 192 DAC; e 150, 300, 450 e 600 até os 296 DAC.

Tabela 22. Concentração de K e Ca na lâmina foliar da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação.

|                   |                                 | Concentração do Nutriente na Lâmina Foliar |        |              |        |              |         |  |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|--------|--------------|--------|--------------|---------|--|
| Causa da variação | G.L.                            | Data de avaliação (dias após a colheita)   |        |              |        |              |         |  |
|                   |                                 | Mar/03 (124)                               |        | Mai/03 (192) |        | Set/03 (296) |         |  |
|                   |                                 | K                                          | Ca     | K            | Ca     | K            | Ca      |  |
|                   |                                 | ----- Quadrado médio (significância) ----- |        |              |        |              |         |  |
| Parcelamento (P)  | 1                               | 26,3 **                                    | 0,1 ns | 0,1 ns       | 0,5 ns | 0,03 ns      | 0,3 ns  |  |
| Doses (D)         | 3                               | 0,8 ns                                     | 0,2 ns | 19,6 **      | 0,4 ns | 3,4 ns       | 4,9 *** |  |
| Interação P x D   | 3                               | 1,5 ns                                     | 0,2 ns | 0,4 ns       | 0,6 ns | 1,0 ns       | 0,4 ns  |  |
| Repetição         | 3                               | 5,5 ns                                     | 0,1 ns | 11,0 *       | 0,1 ns | 3,6 ns       | 0,9 ns  |  |
| Erro              | 21                              | 1,6                                        | 0,1    | 2,1          | 0,4    | 1,4          | 0,4     |  |
| CV%               |                                 | 12,1                                       | 13,7   | 16,3         | 15,8   | 15,3         | 12,4    |  |
| Média             |                                 | 10                                         | 3      | 9            | 4      | 8            | 5       |  |
| Parcel.           | Doses de N                      |                                            |        |              |        |              |         |  |
|                   | ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- | ----- g kg <sup>-1</sup> -----             |        |              |        |              |         |  |
| 3 x               | 150                             | 9                                          | 3      | 10           | 4      | 8            | 4       |  |
|                   | 300                             | 11                                         | 3      | 10           | 5      | 7            | 5       |  |
|                   | 450                             | 9                                          | 3      | 8            | 5      | 8            | 6       |  |
|                   | 600                             | 9                                          | 3      | 8            | 4      | 7            | 6       |  |
| Média             |                                 | 9 bB                                       | 3 aA   | 9 aB         | 4 aA   | 8 aA         | 5 aA    |  |
| 6 x               | 150                             | 11                                         | 3      | 11           | 4      | 8            | 5       |  |
|                   | 300                             | 11                                         | 3      | 10           | 4      | 7            | 5       |  |
|                   | 450                             | 11                                         | 3      | 8            | 4      | 7            | 6       |  |
|                   | 600                             | 11                                         | 3      | 7            | 5      | 9            | 6       |  |
| Média             |                                 | 11 aB                                      | 3 aA   | 9 aB         | 4 aA   | 8 aA         | 5 aA    |  |
| Testemunha        | 0                               | 13 A                                       | 3 A    | 13 A         | 3 A    | 10 B         | 4 A     |  |

ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos, pelo teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos e a testemunha, pelo teste de Tukey a 5%.

A concentração de S aumentou linearmente com as doses de N aos 124 e 296 DAC (Figura 31). O aumento da concentração de N na planta pode aumentar a demanda por S devido à síntese de aminoácidos em que os dois nutrientes são necessários (Larcher, 2000). Portanto, havendo disponibilidade de S no solo, o aumento da concentração de N na planta pode estimular o aumento na concentração de S na planta..

Tabela 23. Concentração de Mg e S na lâmina foliar da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação.

|                                            |                                 | Concentração do Nutriente na Lâmina Foliar |         |              |         |              |         |
|--------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| Causa da variação                          | G.L.                            | Data de avaliação (dias após a colheita)   |         |              |         |              |         |
|                                            |                                 | Mar/03 (124)                               |         | Mai/03 (192) |         | Set/03 (296) |         |
|                                            |                                 | Mg                                         | S       | Mg           | S       | Mg           | S       |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |                                 |                                            |         |              |         |              |         |
| Parcelamento (P)                           | 1                               | 1,20 ***                                   | 0,12 ns | 0,38 **      | 0,32 ns | 0,01 ns      | 0,50 ns |
| Doses (D)                                  | 3                               | 0,25 **                                    | 2,48 ** | 1,27 ***     | 4,7 **  | 1,12 ***     | 3,88 ns |
| Interação P x D                            | 3                               | 0,13 ns                                    | 2,61 ns | 0,01 ns      | 0,9 ns  | 0,01 ns      | 2,31 ns |
| Repetição                                  | 3                               | 0,01 ns                                    | 0,13 ns | 0,03 ns      | 0,50 ns | 0,08 ns      | 0,47 ns |
| Erro                                       | 21                              | 0,02                                       | 0,26    | 0,02         | 0,45    | 0,05         | 1,67    |
| CV%                                        |                                 | 11,7                                       | 10,4    | 8,0          | 11,9    | 10,4         | 22,8    |
| Média                                      |                                 | 1,3                                        | 4,9     | 1,9          | 5,6     | 2,1          | 5,7     |
| Parcel.                                    | Doses de N                      |                                            |         |              |         |              |         |
|                                            | ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- | ----- g kg <sup>-1</sup> -----             |         |              |         |              |         |
| 3 x                                        | 150                             | 0,9                                        | 4,3     | 1,5          | 4,9     | 1,6          | 4,7     |
|                                            | 300                             | 1,1                                        | 4,5     | 2,0          | 5,7     | 2,0          | 5,7     |
|                                            | 450                             | 1,3                                        | 5,8     | 2,3          | 6,5     | 2,3          | 6,7     |
|                                            | 600                             | 1,2                                        | 5,4     | 2,4          | 5,8     | 2,5          | 6,1     |
| Média                                      |                                 | 1,1 bB                                     | 5,0 a A | 2,0 aA       | 5,7 aA  | 2,1 aA       | 5,8a A  |
| 6 x                                        | 150                             | 1,4                                        | 4,5     | 1,3          | 4,5     | 1,7          | 4,8     |
|                                            | 300                             | 1,4                                        | 5,1     | 1,8          | 4,9     | 2,0          | 5,8     |
|                                            | 450                             | 1,4                                        | 4,0     | 2,0          | 6,2     | 2,4          | 4,9     |
|                                            | 600                             | 1,9                                        | 6,0     | 2,2          | 6,6     | 2,5          | 6,7     |
| Média                                      |                                 | 1,5 aA                                     | 4,9 aA  | 1,8 bA       | 5,5 aA  | 2,1 aA       | 5,6a A  |
| Testemunha                                 | 0                               | 1,0 B                                      | 4,6 A   | 1,3 B        | 4,7 B   | 1,4 B        | 3,4 B   |

ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos, pelo teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos e a testemunha, pelo teste de Tukey a 5%.

## 6.2.4 Intensidade da cor verde da folha

Apenas o componente verde (G) da imagem digital não foi influenciado significativamente e nem o ajuste linear ou quadrático em virtude das doses de N foi possível, aos 90 DAC (Tabela 24). A intensidade da cor verde da folha (ICV), medida pelo clorofilômetro, o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), ambos obtidos

na imagem digital, foram influenciados significativamente pelas doses de N. A ICV foi ajustada linearmente e a matiz (H) e o ICVE foram ajustados às doses de N pelo modelo quadrático (Figura 32).

Tabela 24. Intensidade da cor verde (ICV), determinada pelo clorofilômetro, o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 90 DAC.

| Intensidade da Cor Verde da Folha          |      |                  |              |                   |              |
|--------------------------------------------|------|------------------|--------------|-------------------|--------------|
| Causa da<br>variação                       | G.L. | Método           |              |                   |              |
|                                            |      | ICV              | G            | H (matiz)         | ICVE         |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |      |                  |              |                   |              |
| Doses (D)                                  | 6    | 92,0 ***         | 205,8 ns     | 269,1 ***         | 0,015 ***    |
| Repetição                                  | 3    | 8,12 *           | 1076,6 *     | 17,6 ns           | 0,0005 ns    |
| Erro                                       | 18   | 1,81             | 211,9        | 12,6              | 0,0008       |
| CV%                                        |      | 3,9              | 9,5          | 4,4               | 5,8          |
| Média                                      |      | 34,3             | 154          | 80,0              | 0,48         |
| Doses de N                                 |      |                  |              |                   |              |
| ----- kg ha <sup>-1</sup> -----            |      | ----- SPAD ----- | adimensional | ----- graus ----- | adimensional |
| 0                                          |      | 25,8             | 166          | 66                | 0,37         |
| 25                                         |      | 31,6             | 160          | 72                | 0,41         |
| 50                                         |      | 32,7             | 147          | 79                | 0,47         |
| 75                                         |      | 35,9             | 151          | 84                | 0,50         |
| 100                                        |      | 35,6             | 153          | 86                | 0,51         |
| 150                                        |      | 38,6             | 150          | 87                | 0,52         |
| 200                                        |      | 40,0             | 146          | 87                | 0,53         |

ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

ICV - Intensidade da cor verde, medida pelo clorofilômetro, em unidades SPAD;

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

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

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

Os valores de ICV variaram linearmente de 25,8 a 40,0 unidades SPAD, de acordo com o aumento da dose de N, até aos 90 DAC, de 0 a 200 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 32). Segundo Carrow et al. (2001), quando a dose de N é aumentada a partir de uma condição de deficiência de N, há um incremento no conteúdo de clorofila, proporcionando uma resposta linear quanto à cor verde da grama. No entanto, o matiz da cor verde (H) e o índice de verde escuro (ICVE) se ajustaram melhor ao modelo quadrático, sendo atingido o ponto de inflexão com as doses de N de 149 e 151 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 32). Segundo Beard (1973), quando as doses de N são muito altas pode não haver resposta ou

haver redução na cor verde da grama por causa da taxa de crescimento muito alta, que pode provocar a redução da concentração de clorofila pelo efeito de diluição e também pelo sombreamento causado pelas folhas maiores.

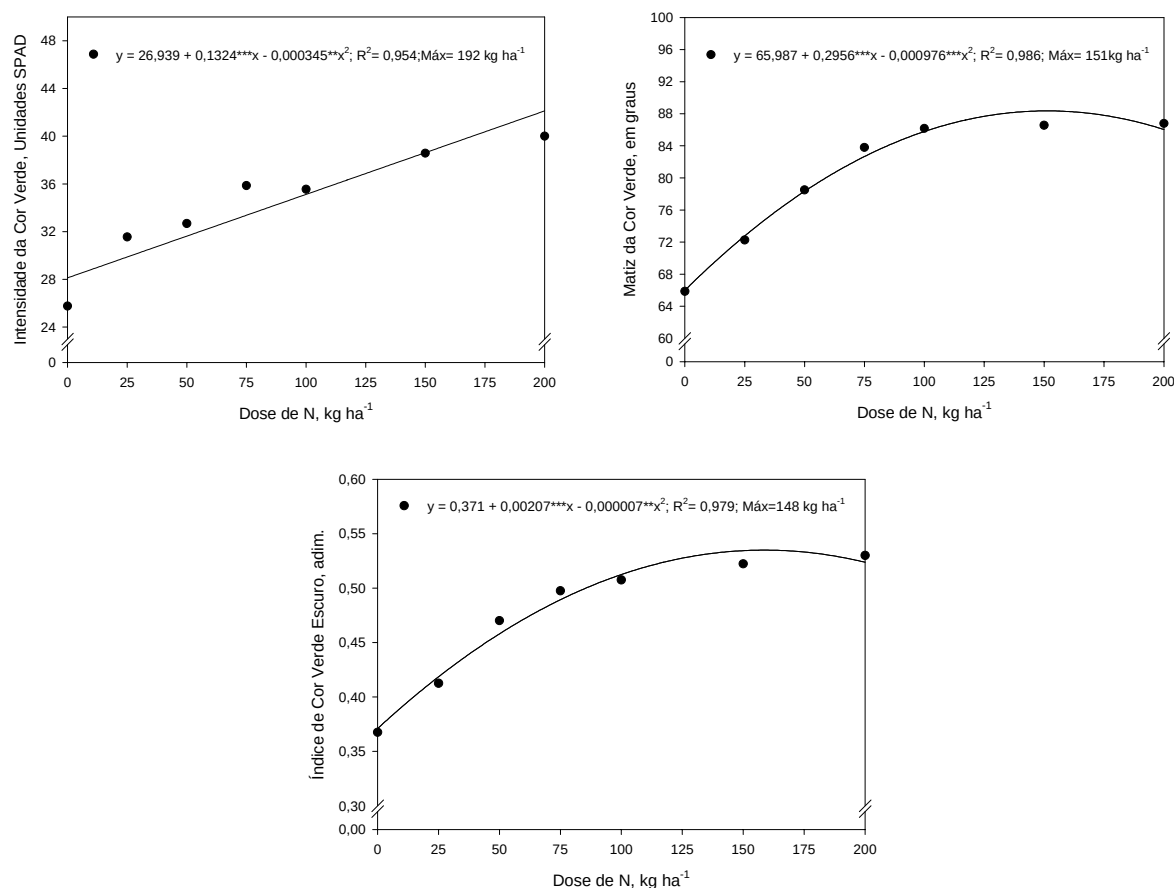


Figura 32. Intensidade da cor verde (ICV), medida pelo clorofilômetro, o matiz (H) da cor verde e o índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 90 dias após a colheita (fev/03).

Como a medida da ICV é realizada em cada folha da grama, talvez não consiga detectar este efeito do sombreamento, observado nos índices da análise da imagem digital. A amostragem para calcular os índices com base na imagem digital é muito maior (2 m<sup>2</sup> por amostra), já que se utiliza a imagem digital de milhares de folhas, contra a amostragem de 30 folhas por repetição na medida da ICV pelo clorofilômetro (12 mm<sup>2</sup> por folha).

Houve efeito significativo das doses e do parcelamento do N na ICV, aos 124, 192 DAC e somente das doses, aos 296 DAC (Tabela 25). Aos 124 DAC a adubação nitrogenada parcelada em duas aplicações proporcionou, na grama, maior ICV que uma

aplicação única, ocorrendo o contrário aos 192 DAC.

Tabela 25. Intensidade da cor verde da folha (ICV) da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, determinado pelo clorofilômetro, em três datas de avaliação.

| Causa da variação | G.L.                              | Intensidade da Cor Verde da Folha (ICV)    |              |              |
|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|--------------|--------------|
|                   |                                   | Época (dias após o corte)                  |              |              |
|                   |                                   | Mar/03 (124)                               | Mai/03 (192) | Set/03 (296) |
|                   |                                   | ----- Quadrado médio (significância) ----- |              |              |
| Parcelamento (P)  | 1                                 | 75,0 **                                    | 52,0 **      | 1,1 ns       |
| Doses (D)         | 3                                 | 60,3 ***                                   | 100,4 ***    | 88,6 ***     |
| Interação P x D   | 3                                 | 1,7 ns                                     | 0,9 ns       | 1,1 ns       |
| Repetição         | 3                                 | 14,2 ns                                    | 3,0 ns       | 1,9 ns       |
| Erro              | 21                                | 3,1                                        | 2,3          | 2,1          |
| CV%               |                                   | 6,1                                        | 4,4          | 4,0          |
| Média             |                                   | 28,9                                       | 35,5         | 36,3         |
| Parcel.           | Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) | ----- Unidades SPAD -----                  |              |              |
| 3 x               | 150                               | 25,0                                       | 31,8         | 31,8         |
|                   | 300                               | 25,6                                       | 37,2         | 35,4         |
|                   | 450                               | 28,3                                       | 38,3         | 38,0         |
|                   | 600                               | 30,9                                       | 39,8         | 39,3         |
| Média             |                                   | 27,4 bA                                    | 36,8 aA      | 36,1 aA      |
| 6 x               | 150                               | 27,0                                       | 29,3         | 32,1         |
|                   | 300                               | 29,9                                       | 33,7         | 36,2         |
|                   | 450                               | 31,3                                       | 36,4         | 37,4         |
|                   | 600                               | 33,9                                       | 37,5         | 40,3         |
| Média             |                                   | 30,5 aA                                    | 34,2 bA      | 36,5 aA      |
| Testemunha        | 0                                 | 24,5 B                                     | 22,9 B       | 28,9 B       |

ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

ICV - Intensidade da cor verde, medida pelo clorofilômetro, em unidades SPAD;

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

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

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

Como aos 90 DAC, a ICV aumentou linearmente com as dose de N, aos 124 e aos 296 DAC (Figura 33). Godoy & Villas Bôas (2004) consideram que valores acima de 37 unidades SPAD podem ser considerados adequados para acelerar a cobertura do solo pela grama *Zoysia japonica*. Somente as gramas que receberam as duas maiores doses atingiram ICV maior que 37 unidades SPAD aos 90, 192 e 296 DAC.

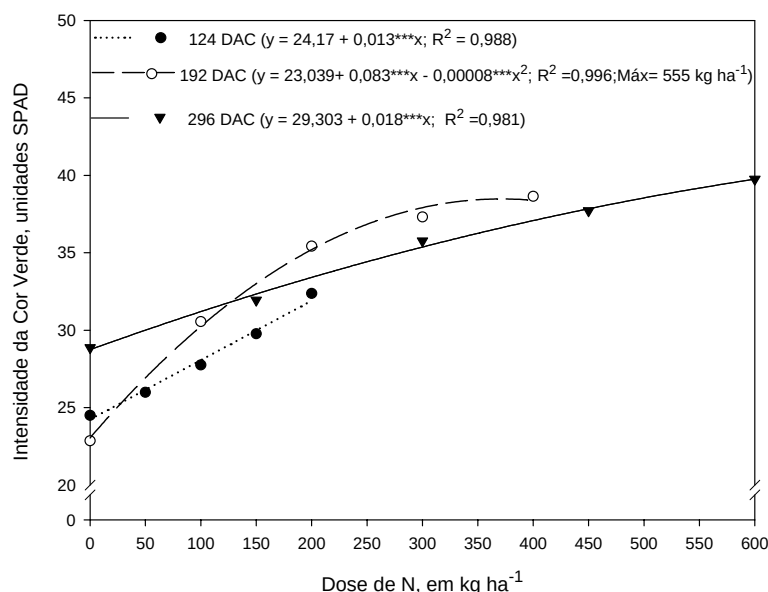


Figura 33. Intensidade da cor verde da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação, medida pelo clorofilômetro.

Os valores da ICV observados aos 124 DAC foram baixos, como ocorreu com a concentração de N na folha. Os valores encontrados foram semelhantes aos observados por Godoy & Villas Bôas (2004), de 28,8 a 30,8 unidades SPAD, na grama Esmeralda, que não recebeu adubação nitrogenada em cobertura. Isto pode ser um indicativo da necessidade da aplicação de N em cobertura.

Dentre os outros índices utilizados para quantificar a cor verde da grama, obtidos da análise da imagem digital, o componente verde (G) não variou nem com as doses de N nem com o parcelamento das doses, ao passo que o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE) foram significativamente influenciados pelas doses de N aos 124 e 296 DAC (Tabela 26).



Tabela 26. Intensidade da cor verde da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação, medida pelo clorofilômetro.

| Causa da<br>variação | G.L.                                        | Verde (G)                                  |                 |                 | Matiz (H)         |                 |                 | ICVE <sup>1</sup> |                 |                 |
|----------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|                      |                                             | Época (dias após o corte)                  |                 |                 |                   |                 |                 |                   |                 |                 |
|                      |                                             | Mar/03<br>(124)                            | Mai/03<br>(192) | Set/03<br>(296) | Mar/03<br>(124)   | Mai/03<br>(192) | Set/03<br>(296) | Mar/03<br>(124)   | Mai/03<br>(192) | Set/03<br>(296) |
|                      |                                             | ----- Quadrado médio (significância) ----- |                 |                 |                   |                 |                 |                   |                 |                 |
| Parcelamento (P)     | 1                                           | 52,6ns                                     | 52,8ns          | 32,0ns          | 5,4 ns            | 10,3 ns         | 2,9 ns          | 0,0004ns          | 0,0001ns        | 0,0007ns        |
| Doses (D)            | 3                                           | 58,1ns                                     | 57,8ns          | 102,0ns         | 311,4***          | 97,3 ns         | 263,1***        | 0,011***          | 0,0014 ns       | 0,007***        |
| Interação P x D      | 3                                           | 60,4ns                                     | 71,6ns          | 113,6ns         | 12,3 ns           | 36,4 ns         | 6,2 ns          | 0,0007ns          | 0,0018ns        | 0,0003ns        |
| Repetição            | 3                                           | 82,0ns                                     | 83,6ns          | 50,5ns          | 25,0 ns           | 40,2 ns         | 15,6 ns         | 0,002 ns          | 0,0027ns        | 0,0003ns        |
| Erro                 | 21                                          | 59,3                                       | 60,3            | 45,6            | 11,2              | 35,2            | 7,2             | 0,0003            | 0,001           | 0,0002          |
| CV%                  |                                             | 4,8                                        | 6,2             | 4,3             | 4,2               | 7,9             | 3,6             | 4,0               | 7,0             | 3,4             |
| Média                |                                             | 161                                        | 124             | 158             | 79                | 76              | 75              | 0,44              | 0,46            | 0,43            |
| Parcel.              | Doses de N<br>---- kg ha <sup>-1</sup> ---- | adimensional                               |                 |                 | ----- graus ----- |                 |                 | adimensional      |                 |                 |
| 3 x                  | 150                                         | 168                                        | 130             | 160             | 72                | 72              | 69              | 0,39              | 0,44            | 0,40            |
|                      | 300                                         | 160                                        | 121             | 157             | 76                | 76              | 72              | 0,43              | 0,47            | 0,42            |
|                      | 450                                         | 160                                        | 121             | 158             | 84                | 78              | 77              | 0,47              | 0,47            | 0,45            |
|                      | 600                                         | 159                                        | 130             | 160             | 84                | 79              | 81              | 0,47              | 0,46            | 0,45            |
| Média                |                                             | 162 aA                                     | 126 aA          | 159 aA          | 79 aA             | 76 aA           | 75 aA           | 0,44 aA           | 0,46 aA         | 0,43 aA         |
| 6 x                  | 150                                         | 159                                        | 125             | 164             | 74                | 72              | 68              | 0,42              | 0,45            | 0,39            |
|                      | 300                                         | 165                                        | 125             | 163             | 74                | 77              | 74              | 0,41              | 0,47            | 0,42            |
|                      | 450                                         | 157                                        | 122             | 152             | 83                | 71              | 80              | 0,47              | 0,42            | 0,46            |
|                      | 600                                         | 157                                        | 120             | 150             | 87                | 81              | 81              | 0,49              | 0,48            | 0,48            |
| Média                |                                             | 159 aA                                     | 123 aA          | 157 aA          | 80 aA             | 75 aA           | 76 bA           | 0,45 aA           | 0,46 aA         | 0,44 aA         |
| Test.                | 0                                           | 157 A                                      | 120 A           | 150 B           | 65 B              | 62 B            | 63 B            | 0,35 B            | 0,37 B          | 0,36 B          |

ns; \*, \*\*, \*\*\* - não significativo; significativo a 5, 1 e 0,1% pelo teste F

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos, pelo teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos e a testemunha, pelo teste de Tukey a 5%.

Comparando os quatro métodos de avaliação da cor verde da folha, quanto à precisão, parece não haver grandes diferenças (Tabela 26). Todavia, o componente verde da imagem digital (G) não foi adequado para avaliar a cor verde da grama em todas as datas (Tabela 26), ao passo que a ICV, medida pelo clorofilômetro, parece ter sido a mais adequada, distinguindo até o efeito do parcelamento.

Os problemas da utilização do clorofilômetro (ICV) estão na dificuldade da medida, devido às folhas dessa grama serem muito finas, curtas e que enrolam rapidamente após serem destacadas da planta, para uma área de leitura muito pequena (6 mm<sup>2</sup>), elevado custo e a necessidade de importação do aparelho.

Embora o efeito das doses de N não tenha sido significativo para o componente verde da imagem (G), houve ajuste significativo do componente em relação as dose de N, aos 192 e 296 DAC (Figura 34).

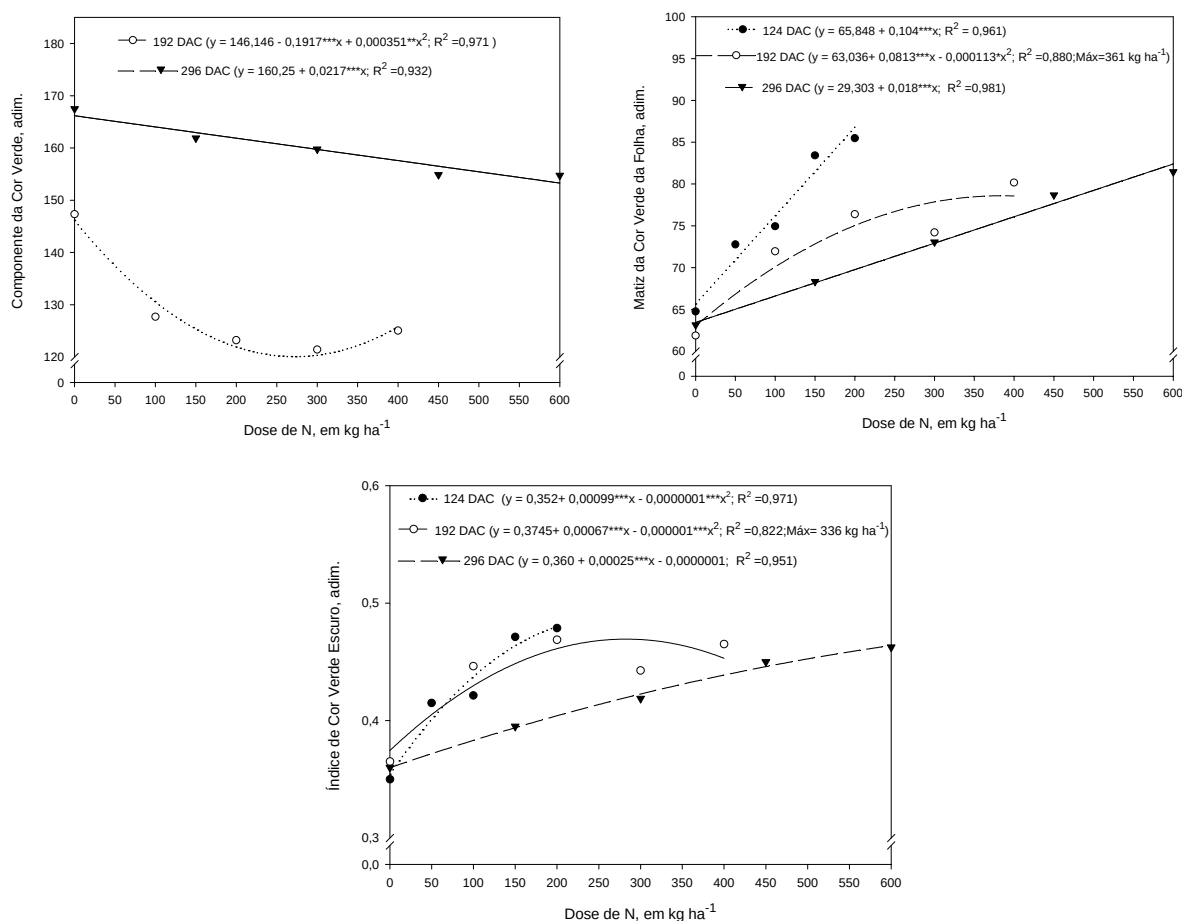


Figura 34. Componente da cor verde (G), matiz da cor verde (H) e o índice da cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, em três datas de avaliação.

Quanto menor o valor de G mais intensa a cor verde; por isso, há uma redução do seu valor com o aumento das doses de N. Contudo, este método de avaliação da cor verde não parece adequado porque, aos 192 DAC, os valores de G não permitiram o ajuste em função das doses de N, ao passo que os demais métodos permitiram, além dos valores observados serem bem menores que aos 124 e 296 DAC, variando muito com o decorrer do ciclo, o que dificulta estabelecer valores referenciais. Isto acontece porque não foram

considerados os outros componentes da imagem (vermelho e azul), como citado por Karcher & Richardson (2003).

### 6.2.5 Acúmulo de macronutrientes nas raízes, rizomas e folhas + caules

A quantidade de N, K e Ca acumulada nos rizomas variou com as doses de N, e o parcelamento das doses em três aplicações proporcionou maior quantidade de P, K e Ca acumulada nos rizomas do que o parcelamento em seis aplicações (Tabela 27).

Tabela 27. Quantidade de macronutrientes acumulada nos rizomas da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 DAC.

| Quantidade de Macronutrientes Acumulada nos Rizomas |                                   |                                 |        |          |         |         |         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------|----------|---------|---------|---------|
| Causa da variação                                   | G.L.                              | Época (dias após o corte)       |        |          |         |         |         |
|                                                     |                                   | N                               | P      | K        | Ca      | Mg      | S       |
| ----- Quadrado médio (significância) -----          |                                   |                                 |        |          |         |         |         |
| Parcelamento (P)                                    | 1                                 | 194,0 ns                        | 5,9 ** | 31,20 *  | 18,33 * | 1,46 ns | 0,59 ns |
| Doses (D)                                           | 3                                 | 2837,3**                        | 0,7 ns | 29,86 *  | 13,79 * | 0,67 ns | 6,21 ns |
| Interação P x D                                     | 3                                 | 424,6 ns                        | 0,5 ns | 20,13 ns | 8,18 ns | 0,84 ns | 5,38 ns |
| Repetição                                           | 3                                 | 254,1 ns                        | 0,9 ns | 9,53 ns  | 3,58    | 0,26 ns | 1,25 ns |
| Erro                                                | 21                                | 291,2                           | 0,6    | 26,0     | 4,39    | 0,58    | 2,25    |
| CV%                                                 |                                   | 34,8                            | 25,6   | 11,8     | 28,8    | 26,1    | 25,1    |
| Média                                               |                                   | 49                              | 3,1    | 12,2     | 7,3     | 2,9     | 6,0     |
| Parcel.                                             | Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) | ----- kg ha <sup>-1</sup> ----- |        |          |         |         |         |
| 3 x                                                 | 150                               | 32,7                            | 4,0    | 16,4     | 8       | 3,5     | 5,6     |
|                                                     | 300                               | 47,4                            | 4,5    | 15,7     | 10      | 3,7     | 7,2     |
|                                                     | 450                               | 40,8                            | 2,6    | 8,3      | 6       | 2,4     | 4,5     |
|                                                     | 600                               | 84,9                            | 4,2    | 13,5     | 9       | 3,5     | 7,4     |
| Média                                               |                                   | 51,5 aA                         | 3,8 aA | 13,5 aA  | 8 aA    | 3,3 aA  | 6,2 aA  |
| 6 x                                                 | 150                               | 26,2                            | 2,6    | 11,6     | 6       | 2,6     | 5,4     |
|                                                     | 300                               | 40,3                            | 3,1    | 11,3     | 8       | 3,1     | 7,2     |
|                                                     | 450                               | 55,4                            | 2,7    | 9,8      | 7       | 2,6     | 5,8     |
|                                                     | 600                               | 64,3                            | 2,9    | 11,0     | 8       | 2,7     | 5,7     |
| Média                                               |                                   | 46,5 aA                         | 2,8 bA | 10,9 bA  | 7 bA    | 2,8 aA  | 6,0 aA  |
| Testemunha                                          | 0                                 | 8,9 B                           | 1,8 B  | 7,2 B    | 3,5 B   | 1,2 B   | 2,1 B   |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos, pelo teste de Tukey a 5%. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos e a testemunha, pelo teste de Tukey a 5%.

Nas raízes, apenas a quantidade de P e Ca foi maior com o parcelamento da dose em três do que em seis vezes. As doses de N não tiveram efeito significativo na quantidade de macronutrientes acumulada nas raízes (Tabela 28).

Tabela 28. Quantidade de macronutrientes acumulada nas raízes da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 DAC.

|                                            |                                   | Quantidade de Macronutrientes Acumulada nas Raízes |         |         |         |         |         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Causa da variação                          | G.L.                              | Época (dias após o corte)                          |         |         |         |         |         |
|                                            |                                   | N                                                  | P       | K       | Ca      | Mg      | S       |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |                                   |                                                    |         |         |         |         |         |
| Parcelamento (P)                           | 1                                 | 61,9 ns                                            | 0,73 ** | 1,78 ns | 6,34 *  | 0,24 ns | 0,78 ns |
| Doses (D)                                  | 3                                 | 54,6 ns                                            | 0,10 ns | 0,25 ns | 0,28 ns | 0,05 ns | 0,40 ns |
| Interação P x D                            | 3                                 | 7,0 ns                                             | 0,20 ns | 1,32 ns | 2,66 ns | 0,09 ns | 0,66 ns |
| Repetição                                  | 3                                 | 12,4 ns                                            | 0,06 ns | 0,17 ns | 2,45 ns | 0,04 ns | 0,33 ns |
| Erro                                       | 21                                | 21,8                                               | 0,13    | 1,25    | 1,66    | 0,12    | 0,48    |
| CV%                                        |                                   | 37,5                                               | 30,9    | 36,3    | 27,2    | 32,7    | 33,2    |
| Média                                      |                                   | 12,4                                               | 1,2     | 3,1     | 4,7     | 1,1     | 2,1     |
| Parcel.                                    | Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) | ----- kg ha <sup>-1</sup> -----                    |         |         |         |         |         |
| 3 x                                        | 150                               | 12,6                                               | 1,5     | 3,8     | 5,3     | 1,3     | 2,4     |
|                                            | 300                               | 12,4                                               | 1,4     | 3,6     | 5,3     | 1,2     | 1,2     |
|                                            | 450                               | 12,1                                               | 1,1     | 2,5     | 4,8     | 1,0     | 1,8     |
|                                            | 600                               | 18,4                                               | 1,7     | 3,7     | 6,3     | 1,3     | 2,9     |
| Média                                      |                                   | 13,8 aA                                            | 1,4 aA  | 3,5 aA  | 5 aA    | 1,2 aA  | 2,3 aA  |
| 6 x                                        | 150                               | 8,1                                                | 0,8     | 2,6     | 4,1     | 0,9     | 1,5     |
|                                            | 300                               | 10,5                                               | 1,1     | 2,9     | 4,7     | 1,2     | 1,9     |
|                                            | 450                               | 11,5                                               | 0,9     | 3,2     | 3,8     | 0,9     | 1,8     |
|                                            | 600                               | 14,2                                               | 1,3     | 3,2     | 5,1     | 1,0     | 2,4     |
| Média                                      |                                   | 11,1 aA                                            | 1,0 bB  | 3,0 aA  | 4 bAB   | 1,0 aA  | 1,9 aA  |
| Testemunha                                 | 0                                 | 4,6 B                                              | 0,6 C   | 1,7 B   | 3,4 B   | 0,5 B   | 0,9 B   |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos, pelo teste de Tukey a 5%. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos e a testemunha, pelo teste de Tukey a 5%.

Nas folhas + caules, somente a quantidade de K não foi influenciada pelas doses de N (Tabela 29). Houve efeito do parcelamento para a quantidade de Ca acumulada nas folhas + caules da grama, sendo maior o acúmulo nas gramas que receberam o adubo nitrogenado parcelado em três do que em seis aplicações. A interação entre o parcelamento e as doses foram significativas para as de quantidades de P e K acumuladas nas folhas + caules da grama.

Tabela 29. Quantidade de macronutrientes acumulada nas folhas + caules da grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 DAC.

|                   |                                   | Quantidade de Macronutrientes Acumulada nas Folhas e Caules |         |          |          |          |           |
|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| Causa da variação | G.L.                              | Época (dias após o corte)                                   |         |          |          |          |           |
|                   |                                   | N                                                           | P       | K        | Ca       | Mg       | S         |
|                   |                                   | ----- Quadrado médio (significância) -----                  |         |          |          |          |           |
| Parcelamento (P)  | 1                                 | 273,2 ns                                                    | 2,01 ns | 161,3 ns | 246,6 *  | 8,68 ns  | 31,55 ns  |
| Doses (D)         | 3                                 | 7807,9 **                                                   | 14,85 * | 126,2 ns | 346,3 ** | 33,31 ** | 155,44 ** |
| Interação P x D   | 3                                 | 1071,8 ns                                                   | 11,13 * | 316,4 *  | 128,8 ns | 9,02 ns  | 38,70 ns  |
| Repetição         | 3                                 | 783,7 ns                                                    | 2,89 ns | 39,3 ns  | 37,7 ns  | 3,89 ns  | 25,14 ns  |
| Erro              | 21                                | 817,1                                                       | 4,18    | 118,4    | 66,0     | 3,71     | 26,07     |
| CV%               |                                   | 34,2                                                        | 24,5    | 30,5     | 29,4     | 31,8     | 32,2      |
| Média             |                                   | 83,6                                                        | 8,3     | 35,7     | 27,6     | 8,1      | 15,8      |
| Parcel.           | Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) | ----- kg ha <sup>-1</sup> -----                             |         |          |          |          |           |
| 3 x               | 150                               | 59,6                                                        | 8,5     | 45,3     | 27,4     | 7,9      | 14,1      |
|                   | 300                               | 72,7                                                        | 8,7     | 38,0     | 31,6     | 9,1      | 17,3      |
|                   | 450                               | 75,2                                                        | 6,7     | 29,1     | 26,4     | 7,6      | 14,8      |
|                   | 600                               | 138,8                                                       | 10,8    | 44,2     | 42,6     | 11,0     | 23,6      |
| Média             |                                   | 86,6 aA                                                     | 8,7 aA  | 39,2 aA  | 32 aA    | 8,9 aA   | 17,5 aA   |
| 6 x               | 150                               | 39,5                                                        | 6,0     | 27,2     | 17,6     | 5,0      | 9,2       |
|                   | 300                               | 75,7                                                        | 8,9     | 37,1     | 26,3     | 8,7      | 15,1      |
|                   | 450                               | 97,7                                                        | 9,1     | 37,8     | 28,0     | 8,9      | 16,5      |
|                   | 600                               | 110,1                                                       | 9,5     | 38,2     | 33,4     | 9,7      | 19,5      |
| Média             |                                   | 80,7 aA                                                     | 8,4 aA  | 35,1 aA  | 26 abA   | 8,1 aA   | 15,1 aA   |
| Testemunha        | 0                                 | 11,3 B                                                      | 2,2 B   | 10,4 B   | 7,8 B    | 1,4 B    | 2,7 B     |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos, pelo teste de Tukey a 5%. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os parcelamentos e a testemunha, pelo teste de Tukey a 5%.

As quantidades de P e K acumuladas na grama não foram influenciadas pelas doses de N, mas, houve interação significativa do parcelamento com as doses de N (Tabela 30). Houve efeito do parcelamento para a quantidade de Ca acumulada nas folhas + caules da grama, sendo maior o acúmulo nas gramas adubadas com três do que em seis aplicações de N. A interação entre o parcelamento e as doses foi observada nas quantidades de P e K acumulada nas folhas + caules da grama.

Tabela 30. Quantidade de macronutrientes acumulada na grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 DAC.

|                                            |                                   | Quantidade de Macronutrientes Acumulada pela Grama |          |          |          |          |           |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Causa da variação                          | G.L.                              | Época (dias após o corte)                          |          |          |          |          |           |
|                                            |                                   | N                                                  | P        | K        | Ca       | Mg       | S         |
| ----- Quadrado médio (significância) ----- |                                   |                                                    |          |          |          |          |           |
| Parcelamento (P)                           | 1                                 | 1479,7                                             | 20,32 ns | 369,4 ns | 500,6 *  | 20,88 ns | 49,90 ns  |
| Doses (D)                                  | 3                                 | 22091,8**                                          | 16,91 ns | 186,4 ns | 478,8 *  | 36,11 *  | 218,45 ** |
| Interação P x D                            | 3                                 | 2976,2 ns                                          | 22,66 *  | 508,8 *  | 220,7 ns | 15,88 ns | 69,95 ns  |
| Repetição                                  | 3                                 | 1870,2 ns                                          | 4,70 ns  | 64,7 ns  | 27,0 ns  | 2,22 ns  | 20,39 ns  |
| Erro                                       | 21                                | 2239,7                                             | 8,57     | 200,5    | 110,3    | 11,67    | 45,0      |
| CV%                                        |                                   | 32,6                                               | 23,1     | 28,0     | 26,5     | 28,2     | 28,1      |
| Média                                      |                                   | 145,1                                              | 12,7     | 50,7     | 39,6     | 12,1     | 23,9      |
| Parcel.                                    | Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) | ----- kg ha <sup>-1</sup> -----                    |          |          |          |          |           |
| 3 x                                        | 150                               | 104,9                                              | 14,0     | 65,8     | 40,4     | 12,6     | 22,1      |
|                                            | 300                               | 132,5                                              | 14,6     | 57,4     | 47,3     | 14,0     | 26,7      |
|                                            | 450                               | 128,1                                              | 10,4     | 39,9     | 37,4     | 11,0     | 21,1      |
|                                            | 600                               | 242,1                                              | 16,8     | 61,3     | 58,2     | 15,8     | 33,8      |
| Média                                      |                                   | 154,9 aA                                           | 13,9 aA  | 56,1 aA  | 46 aA    | 13,4 aA  | 25,9 aA   |
| 6 x                                        | 150                               | 73,7                                               | 9,5      | 41,3     | 27,3     | 8,5      | 16,1      |
|                                            | 300                               | 126,5                                              | 13,0     | 51,4     | 38,1     | 13,0     | 24,1      |
|                                            | 450                               | 164,5                                              | 12,8     | 50,7     | 39,0     | 12,5     | 24,1      |
|                                            | 600                               | 188,5                                              | 13,7     | 52,3     | 46,6     | 13,4     | 27,6      |
| Média                                      |                                   | 138,3 aA                                           | 12,2 aA  | 48,9 aA  | 38 aA    | 11,9 aA  | 23,0 aA   |
| Testemunha                                 | 0                                 | 24,7 B                                             | 4,5 B    | 19,2 B   | 14,7 B   | 3,2 B    | 5,7 B     |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre os parcelamentos, pelo teste de Tukey a 5%.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre os parcelamentos e a testemunha, pelo teste de Tukey a 5%.

A quantidade de N acumulada nos rizomas, estolões e folhas + caules aumentou linearmente com as doses de N, ao passo que, a quantidade acumulada dos outros macronutrientes foram ajustadas de acordo com o modelo quadrático (Figura 28). Assim como para a grama Santo Agostinho, o conhecimento do acúmulo de macronutrientes nas partes da grama Esmeralda pode possibilitar o entendimento de fatores relacionados à nutrição mineral da cultura e conseqüentemente a calibrar as dose de adubos para cada espécie de grama.

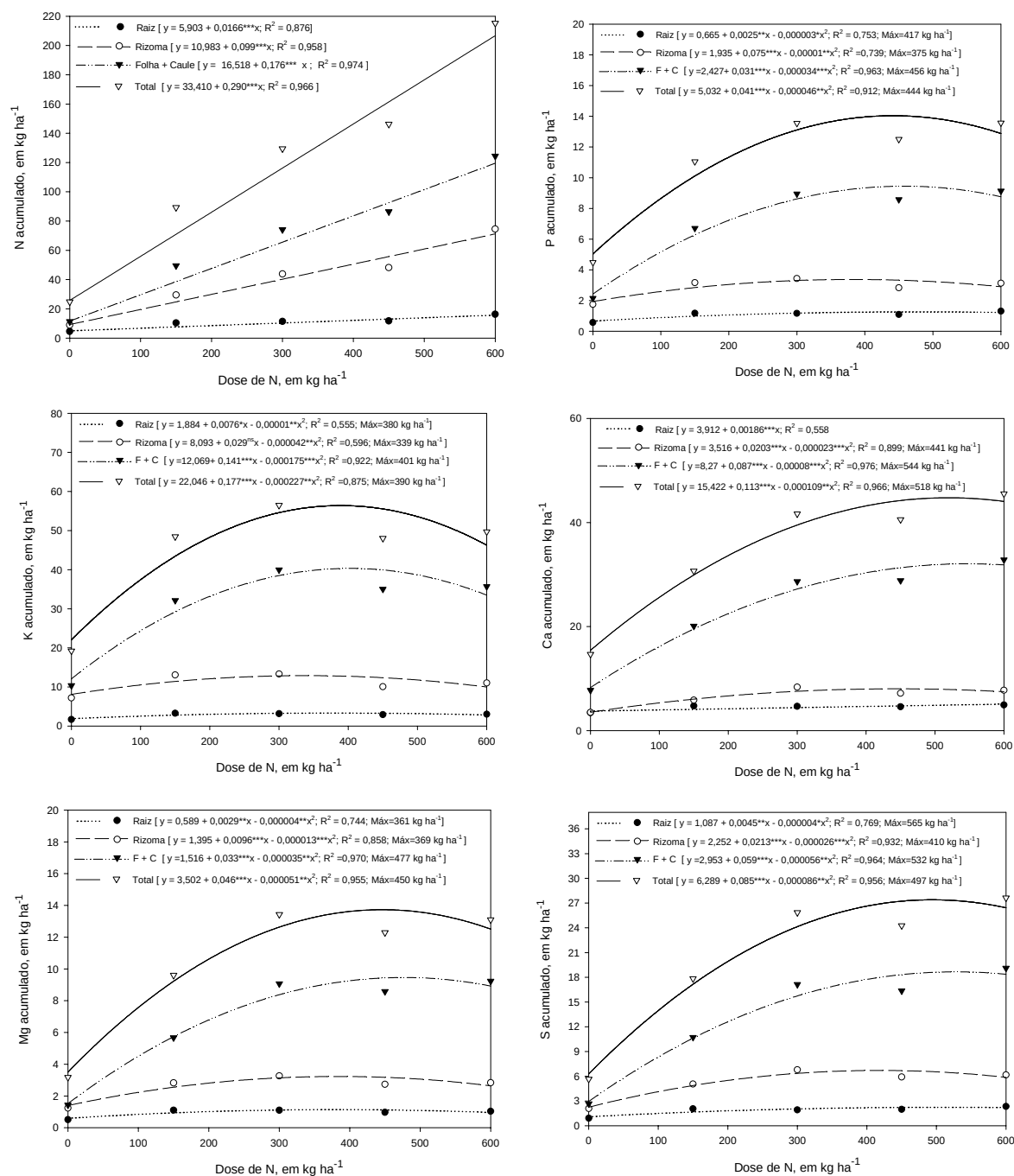


Figura 35. Acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S nas raízes, rizomas e folhas + caules na grama *Z. japonica* (Esmeralda) em função das doses de N, aos 296 dias após a colheita (set/03).

## 7. CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio influenciaram a taxa de cobertura do solo pela grama *Stenotaphrum secundatum* (Santo Agostinho) e *Zoysia japonica* (Esmeralda), reduzindo o tempo para formação do tapete, respectivamente, para 10 e 6 meses, e possibilitaram aumento da concentração de N na folha e da cor verde da grama, em ambas espécies;

Doses de N maiores que 370 e 400 kg ha<sup>-1</sup> reduziram, respectivamente, o acúmulo da fitomassa seca de raízes na grama Santo Agostinho e o acúmulo da fitomassa seca nas raízes e rizomas na grama Esmeralda;

A concentração de N foliar e a cor verde da folha podem auxiliar na recomendação das doses de N em cobertura para ambas as gramas;

A imagem digital mostrou-se adequada para indicar a taxa de cobertura do solo e a cor verde da folha das gramas Santo Agostinho e Esmeralda.

Doses de N entre 350 e 400 kg ha<sup>-1</sup> proporcionaram produção de tapetes de grama Santo Agostinho e Esmeralda com qualidade (sem quebrar e com boa coloração).

O tempo de formação do tapete de grama Esmeralda não foi alterado pelo parcelamento das doses de N, em três ou seis aplicações.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA \*

ALABAMA STATE UNIVERSITY. **Soil test fertilizer recommendations for Alabama crops**, Alabama University, 2003. Disponível em: <<http://www.ag.auburn.edu/agronomy/croprec/CropRecs/cc40.html>> Acesso em 23 de agosto de 2002.

BANCO DE DADOS CLIMÁTICOS DO BRASIL. **Dados climáticos de Itapetininga**. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=sp&COD=345>> Acesso em: 10 de novembro de 2004.

BEARD, J.B. An assessment of water use by turfgrasses. **Turfgrass Water Conservation**. University of California Division of Agriculture & Natural Resources, 1985. Disponível em: <<http://www.turfgrassod.org/trc/statistics.html>>. Acesso em 24 de agosto de 2002.

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

BOWMAN, D.C., CHERNEY, C.T., RUFTY JUNIOR, T.W. Fate and transport of nitrogen applied to six warm-season turfgrasses. **Crop Science**, v.42, p.833-841, 2002.

---

\* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e Documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BOWMAN, D.C., PAUL, J.L., DAVIS, W.B., NELSON, S.H. Rapid depletion of nitrogen applied to Kentucky bluegrass turf. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.114, p.229-233, 1998.

BOYD, J. **Reducing nitrogen use in Zoysiagrass sod production**. Annual Report, Greater harmony between agriculture and the environment/Nutrient management, Arkansas Cooperative Extension Service, 2001. Disponível em: < [http://www.uaex.edu/Annual\\_Report/Goal4/nutrient\\_management.asp](http://www.uaex.edu/Annual_Report/Goal4/nutrient_management.asp)>. Acesso em: 12 de setembro de 2004.

BROSCHAT, T.K.; ELLIOT, M.L. Nutrient distribution and sampling for leaf analysis in St. Augustinegrass. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.4, p.2357-2367, 2004.

BUTLER J.D.; HODGES T.K., Mineral composition of turfgrasses, **HortScience**, v.2, n.2, p. 62-63., 1967.

CALLAHAN, L.M., SANDERS, W.L., PARHAM, J.M., HARPER, C.A., LESTER, L.D., MCDONALD, E.R. Comparative methods of measuring thatch on a creeping bentgrass green. **Crop Science**, v.37, p.230-234, 1997.

CARROLL, M.J., DERNOEDEN, P.H., KROUSE, J.M. Zoysiagrass establishment from sprigs following application of herbicides, nitrogen, and a bioestimulator. **HortScience**, v.31(6), p.972-975, 1996.

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

CENSUS OF AGRICULTURE OF UNITED STATES OF AMERICA 2002. Disponível em: < [http://www.nass.usda.gov/census/census02/volume1/us/st99\\_2\\_034\\_034.pdf](http://www.nass.usda.gov/census/census02/volume1/us/st99_2_034_034.pdf)>. Acesso em: 23 de setembro de 2003.

CHARBONNEAU, P. **Sod production**. Government of Ontario, Canadá, 2004. Disponível em: <[http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crop/facts/info\\_sod.htm](http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crop/facts/info_sod.htm)>. Acesso em 21 de novembro de 2004.

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

CHRISTIANS, N.E.; ENGELKE, M.C. **Choosing the right grass to fit the environment**. In: HANDBOOK OF INTEGRATED PEST MANAGEMENT FOR TURFGRASS AND ORNAMENTALS. Boca Raton, FL: Lewis Publishers, p. 99-112. 1994.

CIAGRO ON LINE . Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Disponível em: <<http://ciiagro.iac.sp.gov.br>>. Acesso em : 21 de outubro de 2004.

CISAR, J.L., SNYDER, G.H.; NKEDI-KIZZA, P. **Maintaining quality turfgrass with minimal nitrogen leaching**. University of Florida, Institute of Food and Agriculture Science Bulletin 273, Gainesville, FL:University of Florida, 1991.

CLEMSON UNIVERSITY. **Guidelines for Sampling and Interpreting Results**. Agricultural Service Laboratory, Plant Tissue Analysis, Clemson Extension. 2004 Disponível em: <<http://www.clemson.edu/agrvlb/plantsampling.htm>>. Acesso em: 21 de dezembro de 2004.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GOLFE **Campos e clubes de golfe do Brasil**. Disponível em: <[http://www.cbg.com.br/por\\_dentro/indice\\_clubes.asp](http://www.cbg.com.br/por_dentro/indice_clubes.asp)>. Acesso em: 12 de julho de 2004.

COREL Corel PhotoPaint v. 10.4.Corel Corporation and Corel Corporation Limited, USA. 2004.

CORSINI, C.A.; ZANOBIA, D. Conservação de áreas com cobertura vegetal e limpeza em rodovias. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1, 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção: **Anais**. Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

DARRAH, C.H.; POWELL, A.J. Post-harvest heating and survival of sod as influenced by pré-harvest and harvest management. **Agronomy Journal**, v.69, p.283-285, 1977.

DERNOEDEN, P.H. Cultural management of turfgrass diseases. AGRONOMY ABSTRACTS, ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, p.174, 1991.

DERNOEDEN, P.H., **Planting and care of a zoysiagrass lawn**. Home & Garden, Maryland Cooperative extension, Univ. of Maryland, Rev 2/99, 1999, 4p.

DOSS, B.D., BENNET, O.L., ASHLEY, D.A., WEAVER, H.A. Soil moisture regime effect on yield and evapotranspiration from warm-season perennial forage species. **Agronomy Journal**, v.54, p. 239-242, 1962.

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

EXNER, M.E, BURBACH, M.E., WATTS, D.G., SHERMAN, R.C., SPALDING, R.F. Deep nitrate movement in the unsaturated zone of a simulated urban lawns. **Journal of Environmental Quality**, v.20, p.658-662, 1991.

FENDER, D. **Sod Farmers' Secrets:On Watering & Fertilizing For A Fabulous Lawn**, Turfgrass Producers International, 2002. Disponível em: [http://www.turfgrasssod.org/pressroom/sod\\_secret\\_1.pdf](http://www.turfgrasssod.org/pressroom/sod_secret_1.pdf).>. Acesso em: 20 de abril de 2004.

FERREIRA, D.F. **Sisvar versão 4.2**. DEX/UFLA, 2003.

FRY, J.D., DERNOEDEN, P.H. Growth of Zoysiagrass from vegetative plugs in response to fertilizers. **J Journal of American Society Horticultural Science.**, v.112(1), p.286-289, 1987.

GIBEAULT, V.A., LEONARD, M., COCKERHAM, S. Nitrogen fertilization of “El-Toro” zoysiagrass. **California Turfgrass Culture**, v.38, p.4-5, 1988.

GIBEAULT, V.A., LEONARD, M., COCKERHAM, S. **Turfgrass Water Conservation**. University of California Division of Agriculture & Natural Resources., 1985.

GODOY, L.J.G.; VILLAS BÔAS, R.L. Doses de nitrogênio na produção de tapetes de grama esmeralda (*Zoysia japonica*). In: FERTBIO 2004, Lages, **Anais**, Lages, SC: UDESC/SBCS, 2004. CD-ROM.

GODOY, L.J.G.; VILLAS BÔAS, R.L. Nutrição e adubação para gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1, 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção: **Anais**. Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

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

GOMES, F.P. **Curso de Estatística experimental**. 14 ed., Piracicaba: ESALQ, 2000. 477 p.

GREEN, D.E., FRY, J.D.II, PAIR, J.C., TISSERAT, N.A. Influence of management practices on rhizoctonia large patch disease in zoysiagrass. **HortScience**, v.29(3), p.186-188, 1994.

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

GURGEL, R.A.G. Principais espécies e variedades de grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1, 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção: **Anais**. Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

JONES, J.R. Turf analysis. **Golf Course Management**. 48 (1): 29-32, 1980.

JUSKA, F.V. Response of Meyer zoysia to lime and fertilizer treatments. **Agronomy Journal**, v.51, p.81-83, 1959.

KARCHER, D.E., RICHARDSON, M.D. Quantifying turfgrass color using digital image analysis. **Crop Science**. V.43, p.943-951, 2003.

KOSKE, T.J. **Sod production for Louisiana**. LSU Ag Center, 1994. Disponível em: <[http://www.lsuagcenter.com/en/lawn\\_garden/commercial\\_horticulture/turfgrass/sod\\_farming/Sod+Production+in+Louisiana.htm](http://www.lsuagcenter.com/en/lawn_garden/commercial_horticulture/turfgrass/sod_farming/Sod+Production+in+Louisiana.htm)>. Acesso em 10 de dezembro de 2004.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LAURETTI, R.L. Implantação de gramados por sementes In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1, 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção: **Anais**. Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

LAYCOCK, R.W., CANAWAY, P.M. An optical point quadrant frame for the estimation of cover in closely-mown. **Journal of Sports Turfgrass Research Institute**., v.56, p.91-92, 1980.

LOPES, L.C.; STRINGHETA, A.C.O. **Gramados**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (ed.) Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª. aproximação, CFEMG, Viçosa, 1999, p. 271-272.

MACFEE, J.A. **Warm up to zoysias:** Texas A&M University release 4 new turfgrass cultivars. Texas Agricultural Extension Service, Texas A&M University, Dept. Soil and Crop Science, 1998, 2p.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**, 2ed. Piracicaba: POTAFOS (Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato), 1997. 317 p.

MCCRIMMON, J.N. Effects of mowing height, nitrogen rate, and potassium rate on palmetto and raleigh st. augustinegrass. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n.1, p. 1-13, 2004.

MILLS, H.A.; JONES JR., J.B. **Plant analysis handbook II: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens, Georgia, EUA: MicroMacro Pub. Inc., 1996. 456 p.

MINNESOTA UNIVERSITY. **Soil Test Interpretations and Fertilizer Management: for Lawns, Turf, Gardens, and Landscape Plants**. Department of Soil, Water, and Climate, 2003. Disponível em: <<http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/DG1731.html#toc>>. Acesso em: 24 de março de 2004.

MINOLTA. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Minolta Radiometric Instruments Div., Osaka, Japan, 1989, 22p.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 64 p.

PETROVIC, A.M. The fate of nitrogen fertilizer applied to turfgrass. **Journal of Environmental Quality**, v.19, p.1-14, 1991.

PIEDADE, A.R. **Desenvolvimento vegetativo de quatro espécies de grama irrigadas com efluente de estação de tratamento de esgoto doméstico**. 2004, 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação) – Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, SP, 2004.

PIMENTA, C.H. Produção de gramas. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1, 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção: **Anais**. Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

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/plantanalysisisturf/index.html>>. Acesso em 5 de agosto de 2003.

QIAN, Y.L., FRY, J.D. Irrigation frequency affects zoysiagrass rooting and plant water status. **HortScience**, v. 31(2), p.243-247, 1996.

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

QUIROGA-GARZA, H.M., PICCHIONI, G.A., REMMENG, M.D. Bermudagrass fertilized with slow-release nitrogen sources. I. Nitrogen Uptake and potential leaching losses. **Journal of Environmental Quality**, v.30, p.440-448, 2001.

RAIJ, B., ANDRADE, J.C., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A. **Análises químicas para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC/FUNDAG, 2001, 285p.

RAIJ, B., CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/FUNDAG, 1996, 286p.(Boletim Técnico, 100).



RAIJ, B., CANTARELLA, H.; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/FUNDAG, 1985, 107p. (Boletim Técnico, 100).

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

RICHARDSON, M.D.; BOYD, J.W. Establishing *Zoysia japonica* from sprigs: effect of topdressing and nitrogen fertility. **Hortscience**. v.36, n.2, p.377-379, 2001.

RODRIGUEZ, I.R.; MACCARTY, L.B., Using a chlorophyll meter to determine the chlorophyll concentration, nitrogen concentration, and visual quality of St. Augustinegrass. **HortScience** v. 35, n. 4, p. 751-754. 2000.

SARTAIN, J.B. **Fertility considerations for sod production**. University of Florida, EDIS, 2002. Disponível em :< <http://flrec.ifas.ufl.edu/turfgras.htm>> Acesso em: 10 de agosto de 2002.

SERVIÇO NACIONAL DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/cultivares/lst1200.htm>>. Acesso em: 15 de agosto de 2003.

SILLS, M.J.; CARROW, R.N. Turfgrass growth, N use and water use under soli compactation and N fertility. **Agronomy Journal**. v.75, p.488-495, 1983.

SMILEY, R.W.; DERNOEDEN, P.H., CLARKE, B.B. **Compendium of turfgrass diseases**. APS Press, St Paul, Minn. 1992.

SOPER, D.Z., DUNN, J.H., MINNER, D.D., SLEPER, D.A. Effects of clipping disposal, nitrogen and growth retardants on thatch and tiller density in Zoysiagrass. **Crop Science**, v.28, p.325-8, 1988.

TURFGRASS PRODUCERS INTERNATIONAL Turfgrass – functional, recreational e aesthetic. Turf Resource Center, 2002 Disponível em: <<http://www.turfgrassod.org/trc/statistics.html>>. Acesso em: 23 de agosto de 2002.

TURFGRASS PRODUCERS INTERNATIONAL Turfgrass – functional, recreational e aesthetic. Turf Resource Center, 2003 Disponível em: <<http://www.turfgrassod.org/trc/statistics.html>>. Acesso em: 25 de agosto de 2004.

TURNER, T.R. **Nutrient management guidelines for sod production in Maryland.** University of Maryland. Turfgrass Technical Update, T-114, 2003. Disponível em: <<http://www.mdturfcouncil.org/edu/pdfs/TT-02.pdf>>. Acesso em : 22 de setembro de 2004.

UNRUH, J.B. Biologia de gramas de clima quente. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 2, 2004, Botucatu. Manejo das gramas na produção e em gramados formados: **Anais**. Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2004. CD-ROM.

VILLAS BÔAS, R.L; GODOY, L.J.G.;. Doses de potasio na produção de tapetes de grama esmeralda. In: FERTBIO 2004, Lages, **Anais**, Lages, SC: UDESC/SBCS, 2004. CD-ROM.

WATSON, L; DALLWITZ, M.F. **The grass genera of the world.** United Kingdon: CAB Publications, 223-986 p., 1992.

ZANON, M.E. O mercado de gramas no Brasil, cadeia produtiva, situação e perspectivas In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1, 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção: **Anais**. Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.