

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

**NUTRIÇÃO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE TAPETES DE GRAMA
BERMUDA E ESMERALDA INFLUENCIADOS PELA ADUBAÇÃO
NITROGENADA**

CLAUDINEI PAULO DE LIMA

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

BOTUCATU-SP
Dezembro – 2009

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

**NUTRIÇÃO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE TAPETES DE GRAMA
BERMUDA E ESMERALDA INFLUENCIADOS PELA ADUBAÇÃO
NITROGENADA**

CLAUDINEI PAULO DE LIMA

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes

Co-Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em Agronomia
área de concentração - Agricultura

BOTUCATU - SP

Dezembro – 2009

L732n Lima, Claudinei Paulo de, 1975-
Nutrição, produção e qualidade de tapetes de grama bermuda e esmeralda influenciados pela adubação nitrogenada / Claudinei Paulo de Lima. - Botucatu : [s.n.], 2009
Vii, 139 f. : gráfs. color., tabs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009
Orientador: Dirceu Maximino Fernandes
Co-orientador: Roberto Lyra Villas Bôas
Inclui bibliografia

1. *Cynodon dactylon*. 2. Espessura de corte. 3. Nutrição de plantas. 4. Nitrogênio na agricultura. 5. *Zoysia japonica*. I. Fernandes, Dirceu Maximino. II. Villas Bôas, Roberto Lyra. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "NUTRIÇÃO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE TAPETES DE GRAMA
BERMUDA E ESMERALDA INFLUENCIADOS PELA ADUBAÇÃO
NITROGENADA"

ALUNO: CLAUDINEI PAULO DE LIMA

ORIENTADOR: PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS

Aprovado pela Comissão Examinadora



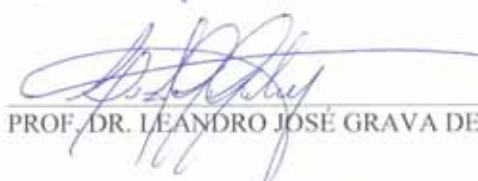
PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES



PROF. DR. LEONARDO THEODORO BÜLL



PROF. DR. HÉLIO GRASSI FILHO



PROF. DR. LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY



DR. MARCO ANTONIO TECCHIO

Data da Realização: 09 de dezembro de 2009.

OFEREÇO

A Deus por ter dado o privilégio da vida e aos meus pais, Claudionor Paulo de Lima e Dolores Garcia Lima (in memorian) por todos os ensinamentos, educação, carinho, amizade, dedicação e principalmente o grande incentivo aos estudos.

DEDICO

A minha esposa Tammy por todo o carinho, paciência e apoio para superar todos os obstáculos encontrados pelo caminho.

À Clarice Backes pelo companheirismo e apoio para que superasse todas as dificuldades encontradas neste caminho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por que, com certeza, há alguém superior que nos dá forças quando precisamos;

Ao meu orientador Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes e co-orientador Roberto Lyra Villas Bôas pela atenção concedida, e por todos os ensinamentos acadêmicos transmitidos, bem como os da vida;

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Agricultura FCA/UNESP – Campus de Botucatu pelos ensinamentos transmitidos e em especial ao Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol, pelo apoio e incentivo para a realização do doutorado;

Ao Prof. Dr. Leonardo Theodoro Bull, por me orientar e incentivar durante toda a vida acadêmica;

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pela bolsa de estudos concedida e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio à pesquisa concedido;

A empresa Ajinomoto Interamericana Ind. e Com. Ltda pelo apoio a realização deste trabalho;

Aos Amigos da AGRAESP, Nao, Osvaldo, Mauro Rondelli, e ao Adriano proprietário do Sítio Santo Antonio

A todos os amigos da Fatec/Mococa e em especial ao Diretor Diógenes Bosquetti e Mirina Luíza Myczkowski pela amizade e suporte para realização deste trabalho;

A todos os amigos das Faculdades Integradas de Ourinhos (FIO) e em especial ao Carlos Eduardo Otoboni pela amizade e suporte para realização deste trabalho;

Aos meus irmãos e familiares e em especial ao meu sogro, Romeu Afonso de Souza Kiihl, pelo incentivo ao estudo e pelo apoio nas horas difíceis;

Aos professores e funcionários do departamento de Recursos Naturais, setor de Ciência do Solo, em especial ao funcionário Jair pelo apoio na condução do experimento;

Aos amigos que auxiliaram no experimento, Elisa, Alessandro, Corcel, Marcha Lenta, Clóvis William e Eder Carlos, Rafael (Indião) pela paciência e disposição;

A todos os amigos da República Santa Cerva. A dona Aíde pela dedicação de anos.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
4.1 Importância e características dos gramados.....	7
4.2 Produção de grama.....	9
4.3 Efeitos do nitrogênio no crescimento das gramas.....	10
4.4 Adubação nitrogenada na produção de grama.....	11
4.5 Fontes nitrogenadas.....	13
4.6 Espessura do tapete de grama.....	15
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
5.1 Localização e Caracterização da Área Experimental.....	16
5.2 Caracterização do solo.....	16
5.3 Caracterização das espécies utilizadas.....	18
5.4 Delineamento experimental e tratamentos.....	18
5.5 Instalação e condução do experimento.....	19
5.6 Características avaliadas nas plantas.....	23
5.6.1 Taxa de cobertura do solo pela grama.....	23
5.6.2 Intensidade da coloração verde do gramado.....	24
5.6.2.1 Clorofilômetros.....	24
5.6.2.2 Análise de imagem digital.....	25
5.6.2.3 Medidor de reflectância de luz.....	26
5.6.3 Concentração de nutrientes na lâmina foliar.....	27
5.6.4 Acúmulo de matéria seca.....	28
5.6.5 Extração de nutrientes pelas aparas.....	28
5.6.6 Massa de matéria seca e conteúdo de nutrientes de raízes, rizomas, folhas e caules.....	28
5.6.7 Resistência do tapete.....	29
5.6.8 Características do solo.....	30
5.7 Análises estatísticas.....	30

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
6.1 Qualidade e produção de tapetes de grama esmeralda influenciados pela espessura de corte e aplicação de doses do resíduo da produção de glutamato monossódico.....	31
6.1.1 Taxa de cobertura do solo pela grama.....	31
6.1.2 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar	36
6.1.3 Intensidade de coloração verde da folha.....	45
6.1.4 Massa das aparas e extração de nutrientes pelas aparas.....	70
6.1.5 Massa de matéria seca e acúmulo de nutrientes nas raízes, rizomas, folhas e caules	74
6.1.6 Extração total de nutrientes pela grama.....	89
6.1.7 Quantidade de solo retirado com os tapetes e nutrientes contidos no solo.....	92
6.1.8 Resistência e massa dos tapetes.....	94
6.1.9 Análise química do solo.....	97
6.2 Doses de nitrogênio na produção da grama bermuda (Experimento 2).....	102
6.2.1 Taxa de cobertura do solo pela grama.....	102
6.2.2 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar.....	104
6.2.3 Intensidade de coloração verde da folha.....	111
6.2.4 Massa das aparas.....	122
6.2.5 Extração de nutrientes pelas aparas.....	124
6.2.6 Massa de matéria seca de raízes, rizomas, folhas e caules.....	127
6.2.7 Resistência dos tapetes.....	128
7. CONCLUSÕES.....	132
8. REFERÊNCIAS.....	133

1 RESUMO

O nitrogênio é o nutriente que proporciona melhores respostas no crescimento das gramas, bem como a formação do tapete em menor tempo, com boa qualidade. A espessura do corte do tapete de grama também pode afetar a produtividade. Tapetes muito finos podem romper no manuseio, sendo descartados, ou apresentam menor pegamento e tapetes muito espessos prejudicam a rebrota na área de produção. Dessa forma realizaram-se os experimentos com os objetivos de determinar a dose de N que permita a produção de tapetes de grama bermuda com qualidade e em menor tempo, bem como avaliar os benefícios da aplicação de ajifer, “co-produto” do processo de fabricação do Glutamato Monossódico como fonte de N na grama esmeralda, avaliando a espessura de corte na qualidade do tapete formado. Os dois experimentos foram instalados e conduzidos em propriedade comercial de produção de grama, localizada na cidade de Capela do Alto, SP. As espécies utilizadas foram: a grama *Zoysia japonica* Steud. - esmeralda e a grama *Cynodon dactylon* (Pers) L. variedade Celebration - bermuda. O delineamento experimental utilizado para a grama esmeralda foi em parcelas subdivididas com 4 repetições, em esquema fatorial 7x3 em blocos casualizados. As parcelas principais foram compostas por cinco doses de Ajifer que corresponderam a 0, 100, 200, 300 e 400 kg de N ha⁻¹, com complementação de P e K, mais duas testemunhas relativas, sendo uma composta por 300 kg ha⁻¹ de N-ajifer e outra por 300 kg ha⁻¹ de N-uréia + P e K, e as subparcelas por três espessuras de corte de tapete (0,9; 1,6 e 2,2 cm). O delineamento experimental utilizado para a grama bermuda foi em blocos ao acaso, com cinco doses de N: 0, 150, 300, 450 e 600 kg de N ha⁻¹, e quatro repetições. Doses acima de 300 kg ha⁻¹ de N-ajifer não proporcionaram maiores respostas na

formação de tapetes de grama esmeralda avaliados pela taxa de cobertura do solo. A utilização da fonte nitrogenada ajifer proporcionou respostas semelhante a uréia para a formação do tapete de grama esmeralda. A falta da adubação fosfatada e potássica proporcionaram menor massa de matéria seca de estolões e rizomas e conseqüentemente menor resistência dos tapetes. A maior espessura dos tapetes proporcionou maior resistência dos mesmos. O aumento das doses de N influenciou a taxa de cobertura do solo pela grama bermuda e esmeralda reduzindo o tempo para formação do tapete. O máximo acúmulo de massa de matéria seca de rizomas + estolões + raízes na grama bermuda foi proporcionado pela dose de 354 kg ha⁻¹ de N e a resistência dos tapetes com a dose de 365 kg ha⁻¹. Doses entre 354 e 365 kg ha⁻¹, aumentaram a resistência dos tapetes e com isso a capacidade de ser manuseado após a colheita, podendo promover assim maior rendimento da área.

Palavras-chave: *Zoysia japonica*; *Cynodon dactylon*; nitrogênio; nutrição; espessura de corte

NUTRITION, YIELD AND QUALITY OF BERMUDA GRASS AND ZOYSIAGRASS SOD INFLUENCED BY NITROGEN FERTILIZATION. BOTUCATU, 2009. 138 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CLAUDINEI PAULO DE LIMA

Adviser: DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

Co-adviser: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

2 SUMMARY

Nitrogen is the nutrient that gives greater responses in turfgrass growth, as well as turfgrass sod formation in less time, with good quality. The thickness of the turfgrass sod cut may also affect the yield. Very thin sods can break with handling, being disposed, or presents less regrowth and very thick sods affect the regrowth in the production area. Thus the objectives of the experiments were to determine N rate that allows the production of Bermuda grass sod with quality and in less time, as well as assess the benefits of implementing Ajifer, co-product of the manufacturing process of monosodium glutamate, as a source of N in zoysiagrass, evaluating the cut thickness of the sod formed related to quality. The two experiments were conducted in a property of turfgrass commercial production, in the city of Capela do Alto / SP. The species used were: *Zoysia japonica* Steud. - zoysiagrass and *Cynodon dactylon* (Pers) L. – Bermuda grass. The experimental design for zoysiagrass was split plot in a 7X3 factorial scheme. The plots were composed of five Ajifer doses corresponding to 0, 100, 200, 300 and 400 kg N ha⁻¹, complemented with P and K, plus two more controls, one composed of 300 kg ha⁻¹ of N-ajifer and another by 300 kg ha⁻¹ of urea-N + P and K. The subplots consisted of three slice thicknesses of sod (0.9, 1.6 and 2.2 cm). The experimental design for the Bermuda grass was randomized blocks with five treatments: 0, 150, 300, 450 and 600 kg N ha⁻¹, and four replications. Doses above 300 kg ha⁻¹ of N-ajifer did not provided responses in the formation of zoysiagrass sod measured by the soil cover rate. The use of Ajifer as nitrogen source provided responses similar to urea for the zoysiagrass sod formation. The lack of phosphorus and potassium provided lower

dry weight of rhizomes and stolons and hence reduced grass sod resistance. The thicker grass sods provided greater resistance. Increasing doses of N influenced the soil covered rate by Bermuda grass by reducing the time for the grass sod development. The maximum accumulation of dry mass of rhizomes + roots + stolons was provided by 354 kg ha⁻¹ of N dose and the grass sod resistance with a dose of 365 kg ha⁻¹. Doses between 354 and 365 kg ha⁻¹ increased the grass sod resistance and with it the ability to be handled after harvest and may thus promote greater efficiency in the area.

Keywords: *Zoysia japonica*; *Cynodon dactylon*; nitrogen; nutrition; cut thickness.

3 INTRODUÇÃO

As gramas possuem exigência nutricional semelhante às demais plantas, necessitando de todos os macro e micronutrientes essenciais para o seu desenvolvimento. Porém a adubação para produção de grama em tapete é uma técnica diferenciada das demais culturas, pelo fato de que o revolvimento do solo somente é realizado no momento da implantação da grama, que deverá produzir por até 25 anos. Esse solo apresenta normalmente compactação das camadas superficiais que é desejada para facilitar a colheita dos tapetes e para que estes fiquem inteiros e firmes, característica desejável para a venda.

A extração de nutrientes de áreas de produção é grande porque além das aparas cortadas e retiradas da área durante o ciclo, o tapete é colhido exportando os nutrientes absorvidos, além dos nutrientes contidos na camada superficial do solo.

O nitrogênio é o elemento mineral requerido em maiores quantidades pelas gramas e tem influência em 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 do tapete, sendo a adubação nitrogenada um dos fatores de maior custo na produção (GODOY, 2005).

Para reduzir os custos de produção, pode-se lançar mão da utilização de fertilizantes orgânicos, que são considerados importantes fontes de N. O ajifer, co-produto orgânico obtido a partir de processo industrial de fermentação glutâmica do melão de cana-de-açúcar, apresenta cerca de 5% de N, sendo 3% na forma amoniacal e 2% na forma orgânica.

Doses excessivas do N promovem o crescimento da parte aérea, levando a 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, aumentando o rendimento da área representado pelo número de tapetes comercializáveis por hectare.

A resistência do tapete formado está relacionada a maior crescimento do sistema radicular e dos rizomas que promovem maior entrelaçamento dando maior resistência, o que pode ser obtido também pela quantidade de terra presente no tapete, em função da espessura do corte.

A espessura do corte do tapete é característica importante, pois está relacionado à resistência do mesmo, ao pegamento no local de implantação, à rebrota no campo de produção e a quantidade de tapetes transportada por carga, tapetes mais finos são menos resistentes, pois tem menor quantidade de raízes, estolões e solo. Na prática o que se procura são tapetes finos, porém contendo raízes e estolões que permitam dar resistência ao manuseio.

Dessa forma realizaram-se os experimentos com os objetivos de determinar a dose de N que permita a produção de tapetes de grama bermuda com qualidade e em menor tempo, bem como avaliar os benefícios da aplicação de ajifer, “co-produto” do processo de fabricação do Glutamato Monossódico como fonte de N na grama esmeralda, avaliando a espessura de corte na qualidade do tapete formado.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Importância e características dos gramados.

Há séculos as gramíneas têm estado presentes na paisagem. Na verdade, muitas das espécies utilizadas hoje nos gramados se desenvolveram em pradarias e pastagens, onde eram pisoteadas e serviam de alimento para as ovelhas e o gado. Os gramados atuais estão bem longe de seus antecessores dos tempos medievais. Hoje eles são densos e uniformemente compostos, resistentes às pragas e doenças, tolerantes a altas e baixas temperaturas e conseguem competir contra as ervas daninhas (PAULA, 1997).

Os gramados constituem elemento importante na composição de um jardim, tornando-se às vezes, seu ponto central. Realçam espécies vegetais e outros elementos paisagísticos como pérgolas, fontes, estátuas e piscinas. São fundamentais em áreas de lazer, campos de futebol e golfe e desta forma, quando do planejamento paisagístico, o revestimento vegetal do solo assume papel de destaque, representando às vezes, até 80% da área. Esta pode ser pequena, quando se considera mais os aspectos estéticos, ou ter grandes extensões, quando adquire a função de proteger o solo contra erosão e conservar seu potencial produtivo (COELHO, 1994).

Segundo Pimenta (2003), pesquisas científicas, apresentadas nos Estados Unidos, documentam e concluem muitos outros benefícios dos gramados ao nosso ambiente, como: fornecer lugar confortável e seguro para o divertimento e a prática de esportes; liberar

oxigênio suficiente para uma família de quatro pessoas respirarem em uma área de 232,25 metros quadrados de gramados; refrigerar o ar, sendo que num dia quente de verão os ambientes gramados terão temperaturas inferiores aos com asfalto ou com o solo descoberto; controlar a poluição e reduzir a erosão do solo; purificar e reter a água para os lençóis freáticos; satisfazer o ser humano pela beleza da paisagem, na qual as pessoas recuperam-se mais rapidamente em um hospital dotado de vista para paisagens do que em outros onde só se vêem paredes; os gramados prendem e removem a poeira e a sujeira do ar e valorizam o imóvel.

Outro efeito favorável dos gramados para o ambiente é o controle da erosão do solo. 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⁻¹ de N e P, respectivamente) quando comparado a uma área cultivada com milho (2,46 e 0,50 kg ha⁻¹ de N e P, respectivamente) ou tabaco (11,7 e 2,4 kg ha⁻¹ de N e P, respectivamente). A quantidade de sedimentos perdidos de área gramada é dez vezes menor do que uma área coberta por palha (GODOY, 2005).

Das inúmeras espécies de gramíneas que ocorrem na natureza, só algumas têm aptidão para formar gramados. As gramíneas empregadas devem apresentar características, como hábito de crescimento baixo e tolerância a cortes intensos, seca, pragas, doenças e ao pisoteio (SALVADOR e MINAMI, 2002).

As espécies mais cultivadas pelos produtores no mundo são a *Agrostis* sp., conhecida como bentgrass, e a tall fescue (*Festuca arundinaceae*), chamada de tall fescue, ambas de clima frio, muito popular nos Estados Unidos, Canadá e países da Europa. No Brasil as principais gramas cultivadas 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 não cultivada e nativa do Brasil (GURGEL, 2003).

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 Brasil, enquanto não figure ainda entre os principais produtores, mostra sua produção de gramas em grande crescimento nos anos recentes. No período de 1995 a 2003, evoluiu a área de produção de 5.500 ha para 16.500 ha. Nesse período, o valor das vendas se elevou de US\$ 17 milhões para US\$ 53 milhões. Assim pode-se concluir que, baseados na experiência e em algumas informações obtidas na empresa Itograss®, o mercado anual brasileiro de grama é de aproximadamente 170 milhões de metros quadrados, sendo 70% de gramas nativas e 30% de gramas cultivadas (ZANON, 2003).

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 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 (GODOY, 2005).

4.2 Produção de grama

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 tratamentos para que se consiga produzir novamente na área. Assim, não é adequada a divisão em gramas cultivadas e nativas (GODOY e VILLAS BÔAS, 2005).

As gramas não cultivadas, como a Batatais (*Paspalum notatum* Flügge) são extraídas de campos naturais, com a utilização de enxada, sendo normalmente comercializadas em placas desuniformes, 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 tratamentos culturais convencionais, sendo comercializadas em tapetes enrolados ou não (GODOY, 2005).

A produção de gramas obedece a métodos específicos, qualificando-se como uma agricultura diferenciada, com maquinários e manejos particulares. Além disso, devido à implantação ser geralmente por mudas, paralelamente à necessidade de maquinários específicos

e sistema de irrigação que atenda 100 % da área, os custos para o início de um projeto demanda altos recursos financeiros. O tempo médio para colheita de tapetes é de 12 meses, conferindo taxa interna de retorno de longo prazo (PIMENTA, 2003).

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 0,63 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.

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, sendo uma característica desejável para a venda. A compactação é proporcionada pela passagem de rolo compactador na área onde serão cortados os tapetes e que, normalmente, é irrigada anteriormente a este processo, pelo 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 (GODOY e VILLAS BÔAS, 2003).

4.3 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 a 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: coloração; crescimento e densidade da parte aérea; crescimento das raízes, rizomas e estolões; reserva de carboidratos; tolerância a baixas

temperaturas; resistência à seca; tolerância compactação e ao pisoteio; acúmulo de “thatch” (colchão) e potencial de recuperação.

Para Juska (1959) o nitrogênio é o nutriente de maior impacto para o rápido estabelecimento da *Zoysia japonica* cv. Meyer, pois aumenta o crescimento dos estolões, embora fósforo e potássio também tenham influência em estimular o rápido crescimento.

De acordo com Fry e 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 sistema radicular mais desenvolvido, as plantas são mais responsivas ao N, e aplicação mensal ou bimensal de 50 kg ha⁻¹ de N, aumentou a cobertura do solo e a qualidade da grama.

A concentração de nutrientes nas folhas de gramados, segundo Plank e 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, observar se 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, Godoy et al. (2007a) citam valores da concentração entre 14 e 16 g N kg⁻¹ podendo ser adotado como valor indicativo da deficiência severa, e teores entre 24 e 26 g N kg⁻¹ podendo ser considerados ideais para a produção de tapetes de grama esmeralda. Esta concentração está um pouco acima da faixa considerada ideal por Mills e Jones Junior (1996), para a grama *Zoysia* sp. (20 a 24 g kg⁻¹).

4.4 Adubação nitrogenada na produção de grama

A qualidade ótima de um gramado representado pela coloração, densidade e textura, requer um programa intensivo de adubação nitrogenada e irrigação (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 promovem 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.

Godoy et al. (2007a) estudando os efeitos de doses de nitrogênio na produção de tapetes de grama esmeralda para as condições do estado de São Paulo verificaram que o aumento das doses de N influenciou a taxa de cobertura do solo pela grama, permitindo a formação do tapete com 408 kg ha⁻¹ de N aos 198 dias após a colheita do tapete anterior, tempo menor quando comparado com as demais doses.

Doses de N maiores que 370 e 400 kg ha⁻¹ reduziram, respectivamente, o acúmulo da massa de matéria seca nas raízes e rizomas na grama Esmeralda (GODOY, 2005).

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 demanda de tapetes, ou seja, consegue-se manter o tapete no campo com pequenas doses de N caso as vendas sejam pequenas, sendo o contrario também verdadeiro.

A adubação nitrogenada deve ser evitada nas duas ou três semanas que precedem a colheita, pois 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 e 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, 1991).

Segundo Koske (1994), o crescimento mais rápido das gramas-*zoysia* e *bermuda* para a formação de tapetes ocorre com a aplicação de 56 kg ha⁻¹ 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 para a formação do tapete de grama no

Estado de São Paulo, deveriam ser aplicados, aproximadamente, 450 e 280 kg ha⁻¹ de N para as gramas *zoysia* (Esmeralda) e Santo Agostinho, respectivamente.

4.5 Fontes nitrogenadas

A principal fonte nitrogenada utilizada no Brasil e no mundo é a uréia, (CANTARELLA, 2007). É caracterizada como fertilizante sólido granulado de maior concentração de N (45%) que está na forma amídica. Dentre as vantagens da uréia, além da elevada concentração de N, pode-se mencionar o menor custo com transporte, alta solubilidade, baixa corrosividade e facilidade de misturas com outras fontes (MELGAR et al.1999).

Como desvantagens da uréia, ressaltam-se sua elevada higroscopicidade e maior susceptibilidade a volatilização. Se houver umidade, ocorrem degradação e dissolução do grânulo de uréia aplicado ao solo. Ao entrar em contato com a urease presente no solo e com resíduos vegetais a uréia sofre hidrólise, produzindo carbonato de amônio. O acúmulo de carbonato de amônio causa aumento de pH e esse evento pode ser acompanhado pela emissão de NH₃ (MELGAR et al. 1999).

O sulfato de amônio também é uma boa fonte de nitrogênio. Dentre as principais vantagens desse produto, pode-se citar a baixa higroscopicidade, boas propriedades físicas, estabilidade química, potencial de oferta de S (24%) além do N (21%) (BYRNES, 2000). Alguns autores mencionam que, como desvantagem, o sulfato de amônio apresenta no solo uma reação fortemente ácida, fato este que em solos de regiões tropicais, pode tornar-se problemático (KUNZ, 2001). Além disso, possui apenas 21 % de N, aumentando o custo de aplicação, estocagem e transporte, de maneira tal que o custo por unidade seja bem maior em relação à uréia. Por outro lado, o uso do sulfato de amônio será vantajoso se a distância de transporte for curta e se a fonte for empregada com o objetivo de fornecer S além do N (BYRNES, 2000).

Segundo Costa (2001) resíduos orgânicos também são considerados importantes fontes de nitrogênio e em determinadas condições podem tornar-se mais viáveis.

Backes et al. (2006) estudando a aplicação de lodo de esgoto como fonte de N na produção de tapetes de grama esmeralda verificou que o aumento das doses de lodo de esgoto influenciou a taxa de cobertura do solo (TCS) pela grama reduzindo o tempo de formação do tapete. As doses de lodo de esgoto de 30 e 40 t ha⁻¹ proporcionaram as maiores TCS, 99,20% e 99,33%, respectivamente.

Murray (1991) avaliando a aplicação de lodo de esgoto para a produção de grama azul de Kentucky (*Poa pratensis* L.) e bermuda (*Festuca rubra* L.) verificou que doses crescentes do lodo até 200 kg ha⁻¹, incorporados ou aplicados em superfície, causaram aumento do pH, maior capacidade de troca catiônica, maior agregação, maior teor de matéria orgânica e maior retenção de água do solo, bem como aumento da taxa de estabilidade das mudas das gramas. Em contraste, a densidade do solo e o peso dos tapetes por unidade de área reduziram.

O ajifer, “co-produto” do processo de fabricação do Glutamato Monossódico, também pode ser considerado uma boa fonte de nitrogênio. Possui características físico-químicas de um fertilizante líquido, apresentando em sua composição maiores teores de nitrogênio e menores de fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes. Uma peculiaridade desse fertilizante está em seu teor de nitrogênio total, no qual apresentam em média 36,7% de matéria orgânica, 6,9% de aminoácidos e 2,3% de ácidos orgânicos proveniente da matéria-prima e o restante de compostos químicos decorrentes da adição no processo de fabricação do glutamato. Segundo Costa (2001) o nitrogênio presente no resíduo está na forma amoniacal (60%) e na forma orgânica (40%).

Atualmente a utilização do ajifer faz parte do conceito de bio-integração entre lavouras, usinas e fábricas, sendo estudado apenas para a cultura da cana-de-açúcar, não sendo encontrado na literatura dados de sua utilização em sistemas de produção de grama. Segundo dados da empresa Ajonomoto, cerca de 60% do produto é utilizado na cana-de-açúcar.

Costa (2001) utilizando o ajifer como fonte de N em cana-de-açúcar verificou que esse fertilizante organo-mineral apresentou baixas perdas por volatilização, proporcionou altos teores foliares de macronutrientes, principalmente N e S, alto teor de matéria orgânica no solo, além de alta produtividade (51,5 Mg ha⁻¹).

Andreucci (2007) avaliou a aplicação de fontes nitrogenadas (uréia, esterco de curral, cama de frango, nitrato de amônio e ajifer) na produção de capim elefante, e obteve maior produção quando aplicou a cama de frango e esterco de curral, e atribuiu este resultado a presença de outros nutrientes que estavam na composição dos mesmos. Quando avaliou a lixiviação não obteve diferença estatística entre os tratamentos e a volatilização foi menor quando aplicou nitrato de amônio e ajifer.

4.6 Espessura do tapete de grama

Não existe no mercado brasileiro uma padronização da espessura do tapete de grama. A espessura, portanto é variável de propriedade para propriedade, em função do tipo e umidade do solo, da formação de raízes, rizomas e estolões, nível de compactação do solo e em função da demanda do mercado.

No entanto, a espessura afeta o pegamento do tapete e pode apresentar vantagem ao consumidor. Tapete mais espesso contém maior quantidade de raízes, rizomas e estolões que funcionam como estrutura de reserva para a planta, promovendo, assim, pegamento mais rápido, o contrário também pode ocorrer.. O tapete mais espesso, quando compactado, apresenta maior massa, mas também maior resistência ao manuseio. Na literatura brasileira não existem dados de pesquisas envolvendo espessura de corte e, portanto os comentários descritos anteriormente são hipóteses que necessitam ser avaliadas.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e Caracterização da Área Experimental

Os dois experimentos foram conduzidos no Sítio Santo Antônio, localizado no município de Capela do Alto, SP, em área que tem como proprietário o Sr. Adriano de Almeida Bueno, que atualmente é franqueado da empresa Itograss[®], na produção comercial de tapete de grama esmeralda e bermuda. As coordenadas geográficas da área são 23°28' S e 47°44' O e altitude média de 625 m.

5.2 Caracterização do solo

O solo onde foram instalados os experimentos é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd), apresentando textura média (EMBRAPA, 2006). A declividade do terreno é aproximadamente 1 a 3 %.

Para a caracterização química inicial do solo das áreas experimentais foram coletadas amostras (compostas de 10 amostras simples) nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, utilizando-se trado tipo sonda. A análise química foi realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, segundo a metodologia preconizada de Raij et al.(2001). Os resultados da análise química de solo da área onde foi instalado o experimento com a grama esmeralda (experimento 1) e o experimento com a grama bermuda (experimento 2) estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Resultado da análise química inicial do Latossolo Vermelho Distrófico da área experimental em Capela do Alto, SP, nas camadas amostradas (Experimento 1).

Camadas	pH	M.O.	P _{resina}	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
cm	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						
0 – 10	4,7	16	11	45	0,9	20	9	29	74	39
10 – 20	5,1	19	14	36	0,7	23	10	34	70	49
20 – 30	4,4	15	5	55	0,5	12	5	17	72	24
	B	Cu	Fe	Mn	Zn					
	mg dm ⁻³									
0 – 10	0,33	1,2	18	1,7	0,2					
10 – 20	0,32	1,2	15	1,3	0,2					
20 – 30	0,42	0,8	16	1,4	0,1					

Tabela 2. Resultado da análise química inicial do Latossolo Vermelho Distrófico da área experimental em Capela do Alto, SP, nas camadas amostradas (Experimento 2).

Camadas	pH	M.O.	P _{resina}	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
cm	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						
0 – 10	4,9	19	38	38	2,0	17	9	28	66	42
10 – 20	4,9	19	24	36	1,5	17	9	28	65	44
20 – 30	4,7	15	16	36	1,2	14	7	22	59	38
	B	Cu	Fe	Mn	Zn					
	mg dm ⁻³									
0 – 10	0,31	1,0	25	0,9	0,4					
10 – 20	0,32	0,8	23	0,8	0,4					
20 – 30	0,23	0,7	18	0,7	0,3					

Os dados de precipitação pluvial (mm) e temperatura máxima, mínima e média do ar (°C) no município de Capela do Alto (SP), foram obtidos do site do CIIAGRO e estão apresentados nas Figuras 1 e 2. Os dados são referentes ao período de condução dos experimentos, de novembro de 2007 a dezembro de 2008.

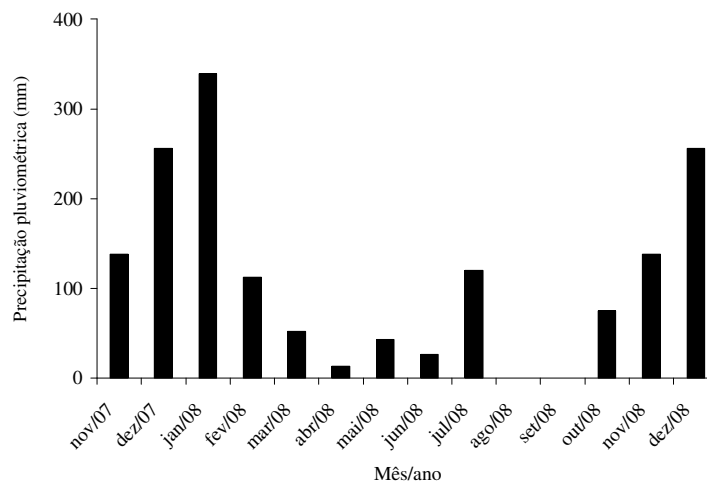


Figura 1. Precipitação pluvial no município de Capela do Alto (SP), durante o período de novembro de 2007 a dezembro de 2008.

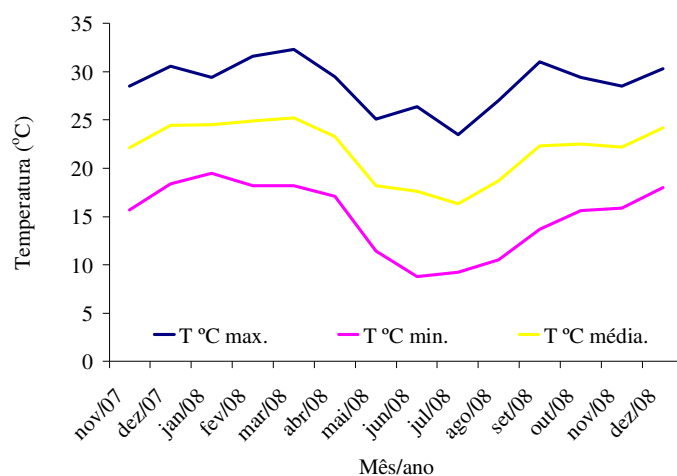


Figura 2. Temperatura máxima, mínima e média do ar no município de Capela do Alto (SP), durante o período de novembro de 2007 a dezembro de 2008.

5.3 Caracterização das espécies utilizadas

Foram utilizadas as espécies *Zoysia japonica* Steud., conhecida popularmente como grama esmeralda e a *Cynodon dactylon* [Pers] L., variedade Celebration, conhecida como grama bermuda. Ambas são rizomatosas e estoloníferas, portanto, podem ser colhida em área total, visto que após a colheita ficam rizomas subsuperficiais capazes de rebrotar para cobrir novamente o solo.



A- Grama bermuda



B - Grama esmeralda

Figura 1. A - Grama bermuda; B- Grama Esmeralda

5.4 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento 1 foi instalado utilizando-se o delineamento experimental em blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco doses de Ajifer que corresponderam a 0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ N, com

complementação de P ($80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$) e K ($200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$), mais dois tratamentos compostos por 300 kg ha^{-1} de N-ajifer e 300 kg ha^{-1} de N-uréia + P+K ($80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ e $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$). A fonte utilizada para fornecer o P e K foram respectivamente, o super fosfato simples e cloreto de potássio. No momento da colheita o delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram os sete tratamentos e as subparcelas, as três alturas de colheita de tapete (0,9, 1,6 e 2,2 cm com erro aproximado de $\pm 0,1 \text{ cm}$).

As parcelas experimentais apresentaram dimensões de 6 x 5 metros, e bordadura de 0,5 m em cada extremidade da parcela. No momento da colheita essas parcelas foram subdivididas e ficaram com tamanho de 2 x 5 m.

No experimento 2 apresentou delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram representados por cinco doses de N (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha^{-1}), utilizando como fonte a uréia. As parcelas experimentais foram de 2,5 x 5,0 m e bordadura de 0,5 m em cada extremidade da parcela.

A marcação das parcelas em ambos os experimentos foram realizadas com cordas de polietileno de 4 mm de diâmetro, branca, em todo o perímetro da parcela e fixada em cada extremidade com prego (Figura 3).

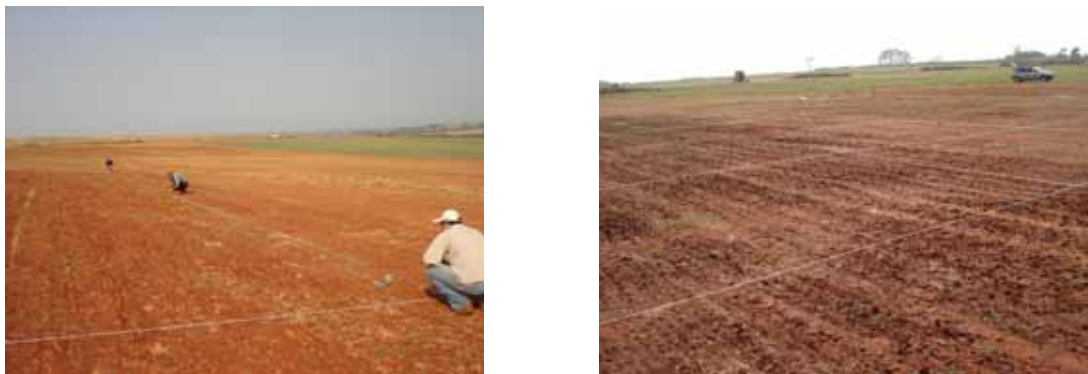


Figura 3. Demarcação da área experimental com as cordas de polietileno em todo o perímetro da parcela e fixada em cada extremidade com prego.

5.5 Instalação e condução do experimento

O experimento 1 iniciou-se a 5 dias após a colheita do tapete anterior, e o experimento 2 a 10 dias após a colheita do tapete anterior, com a marcação da área. Em ambos experimentos realizou-se, em um único momento, 10 dias após a colheita do tapete a passagem

da estrelinha, equipamento responsável pela escarificação do solo a uma profundidade de aproximadamente 2,0 cm, por 4 vezes na área total do experimento (Figura 4).



Figura 4. a - Passagem do escarificador “estrelinha”; b - após a passagem do escarificador “estrelinha”

A calagem foi realizada na área total e após a passagem da estrelinha, aplicando-se manualmente sobre a superfície do solo calcário dolomítico (PRNT de 91%) na dose de $1,70 \text{ Mg ha}^{-1}$ para o experimento 1 e de $1,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ para o experimento 2, visando atingir a saturação por bases de 60%. Para o cálculo da necessidade de calagem foi utilizado a análise de solo de 0-10 cm de profundidade. A adubação fosfatada foi realizada após a aplicação do calcário, adicionando-se 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 em ambos os experimentos. A adubação potássica foi feita manualmente e parcelada nas mesmas épocas da aplicação nitrogenada em ambos os experimentos.

No experimento 1 os tratamentos foram aplicados aos 35, 90 e 182 dias após o corte (DAC). A uréia foi aplicada manualmente e as doses de ajifer foram aplicadas com o auxílio de um pulverizador costal com pressão constante mantida por CO_2 comprimido a 30 lpf pol^2 , munido de barra com seis bicos TJ 60 11002, distanciados de 0,5 m entre si (Figura 5). Os volumes de ajifer aplicados em cada aplicação foram 667, 1334, 2000 e 2667 L ha^{-1} , referentes a 0, 100, 200, 300 e $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, respectivamente. As análises químicas do produto ajifer foram realizadas no laboratório de Fertilizantes e Corretivos do setor de Ciência do Solo, Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP/ Botucatu, sendo os resultados apresentados na Tabela 3. Vale ressaltar que a aplicação da segunda parcela do fertilizante nitrogenado (90 DAC) foi realizada apenas após as avaliações terem sido efetuadas.

No experimento 2 a aplicação da uréia foi realizada manualmente nas parcelas aos 40, 89 e 124 DAC.



Figura 5. Aplicação das doses do N-ajifer com o auxílio de um aplicador costal de CO₂.

Em ambos os experimentos a área foi irrigada após as aplicações dos fertilizantes com lâmina de aproximadamente 20 mm.

A irrigação foi realizada por canhão hidráulico com frequência e lâmina determinadas com base na precipitação pluvial e a demanda da cultura de acordo com o manejo do produtor, tendo em vista que não existe Kc específico para as taxas de cobertura do solo pela grama. O controle de plantas espontâneas na área experimental foi realizado manualmente.

Tabela 3. Caracterização química do Ajifer utilizado nas 3 aplicações.

Determinação	1° aplicação	2° aplicação	3° aplicação
pH	3,3	3,3	3,2
Matéria orgânica total	144 g L ⁻¹	152 g L ⁻¹	256 g L ⁻¹
Carbono total	80,0 g L ⁻¹	84,5 g L ⁻¹	142,2 g L ⁻¹
Nitrogênio total	50,7 g L ⁻¹	49,0 g L ⁻¹	49,0 g L ⁻¹
Fósforo (P ₂ O ₅)	1,7 g L ⁻¹	2,0 g L ⁻¹	1,8 g L ⁻¹
Potássio (K ₂ O)	6,8 g L ⁻¹	10,0 g L ⁻¹	4,9 g L ⁻¹
Cálcio (Ca)	0,16 g L ⁻¹	0,30 g L ⁻¹	0,20 g L ⁻¹
Magnésio (Mg)	0,60 g L ⁻¹	0,97 g L ⁻¹	0,50 g L ⁻¹
Sódio (Na)	6400 mg L ⁻¹	6900 mg L ⁻¹	7480 mg L ⁻¹
Cobre (Cu)	14 mg L ⁻¹	03 mg L ⁻¹	02 mg L ⁻¹
Manganês (Mn)	11 mg L ⁻¹	14 mg L ⁻¹	09 mg L ⁻¹
Zinco (Zn)	21 mg L ⁻¹	05 mg L ⁻¹	07 mg L ⁻¹
Ferro (Fe)	58 mg L ⁻¹	66 mg L ⁻¹	40 mg L ⁻¹
Relação C/N	2/1	2/1	3/1

A colheita dos tapetes foi realizada mecanicamente por meio de colhedora acoplada ao trator. No dia anterior ao corte, a área foi irrigada e passado rolo compactador sobre a área experimental por três vezes até que se conseguisse um tapete com características de comercialização (Figura 6a e b)). No experimento 1 ajustou-se a colhedora de forma que o corte dos tapetes fossem nas espessuras de 0,9, 1,6 e 2,2 cm, determinadas nos tratamentos (Figura 6c). A espessura de corte do experimento 2 foi de 1,5 cm, espessura esta praticada pelos produtores. A medida da espessura do corte do tapete foi realizada com paquímetro, considerando apenas a camada de solo.

Os cortes das folhas do gramado foram realizados com roçadeira a gasolina com coletor de aparas para manter a altura de 3 a 4 cm para ambos experimentos (Figura 10).



Figura 6. a - passagem do rolo compactador; b – colheita mecânica dos tapetes de grama; c – as espessuras dos tapetes colhidos (0,9; 1,6 e 2,2 cm).

5.6 Características avaliadas nas plantas

5.6.1 Taxa de cobertura do solo pela grama (TCS)

A taxa de cobertura do solo pela grama foi avaliada através da análise de imagem digital (Figura 7). As imagens digitais foram obtidas por câmera digital Sony DSC-W30 6.0 mega pixels fixada na extremidade de uma estrutura na forma de “L” invertido para que as imagens sejam captadas paralelamente à superfície do gramado, em mesma altura (1,6 m).

As imagens foram descarregadas em computador e cada uma dessas figuras foi analisada no programa Corel Photo Paint v. 10.410 (Corel Corporation, 2004) que permite contar o número de pontos em pixels, de uma determinada cor (e suas tonalidades) existente na imagem.

Selecionando o número de pixels verdes e palha na imagem, foi possível determinar a porcentagem do solo coberto pela grama conforme metodologia desenvolvida por Godoy (2005).

No primeiro experimento a TCS foi determinada aos 90, 138, 197, 268, 332 e 398 dias após a colheita do tapete anterior (DAC) e no segundo experimento aos 89, 124, 138 e 161 DAC.



Imagem digital antes de ser processada

Imagem digital após a seleção dos pixels verdes

Imagem digital após aplicada a máscara. Partes brancas e cinza referem-se a grama e preta ao solo

Figura 7. Análise da imagem digital para determinar a taxa de cobertura do solo pela grama (adaptado de GODOY, 2005).

5.6.2 Intensidade da coloração verde do gramado

Foram utilizados quatro métodos para a determinação da cor verde da grama: clorofilômetros SPAD-502 e CM-1000 , análise da imagem digital e medidor de reflectância de luz (TCM-500).

5.6.2.1 Clorofilômetros

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 (Figura 8a) e pelo medidor portátil Chlorophyll Meter Field Scout CM-1000 (Figura 8b).

O aparelho SPAD-502 possui duas LEDs (diodo emissor de luz), posicionadas na extremidade 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 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.

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. Foram realizadas 30 medidas por parcela tomando-se o cuidado para evitar folhas secas, com manchas ou danificadas. Mesmo realizando as avaliações no laboratório somente foi possível avaliar as folhas da grama esmeralda (experimento 1), pois as folhas da grama bermuda são muito pequenas ficando impossível a utilização das medições com o SPAD-502.

O equipamento Field Scout CM-1000, cujo princípio de funcionamento baseia-se na reflectância de luz e, portanto a leitura é realizada através de um feixe de luz solar, sem que haja o contato da folha com o aparelho, não havendo assim a necessidade de se destacar a folha da grama, podendo assim ser utilizado independente do tamanho da folha da grama.

Para a determinação da intensidade da coloração verde da folha (ICV) utilizou-se o equipamento Field Scout CM-1000, realizando cinco leituras em cada parcela, obtidas paralelamente à superfície do gramado, em mesma altura (1,0 m).

A ICV medida pelos dois clorofilômetros no experimento 1 foram realizadas aos 90, 138, 197, 268, 332 e 398 DAC e aos 89, 124, e 161 DAC no experimento 2.

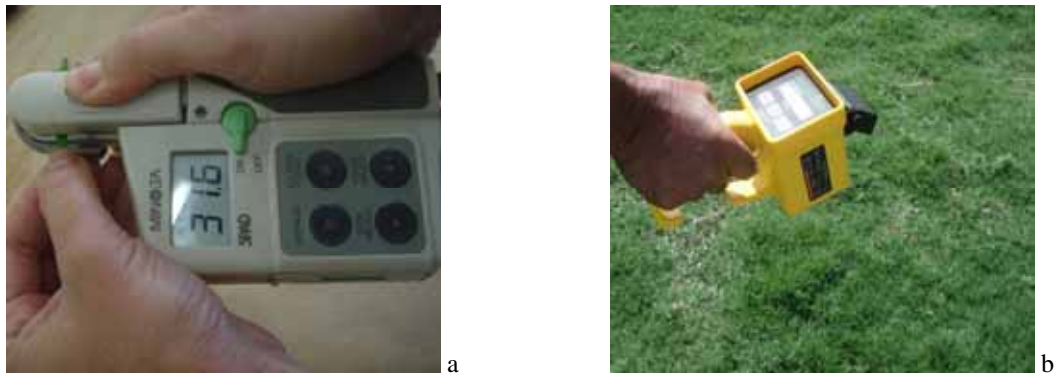


Figura 8. Clorofilômetros utilizados para a determinação da ICV; a - medidor portátil Chlorophyll Meter, modelo SPAD-502; b - equipamento Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter.

5.6.2.2 Análise de imagem digital

A ICV foi avaliada pelo método desenvolvido por Godoy (2005) através da 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 desejou-se 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 e Richardson (2003). 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)

Equação 1 → $SE(MÁX=R;60*((G-B)/(MÁX-MÍN));SE(MÁX=G;60*(2+((B-R)/(MÁX-MÍN)));SE(MÁX=B;60*(4+((R-G)/(MÁX-MÍN))))))$

Saturação (Saturation)

= $(MÁX-MÍN)/MÁX * 100$

Brilho (Brighness)

= 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 e Richardson (2003), que varia de 0 – 1, utilizando a seguinte equação:

Equação 2 → $ICVE = [(H - 60)/60] + (1 - S) + (1 - B)/3$

Na qual:

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

S (saturation) = saturação, em decimal,

B (brightness) = brilho, em decimal.

A intensidade de coloração verde (ICV) pela análise da imagem digital foi obtida aos 90, 138, 197, 268, 332 e 398 DAC no experimento 1, e aos 89, 124, e 161 DAC no experimento 2.

5.6.2.3 Medidor de reflectância de luz

Consiste na utilização de aparelho denominado Field Scout TCM 500 Turf Color Meter que mede o reflexo da luz pela grama no espectro vermelho, verde e azul

(Figura 9). O aparelho foi colocado em contato com a grama e pressionado para que não haja a penetração de luz. Os valores de vermelho, verde e azul podem ser apresentados em três maneiras: como um índice (0 a 99), em forma de porcentagem (totalizando 100%) e como índice (i.e. 5.9).



Figura 9. Medidor de coloração verde do gramado Field Scout TCM 500 Turf Color Meter.

Em cada parcela foram realizadas cinco leituras e obtidos os valores médios dos componentes vermelho, verde e azul (RGB). Assim como para a imagem digital, os valores obtidos pela utilização do aparelho Field Scout TCM 500 Turf Color Meter, os resultados em RGB foram compilados para uma planilha eletrônica no MS Excel e convertidos para valores HSB, ou seja, de matiz, saturação e brilho de acordo com Karcher e Richardson (2003).

A intensidade de coloração verde (ICV) com a utilização do aparelho Field Scout TCM 500 Turf Color Meter foi obtida aos 90, 138, 197, 268, 332 e 398 DAC no experimento 1 e aos 89, 124, e 161 DAC no experimento 2.

5.6.3 Concentração de Macronutrientes na lâmina foliar

As lâminas foliares da grama coletadas foram lavadas em água deionizada e acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação e renovação 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 Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu/UNESP, para determinação da concentração de macronutrientes, de acordo com a metodologia de Malavolta et al. (1997).

A concentração de nutrientes na lâmina foliar foi avaliada no experimento 1 aos 90, 138, 197, 268, 332 e 398 DAC e aos 89, 124, e 161 DAC no experimento 2.

5.6.4 Acúmulo de matéria seca

Após realizar a roçada na bordadura da parcela, realizou-se a roçada na parcela útil utilizando roçadeira a gasolina com coletor (Figura 10) recolhendo as aparas (“clipping”) para determinação da massa de matéria seca. Em seguida as aparas foram pesadas (massa fresca) e apenas uma amostra foi acondicionada em sacos de papel e secas em estufa de circulação e renovação de ar forçada por 72 horas na temperatura de 65°C. Após esse período determinou-se a massa da matéria seca da amostra, sendo calculado posteriormente a quantidade de massa seca total coletada na parcela, transformando em seguida para Mg ha^{-1} .



Figura 10. Corte da grama utilizando roçadeira a gasolina com coletor.

5.6.5 Extração de nutrientes pelas aparas

O acúmulo de nutrientes nas aparas foi determinado pela multiplicação da massa de matéria seca das mesmas pela concentração de nutrientes das aparas coletadas, durante o ciclo da cultura.

5.6.6 Massa de matéria seca e conteúdo de nutrientes de raízes, rizomas, folhas e caules

Para determinar a massa de matéria seca, no momento da colheita dos tapetes, foram coletados quatro “plugs” de 6,8 cm de diâmetro por parcela (Figura 11). Os “plugs” foram lavados para retirar o solo aderido do material vegetal, que foi separado em raízes, rizomas ou estolões e folhas + caules. Depois de obtido a massa fresca esse material foi seco em

estufa de circulação forçada e pesado, determinando-se a massa de matéria seca. Após a determinação da massa de matéria seca, o material foi moído para a determinação da concentração de nutrientes de acordo com a metodologia de Malavolta et al. (1997), determinando-se posteriormente o acúmulo de nutrientes em cada uma das partes.



Folhas + Caules



Estolões + Rizomas



Raízes

Figura 11. Plug coletado para determinação de acúmulo de massa de matéria seca e a grama esmeralda separada em folhas + caules, estolões + rizomas e raízes.

5.6.7 Resistência do tapete

Realizou-se a avaliação da resistência dos tapetes de grama através de um equipamento de ensaio de resistência de tensão. O procedimento do ensaio iniciou-se com a fixação das extremidades superior e inferior nos pontos de fixação do equipamento. Em seguida através de uma manivela de acionamento tracionou-se o sistema até o completo rompimento do tapete, registrando a força em dinamômetro de carga, finalizando com a retirada dos tapetes. Essas avaliações foram realizadas em três tapetes de cada repetição.

5.6.8 Características do solo

Após o corte dos tapetes foi realizada amostragem do solo na camada de 0-5 cm, para a caracterização química. As análises químicas do solo para fins de fertilidade foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por Rajj et al. (2001).

5.7 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão, adaptando a melhor equação, através da aplicação do teste F a 1% e 5% e do coeficiente de determinação (R^2). As médias dos tratamentos foram comparadas por meio da aplicação do teste t (LSD) a 1 e 5%. Para a análise estatística dos resultados utilizou-se o programa Sisvar, versão 4.2 (Ferreira, 2000). As correlações foram realizadas pelo método de Pearson, realizada pelo programa Sigmastat 3.1.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Qualidade e produção de tapetes de grama esmeralda influenciados pela espessura de corte e aplicação de doses do co-produto da produção de glutamato monossódico (Experimento 1)

6.1.1 Taxa de cobertura do solo pela grama

Verifica-se nas Tabelas 4 e 5 que apenas aos 90 DAC não houve influência das doses de N-ajifer na taxa de cobertura de solo (TCS). Nesta época havia sido aplicada apenas uma das parcelas da adubação nitrogenada. Aos 138 DAC apenas o tratamento que recebeu P e K proporcionaram menor taxa de cobertura do solo, por não ter recebido fertilizante nitrogenado. Aos 197 DAC, quando todo o N já havia sido aplicado, os tratamentos 0 + (P+K); 100 N-ajifer + (P+K) e 200 N-ajifer + (P+K) proporcionaram as menores taxas de cobertura atingindo valores de 70,69, 82,70 e 86,03%, respectivamente.

Nas demais épocas avaliadas (268, 332 e 398 DAC) apenas os tratamentos 0 + (P+K) e 100 N-ajifer + (P+K) proporcionaram menores taxas de cobertura, possivelmente pela ausência e a pequena quantidade de N aplicada nesses tratamentos.

Tabela 4. Resumo da análise de variância e média da taxa de cobertura do solo (TCS) pela grama esmeralda em função dos tratamentos, aos 90, 138 e 197 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Taxa de cobertura do solo pela grama		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		Nov (90)	Jan (138)	Mar (197)
-----Quadrado médio (significância)-----				
Tratamentos	6	103,95 ns	368,67**	333,92**
Bloco	3	168,05 ns	25,93 ns	75,83 ns
Erro	18	52,72	48,47	11,59
Total	27			
CV%		18,22	9,45	4,00
Média		38,76	73,84	87,10
Tratamentos		Média dos resultados		
90 (DAC)	182 (DAC)			
-----kg ha ⁻¹ -----		-----%-----		
0 + (P+K)	0 + (P+K)	33,01	57,24 b	70,69 d
67 N-ajifer + (P+K)	100 N-ajifer + (P+K)	37,01	72,80 a	82,70 c
133 N-ajifer + (P+K)	200 N-ajifer + (P+K)	41,26	78,41 a	86,03 bc
200 N-ajifer + (P+K)	300 N-ajifer + (P+K)	41,12	80,79 a	92,21 a
267 N-ajifer + (P+K)	400 N-ajifer + (P+K)	46,60	79,30 a	93,36 a
200 N-ajifer	300 N-ajifer	38,89	77,57 a	90,60 ab
200 N-uréia + (P+K)	300 N-uréia + (P+K)	33,43	70,76 a	94,13 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Em relação à grama que não recebeu a adubação nitrogenada em cobertura houve incrementos de 25%, 19%, 10% e 10%, respectivamente aos 197, 268, 332 e 398 DAC, com a aplicação de 400 kg ha⁻¹ de N-ajifer, ressaltando a importância da aplicação do N. Godoy et al. (2007a) verificaram que a grama esmeralda que não recebeu adubação nitrogenada de base cobriu apenas 12% do solo. Godoy e Villas Bôas (2004) verificaram que na ausência da adubação nitrogenada a grama esmeralda cobriu apenas 20% do solo aos 239 dias após o corte. Possivelmente, esta alta TCS observada no experimento com a ausência da adubação nitrogenada, se deve em função das boas condições climáticas no período do experimento (altas temperaturas e alta pluviosidade), favorecendo assim o crescimento da grama, dispondo apenas dos nutrientes iniciais presentes no solo, pelo tempo, já que a TCS de 89% pela testemunha foi obtida aos 398 DAC, pela espessura do tapete cortado anteriormente e teor de matéria orgânica no solo.

Tabela 5. Resumo da análise de variância e média da taxa de cobertura do solo (TCS) pela grama esmeralda em função dos tratamentos, aos 268, 332 e 398 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Taxa de cobertura do solo pela grama		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		Mai (268)	Jul (332)	Set (398)
		-----Quadrado médio (significância)-----		
Tratamentos	6	168,17**	56,90**	51,57**
Bloco	3	20,62 ns	6,00	6,32
Erro	18	5,67	2,00	1,24
Total	27			
CV%		2,58	1,45	1,14
Média		92,43	96,14	97,28
Tratamentos		Média dos resultados		
182 (DAC)				
-----Kg ha ⁻¹ -----		-----%-----		
0 + (P+K)		77,98 c	88,14 c	89,25 c
100 N-ajifer + (P+K)		91,37 b	95,13 b	96,43 b
200 N-ajifer + (P+K)		94,45 ab	97,32 a	98,84 a
300 N-ajifer + (P+K)		95,67 a	98,29 a	99,11 a
400 N-ajifer + (P+K)		96,07 a	98,27 a	99,18 a
300 N-ajifer		95,66 a	97,78 a	98,98 a
300 N-uréia + (P+K)		95,82 a	98,07 a	99,14 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

A taxa de cobertura do solo pela grama esmeralda, pelo método da seleção de pixels cor verde e palha, foi influenciada significativamente pelas doses de N-ajifer, ajustando-se a modelos quadráticos em todas as épocas de avaliação (Figura 12).

Aos 138 DAC havia sido aplicadas apenas duas das parcelas de N-ajifer, totalizando as doses de N de 0; 67; 133; 200 e 267 kg ha⁻¹. Como nenhum tratamento proporcionou o fechamento do tapete até os 138 DAC, a máxima taxa de cobertura (80,96%), de acordo com a equação ajustada foi atingida com 195 kg ha⁻¹ de N-ajifer. Aos 197 DAC embora tenha sido ajustado o modelo quadrático para a TCS em função das doses de N-ajifer, as maiores taxas de cobertura foram atingidas, de acordo com as equações, com as maiores doses estudadas. Vale lembrar que aos 197 DAC todo o N-ajifer já havia sido aplicado.

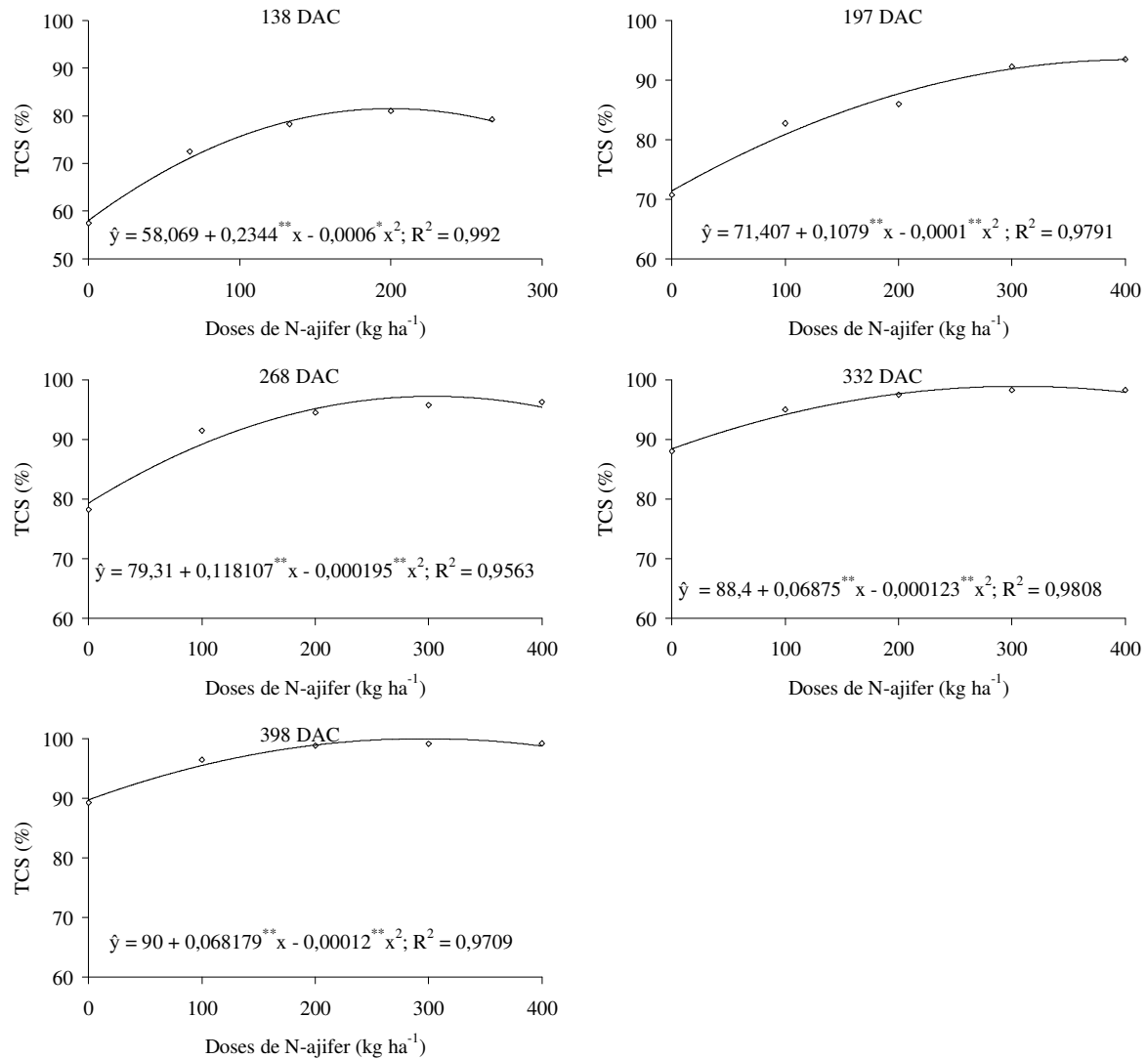


Figura 12. Taxa de cobertura do solo (TCS), pela grama *Zoysia japonica* (esmeralda), em função das doses de N-ajifer, aos 138, 197, 268, 332 e 398 dias após o corte.

De acordo com as equações ajustadas, aos 268, 332 e 398 DAC as máximas taxas de cobertura foram obtidas com as doses de 303, 279 e 284 kg ha⁻¹ de N-ajifer. Verifica-se que doses acima de 300 kg ha⁻¹ de N-ajifer não proporcionaram respostas na formação de tapetes de grama esmeralda avaliados pela TCS. As doses excessivas podem forçar o crescimento da parte aérea, levando a 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.

Godoy (2005) verificou que doses de N entre 350 e 400 kg ha⁻¹ proporcionaram a produção de tapetes de grama Esmeralda e Santo Agostinho, no período de 6 e 10 meses, respectivamente com boa qualidade. Backes (2008) estudando a aplicação de lodo de esgoto como fonte de N na grama esmeralda verificou que a dose de 31 Mg ha⁻¹, correspondente a 300 kg de N ha⁻¹, permitiu a formação do tapete com uma TCS 100% em um período de 5 a 6 meses. Neste experimento, em 11 meses, a dose de 279 kg ha⁻¹ de N-ajifer proporcionou 98% do fechamento do tapete de grama esmeralda. As variações que ocorrem entre os experimentos, além das doses, estão relacionadas às condições climáticas, irrigação, tipo de solo e espessura do tapete retirado no último ciclo. Segundo Pimenta (2003) o tempo médio para a colheita de tapetes de grama esmeralda é de 12 meses. Koske (1994) citou o período de 11 a 18 meses para a formação do tapete de *Zoysia* no Estado de Lousiana, centro-sul dos EUA.

Verifica-se na Figura 13 que aos 398 DAC os tratamentos 100 N-ajifer + (P+K), 200 N-ajifer + (P+K), 300 N-ajifer + (P+K), 400 N-ajifer + (P+K), 300 N-ajifer e 300 N-uréia + (P+K) proporcionaram taxas de cobertura do solo semelhantes, resultados que demonstram que com o decorrer do tempo a adubação nitrogenada vai perdendo a influencia na taxa de cobertura de solo.

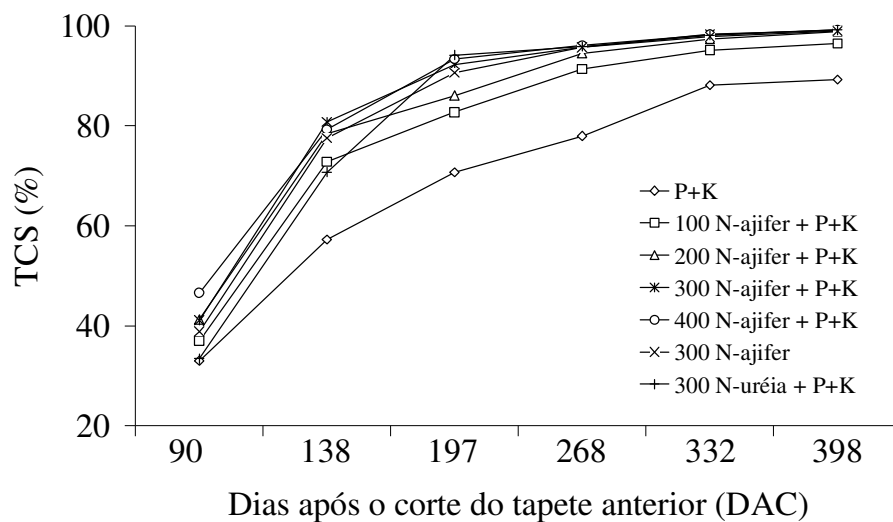


Figura 13. Taxa de cobertura do solo pela grama esmeralda ao longo do ciclo da cultura em função das doses de 0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N-ajifer.

6.1.2 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentados os resultados da análise de variância e média da concentração de nitrogênio e fósforo na lâmina foliar da grama esmeralda em função dos tratamentos.

Tabela 6. Resumo da análise de variância e média da concentração de nitrogênio e fósforo nas lâminas foliares da grama esmeralda em função dos tratamentos aos 90, 138 e 197 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Concentração de nutrientes					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
		Nov (90)		Jan (138)		Mar (197)	
		Nutriente					
		N	P	N	P	N	P
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	22,78**	0,12 ns	42,74**	0,23 ns	117,45**	0,24 ns
Bloco	3	0,70 ns	0,48 ns	1,46 ns	0,42 ns	0,70 ns	0,23 ns
Erro	18	3,01	0,20	0,88	0,19	7,45	1,14
Total	27						
CV%		6,66	16,41	4,06	19,00	12,72	19,97
Média		26	2,71	23	2,3	21	1,9

Tratamentos		Média dos resultados					
90 (DAC)	182 (DAC)						
-----kg ha ⁻¹ -----		-----g kg ⁻¹ -----					
0 + (P+K)	0 + (P+K)	22 d	2,7	18 e	2,5	12 e	1,5
67 N-ajifer + (P+K)	100 N-ajifer + (P+K)	23 cd	2,7	19 d	2,2	17 d	1,7
133 N-ajifer + (P+K)	200 N-ajifer + (P+K)	26 bc	2,5	22 c	2,5	20 cd	2,0
200 N-ajifer + (P+K)	300 N-ajifer + (P+K)	27 ab	2,7	24 b	2,0	23 bc	1,7
267 N-ajifer + (P+K)	400 N-ajifer + (P+K)	28 ab	3,0	26 a	2,5	25 ab	2,0
200 N-ajifer	300 N-ajifer	27 ab	2,5	26 a	2,0	25 ab	2,2
200 N-uréia + (P+K)	300 N-uréia + (P+K)	29 a	2,5	26 a	2,5	27 a	2,0

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Verifica-se que para o N houve diferença estatística entre os tratamentos para todas as épocas avaliadas. Aos 90 DAC, quando havia sido aplicada uma parcela das doses de N, o tratamento que recebeu 100 kg ha⁻¹ de N-uréia + (P+K) proporcionou maior concentração de N foliar, do que os tratamentos que receberam menos que 133 kg N ha⁻¹. Aos 138 e 197 DAC, os tratamentos que receberam as doses 267 N-ajifer + (P+K), 200 N-ajifer e 200 N-uréia + (P+K) proporcionaram as maiores concentrações quando comparados aos demais tratamentos. Aos 268 e 332 DAC, quando todo o nitrogênio já havia sido aplicado, as máximas concentrações de N

foram obtidas com o tratamento que recebeu 300 N-uréia + (P+K), entretanto, aos 398 DAC as máximas concentrações foram obtidas com os tratamentos 300 N-ajifer e 300 N-uréia + (P+K).

Para a concentração de P não foi observado influência dos tratamentos. As concentrações de P encontradas apresentaram concentração de P no limite ou pouco abaixo do considerado crítico por Butler e Hodges (1967) e Jones (1980). Para Mills e Jones (1996) teores de P entre 1,9 a 2,2 g kg⁻¹ são considerados adequados. Godoy et al (2007 a). obtiveram teores que variaram entre 1,6 a 3,0 g kg⁻¹ de P quando aplicaram doses que variaram de 25 a 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na grama esmeralda. Embora alguns estudos indiquem que a aplicação de P aumenta o crescimento de parte aérea e raízes em gramados estabelecidos (HALL e MILLER, 1974; HYLTON et al. 1965), para a maioria dos estudos tem-se observado pequena resposta, mesmo em solos com baixo nível de P disponível (PRINCHETT e HORN 1966; WADDINGTON et al, 1978; CHRISTIANS et al, 1979; TURNER, 1980). De acordo com Godoy e Villas Bôas (2004), pequenas quantidades de P aplicada, podem atender à demanda da planta.

Tabela 7. Resumo da análise de variância e média da concentração de nitrogênio e fósforo nas lâminas foliares da grama esmeralda em função dos aos 268, 332 e 398 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Concentração de nutrientes					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
		Mai (268)		Jul (332)		Set (398)	
		Nutriente					
		N	P	N	P	N	P
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	51,98**	0,24 ns	28,98**	0,03 ns	29,42**	0,06 ns
Bloco	3	3,14 ns	0,19 ns	2,67 ns	0,07 ns	1,37 ns	0,32 ns
Erro	18	3,86	0,08	2,72	0,03	1,81	0,15
Total	27						
CV%		12,63	13,15	12,29	10,35	9,13	21,60
Média		15	2,1	13,43	1,6	15	1,8
Tratamentos		Média dos resultados					
182 (DAC)		-----g kg ⁻¹ -----					
-----kg ha ⁻¹ -----							
0 + (P+K)		11 e	2,0	10 d	1,5	11 e	1,7
100 N-ajifer + (P+K)		12 de	2,5	11 cd	1,7	12 e	2,0
200 N-ajifer + (P+K)		14 cd	2,5	13 bc	1,7	13 de	1,7
300 N-ajifer + (P+K)		15 bc	2,0	14 b	1,7	15 cd	1,7
400 N-ajifer + (P+K)		18 b	2,0	15 b	1,6	16 bc	2,0
300 N-ajifer		18 b	2,0	15 b	1,5	17 ab	1,7
300 N-uréia + (P+K)		21 a	2,0	17 a	1,6	19 a	1,7

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Na Figura 14 verifica-se que nas três épocas avaliadas houve ajuste linear da concentração de N na lâmina em função das doses de N-ajifer. Aos 90 DAC quando havia sido aplicada apenas uma das parcelas de N a máxima concentração foi de 28 g kg⁻¹. Aos 138 DAC haviam sido realizadas duas das três parcelas, atingindo concentrações de 26 g kg⁻¹ com a aplicação de 267 kg ha⁻¹ de N. Já aos 197 DAC a concentração máxima foi de 25 g kg⁻¹ quando aplicada a dose de 400 kg ha⁻¹ de N-ajifer. Estas concentrações estão um pouco acima e da faixa considerada ideal por Mills e Jones (1996) para a grama esmeralda, que é de 20 a 24 g kg⁻¹.

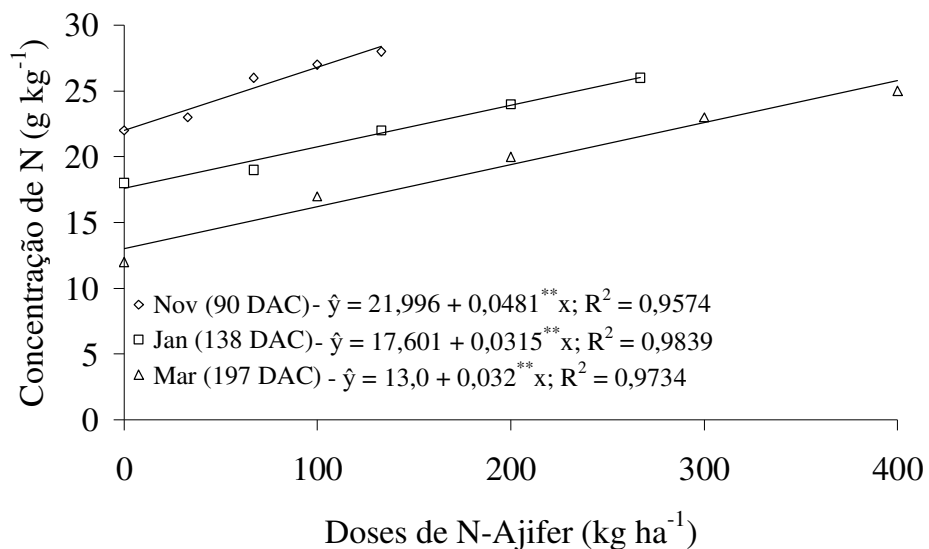


Figura 14. Concentração de N na lâmina foliar da grama *Zoysia japonica* (esmeralda) em função das doses de N-ajifer, aos 90, 138 e 197 dias após a colheita.

Verifica-se na Figura 15 que aos 268, 332 e 398 DAC as concentrações de N na lâmina foliar também se ajustaram de forma linear às doses de N-ajifer, atingindo valores de 17, 15 e 16 g kg⁻¹, respectivamente, com a dose de 400 kg ha⁻¹ de N-ajifer. Nos meses de maio, julho e setembro a concentração de N na lâmina foliar diminuiu bastante, possivelmente pela baixa temperatura e também pela realização dos cortes e recolha das aparas realizadas durante o ciclo, sendo retirando assim boa parte do nutriente adicionado.

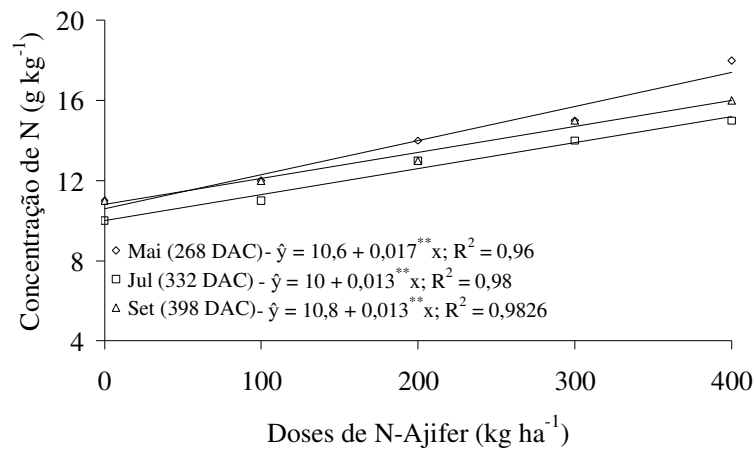


Figura 15. Concentração de N na lâmina foliar da grama *Zoysia japonica* (esmeralda) em função das doses de N-ajifer, aos 268, 332 e 398 dias após a colheita.

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados os resumos das análises de variância e média dos resultados da concentração de K e Ca em função dos tratamentos em todas as épocas amostradas.

Tabela 8. Resumo da análise de variância e média da concentração de potássio e cálcio nas lâminas foliares da grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte, aos 90, 138 e 197 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Concentração de nutrientes					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
		Nov (90)		Jan (138)		Mar (197)	
		Nutriente					
		K	Ca	K	Ca	K	Ca
-----Quadrado médio (significância)-----							
Tratamentos	6	9,24 ns	0,06 ns	11,25ns	0,06 ns	17,25*	0,06 ns
Bloco	3	26,0 ns	0,14 ns	2,81 ns	0,05 ns	1,43 ns	0,05 ns
Erro	18	3,33	0,06	1,94	0,07	3,45	0,07
Total	27						
CV%		11,51	7,94	9,01	8,94	13,28	13,26
Média		16	3	16	3	14	2
Tratamentos		Média dos resultados					
90 (DAC)	182 (DAC)						
-----kg ha ⁻¹ -----		-----g kg ⁻¹ -----					
0 + (P+K)	0 + (P+K)	16	3	16	3	11 d	2
67 N-ajifer + (P+K)	100 N-ajifer + (P+K)	15	3	15	3	13 bcd	2
133 N-ajifer + (P+K)	200 N-ajifer + (P+K)	17	3	15	3	15 ab	2
200 N-ajifer + (P+K)	300 N-ajifer + (P+K)	16	3	16	3	15 abc	2
267 N-ajifer + (P+K)	400 N-ajifer + (P+K)	17	3	17	3	15 ab	2
200 N-ajifer	300 N-ajifer	13	3	12	3	12 cd	2
200 N-uréia + (P+K)	300 N-uréia + (P+K)	16	3	16	3	17 a	2

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Não houve influência dos tratamentos na concentração de K apenas aos 90 e 138 DAC. Aos 197 DAC as menores concentrações de K foram observadas nos tratamentos que receberam 0 + (P+K) e 300 N-ajifer. Esses resultados se devem ao fato de que o tratamento que recebeu apenas P e K não apresentou bom desenvolvimento, podendo dessa forma não ter absorvido de forma eficaz o fertilizante potássico aplicado. O outro tratamento apresentou baixa concentração pelo fato de ter recebido apenas o N na forma de ajifer, sendo que a planta aproveitou o potássio presente no solo ou do próprio ajifer que apresenta baixa concentração (6,80 g L⁻¹). Nas demais épocas avaliadas o tratamento que recebeu 300 N-uréia + (P+K) proporcionou melhores resultados. Nas demais épocas as menores concentrações também foram obtidas nos tratamentos que receberam apenas P e K.

Tabela 9. Resumo da análise de variância e média da concentração de potássio e cálcio nas lâminas foliares da grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte, aos 268, 332 e 398 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Concentração de nutrientes					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
		Mai (268)		Jul (332)		Set (398)	
		Nutriente					
		K	Ca	K	Ca	K	Ca
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	16,31**	0,23 ns	21,08**	0,24 ns	9,73*	0,42 ns
Bloco	3	1,37 ns	0,13 ns	0,81 ns	0,42 ns	4,24 ns	0,51 ns
Erro	18	2,34	0,24	2,56	0,33	2,04	0,18
Total	27						
CV%		11,07	14,81	12,80	16,01	11,84	15,37
Média		14	3	13	4	12	3
Tratamentos		Média dos resultados					
182 (DAC)							
-----kg ha ⁻¹ -----		-----g kg ⁻¹ -----					
0 + (P+K)		10 c	3	9 d	3	10 c	2
100 N-ajifer + (P+K)		12 bc	3	11 cd	4	11 bc	3
200 N-ajifer + (P+K)		14 ab	3	13 bc	4	11 bc	3
300 N-ajifer + (P+K)		14 ab	3	13 b	4	11 bc	3
400 N-ajifer + (P+K)		16 a	3	14 ab	4	13 ab	3
300 N-ajifer		14 b	3	12 bc	4	13 ab	3
300 N-uréia + (P+K)		16 a	3	16 a	4	15 a	3

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Para a concentração de Ca não houve efeito significativo em nenhuma das épocas avaliadas, sendo verificada maior concentração foliar deste nutriente aos 332 DAC.

Possivelmente até esta época houve maior reação do calcário no solo e maior disponibilidade de Ca fornecido pelo mesmo.

Aos 197 DAC a concentração de K ajustou-se de forma quadrática as doses de N-ajifer, e de acordo com a equação ajustada a dose de 318 kg de N-ajifer ha⁻¹ promoveu uma concentração de 15 g kg⁻¹ (Figura 16).

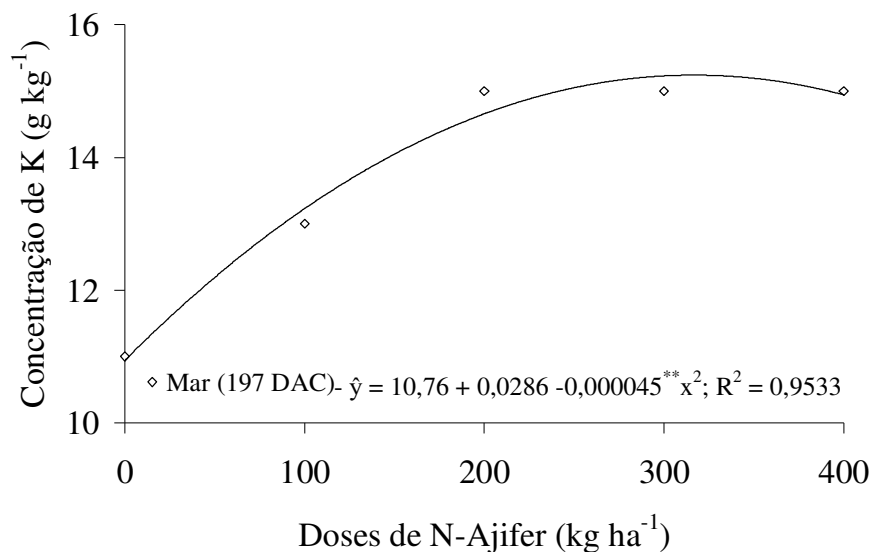


Figura 16. Concentração de K na lâmina foliar da grama *Zoysia japonica* (esmeralda) em função das doses de N-ajifer, aos 197 dias após a colheita.

Na Figura 17 pode-se observar que houve efeito linear crescente para a concentração de K aos 268 e 332 DAC em função das doses de N-ajifer. Os maiores valores obtidos quando aplicada a dose máxima (400 kg ha⁻¹ de N-ajifer) foram 16 e 14 g kg⁻¹, respectivamente. Esse aumento na concentração de K nas lâminas foliares pode ser explicado pela presença desse nutriente na composição do produto ajifer, conforme pode ser visualizado na Tabela 3. Aos 398 DAC a concentração de K não se ajustou as doses de N-ajifer.

Segundo Godoy et al. (2007a) o K não influencia o crescimento da grama e nem a velocidade de fechamento do tapete. No entanto, o nível de K na planta pode influenciar outras características da planta como a perda de água por transpiração, aumentando a eficiência do uso da água pelos gramados, implicando numa diminuição da frequência de irrigação.

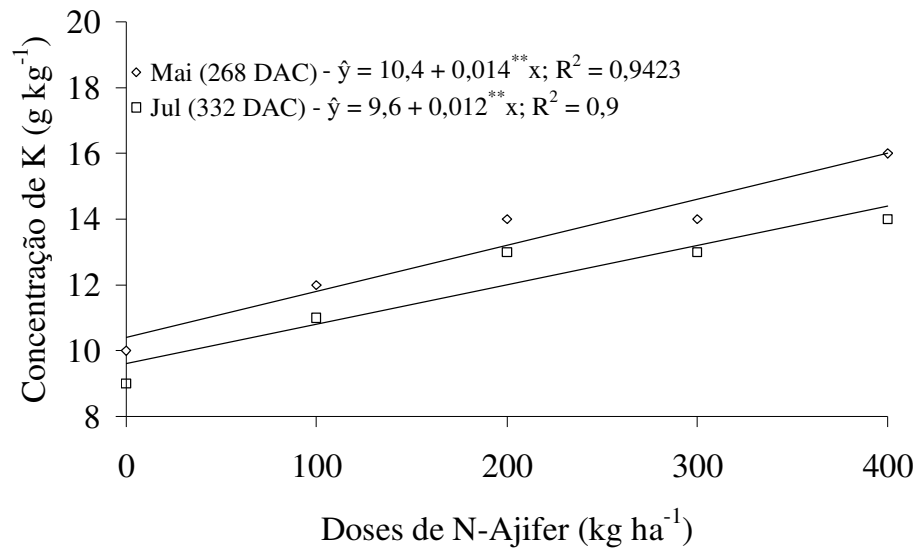


Figura 17. Concentração de K na lâmina foliar da grama *Zoysia japonica* (esmeralda) em função das doses de N-ajifer, aos 268 e 332 dias após a colheita.

Nas Tabelas 10 e 11 verifica-se que a concentração de Mg foi influenciada pelos tratamentos somente aos 138 DAC. Para a concentração de S houve influencia em todas as épocas avaliadas. As maiores concentrações de Mg foram obtidas quando aplicados os tratamentos: 200 N-ajifer e 200 N-uréia + (P+K).

Quanto às concentrações de S, dos 90 aos 332 DAC, as maiores concentrações foram verificadas quando aplicadas as maiores quantidades do fertilizante nitrogenado.

A concentração de Mg não ajustou-se as doses de N-ajifer em nenhuma das épocas avaliadas. A concentração de S aumentou linearmente com as doses de N-ajifer aos 90, 138 e 197 DAC (Figura 18). 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 10. Resumo da análise de variância e média da concentração de magnésio e enxofre nas lâminas foliares da grama esmeralda em função dos tratamentos aos 90, 138 e 197 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Concentração de nutrientes					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
		Nov (90)		Jan (138)		Mar (197)	
		Nutriente					
		Mg	S	Mg	S	Mg	S
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	0,15 ns	0,95*	0,87**	2,48**	0,02 ns	2,11**
Bloco	3	0,13 ns	0,32 ns	0,13 ns	0,51 ns	0,01 ns	0,81 ns
Erro	18	0,07	0,24	0,07	0,09	0,006	0,42
Total	27						
CV%		14,51	10,93	18,75	5,96	6,63	17,13
Média		1,9	4,5	1,5	5,2	1,2	3,8

Tratamentos		Média dos resultados					
90 (DAC)	182 (DAC)	-----g kg ⁻¹ -----					
0 + (P+K)	0 + (P+K)	1,5	3,7 d	1,0 c	4,2 d	1,1	2,7 c
67 N-ajifer + (P+K)	100 N-ajifer + (P+K)	1,7	4,0 cd	1,0 c	4,2 d	1,1	3,2 c
133 N-ajifer + (P+K)	200 N-ajifer + (P+K)	2,0	4,2 bcd	1,0 c	5,0 c	1,2	3,5 bc
200 N-ajifer + (P+K)	300 N-ajifer + (P+K)	2,0	5,0 a	1,5 b	5,0 c	1,1	3,5 bc
267 N-ajifer + (P+K)	400 N-ajifer + (P+K)	2,0	4,7 ab	1,7 ab	5,5 b	1,3	4,2 ab
200 N-ajifer	300 N-ajifer	2,0	4,5 abc	2,0 a	6,2 a	1,2	4,5 a
200 N-uréia + (P+K)	300 N-uréia + (P+K)	2,0	5,0 a	2,0 a	6,0 a	1,1	4,7 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Na Figura 19 verifica-se também que houve aumento da concentração de S na lâmina foliar com o aumento das doses de N-ajifer. Os valores obtidos foram de 4,0 e 2,4 aos 268 e 332 DAC, respectivamente, quando aplicada a dose de 400 kg ha⁻¹ de N-ajifer. Esse aumento na concentração de S nas lâminas foliares pode ser explicado pela presença desse nutriente na composição do produto ajifer, ressalta-se que este nutriente não foi avaliado no ajifer utilizado neste experimento, entretanto, Andreucci (2007) ao caracterizar o ajifer encontrou o valor de 47 g L⁻¹ de S.

Tabela 11. Resumo da análise de variância e média da concentração de magnésio e enxofre nas lâminas foliares da grama esmeralda em função dos tratamentos aos 268, 332 e 398 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Concentração de nutrientes					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
		Mai (268)		Jul (332)		Set (398)	
		Nutriente					
		Mg	S	Mg	S	Mg	S
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	9,24 ns	0,56**	0,015ns	0,74**	0,005ns	0,40 ns
Bloco	3	26,00ns	0,07 ns	0,09 ns	0,04 ns	0,0003ns	0,24 ns
Erro	18	3,33	0,05	0,014	0,07	0,007	0,18
Total	27						
CV%		11,51	6,61	13,39	11,74	10,93	18,13
Média		16	3,2	0,9	2,2	0,8	2,3

Tratamentos	Média dos resultados					
182 (DAC)	-----g kg ⁻¹ -----					
0 + (P+K)	1,2	2,8 d	0,8	1,7 d	0,8	2,0
100 N-ajifer + (P+K)	1,2	3,0 cd	0,9	1,8 cd	0,8	2,2
200 N-ajifer + (P+K)	1,2	3,3 b	0,9	2,1bcd	0,8	2,2
300 N-ajifer + (P+K)	1,0	3,4 b	0,9	2,1 bc	0,8	2,0
400 N-ajifer + (P+K)	1,0	3,9 a	1,0	2,4 b	0,8	2,5
300 N-ajifer	1,0	3,2 bc	0,9	2,8 a	0,9	2,7
300 N-uréia + (P+K)	1,1	3,1bcd	0,9	2,8 a	0,8	2,7

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

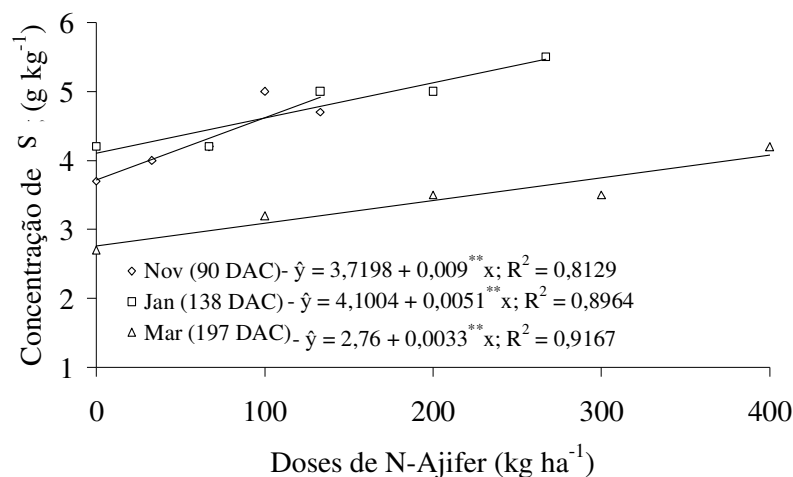


Figura 18. Concentração de S na lâmina foliar da grama *Zoysia japonica* (esmeralda) em função das doses de N-ajifer, aos 90, 138 e 197 dias após a colheita.

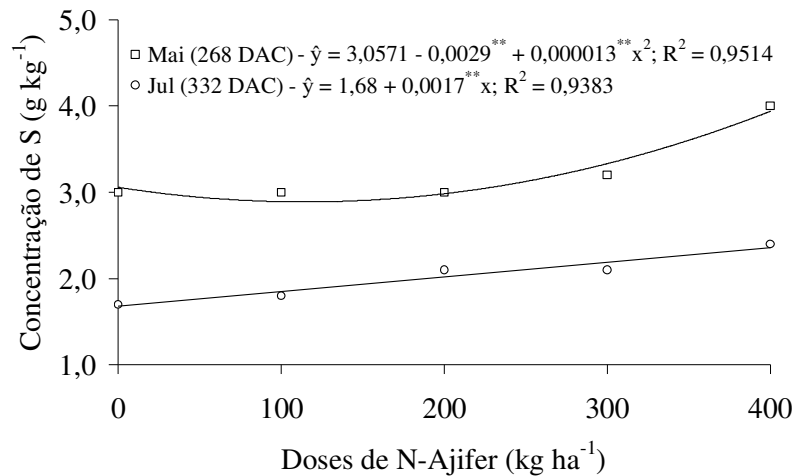


Figura 19. Concentração de S na lâmina foliar da grama *Zoysia japonica* (esmeralda) em função das doses de N-ajifer, aos 268 e 332 dias após a colheita.

6.1.3 Intensidade de coloração verde da folha

Nas Tabelas 12 e 13 verifica-se que não houve influência dos tratamentos na intensidade de coloração verde da grama (ICV) medida pelo clorofilômetro SPAD-502 apenas aos 332 e 398 DAC.

Aos 90 DAC, quando havia sido aplicada uma parcela das doses de N, os tratamentos que receberam 100 e 133 kg ha⁻¹ de N-ajifer + P e K e 100 kg ha⁻¹ de N-uréia + P e K proporcionaram os maiores valores de ICV. Aos 138 DAC apenas nas gramas que receberam as doses zero e 67 kg ha⁻¹ de N-ajifer + P e K foram obtidos valores de ICV inferiores aos demais. 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 transplante.

Godoy e Villas Bôas (2004) consideram que valores acima de 37 unidades SPAD podem ser considerados adequados para antecipar a cobertura do solo pela grama *Zoysia japonica*. Backes (2008) mesmo não tendo encontrado valores acima de 37 unidades SPAD em nenhuma das avaliações realizadas na grama esmeralda, verificou que as maiores doses de lodo de esgoto aplicadas aceleraram a taxa de cobertura do solo pela grama.

Tabela 12. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama esmeralda obtida com a utilização do aparelho SPAD-502 em função dos tratamentos aos 90, 138 e 197 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Intensidade de coloração verde		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		Nov (90)	Jan (138)	Mar (197)
		-----Quadrado médio (significância)-----		
Tratamentos	6	6,70*	10,47**	59,70**
Bloco	3	5,00 ns	1,67 ns	8,24 ns
Erro	18	1,86	2,11	2,65
Total	27			
CV%		3,57	4,55	4,63
Média		38,2	31,9	35,2
Tratamentos		Média dos resultados		
90 (DAC)	182 (DAC)	-----ICV SPAD-----		
-----kg ha ⁻¹ -----				
0 + (P+K)	0 + (P+K)	36,5 b	29,0 b	27,0 d
67 N-ajifer + (P+K)	100 N-ajifer + (P+K)	36,5 b	30,2 b	34,5 c
133 N-ajifer + (P+K)	200 N-ajifer + (P+K)	38,5 ab	32,7 a	35,5 bc
200 N-ajifer + (P+K)	300 N-ajifer + (P+K)	39,0 a	32,7 a	37,7 ab
267 N-ajifer + (P+K)	400 N-ajifer + (P+K)	39,2 a	33,0 a	36,2 abc
200 N-ajifer	300 N-ajifer	38,0 ab	32,7 a	37,0 ab
200 N-uréia + (P+K)	300 N-uréia + (P+K)	39,7 a	33,0 a	38,5 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Aos 197 e 268 DAC também houve efeito dos tratamentos na ICV da grama esmeralda. A aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N-uréia proporcionou as máximas intensidades de coloração verde, 38,5 e 33,5 aos 197 e 268 DAC, respectivamente. Porém este tratamento não diferiu estatisticamente dos tratamentos que receberam 300 e 400 kg ha⁻¹ de N-ajifer + P e K e do tratamento que recebeu apenas 300 kg ha⁻¹ de N-ajifer. Godoy (2005) verificou que somente as gramas que receberam as duas maiores doses de N (450 e 600 kg ha⁻¹) atingiram ICV maior que 37 unidades SPAD aos 90, 192 e 296 DAC. Quando não foi aplicado N os valores de índice SPAD foram de 24,5, 22,9 e 28,9 aos 124, 192 e 296 DAC, respectivamente.

Tabela 13. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama esmeralda obtida com a utilização do aparelho SPAD-502 em função dos tratamentos aos 268, 332 e 398 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Intensidade de coloração verde		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		Mai (268)	Jul (332)	Set (398)
-----Quadrado médio (significância)-----				
Tratamentos	4	13,37**	32,49 ns	9,62 ns
Bloco	3	1,33 ns	3,56 ns	5,38 ns
Erro	12	1,87	2,61	6,94
Total	19			
CV%		4,42	4,92	8,29
Média		31,0	32,9	31,8
Tratamentos		Média dos resultados		
182 (DAC)		-----ICV SPAD-----		
-----kg ha ⁻¹ -----				
(P+K)		28,0 d	27,7	31,3
100 N-ajifer + (P+K)		30,7 c	27,7	30,0
200 N-ajifer + (P+K)		31,5 bc	28,7	30,8
300 N-ajifer + (P+K)		32,0 abc	26,5	30,8
400 N-ajifer + (P+K)		32,7 ab	30,0	32,8
300 N-ajifer		32,7 ab	28,7	32,5
300 N-uréia + (P+K)		33,5 a	30,0	34,5

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Nas duas primeiras avaliações a ICV foi ajustada linearmente às doses de N, variando de 36,5 a 39,2 unidades SPAD com as doses de 0 a 133,33 kg ha⁻¹ de N-ajifer, de 29,0 a 33,0 unidades SPAD com o aumento das doses de 0 a 266,66 kg ha⁻¹ (Figura 20). 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 resposta linear quanto à cor verde da grama. Aos 197 DAC, quando todo o N-ajifer já havia sido aplicado, o efeito foi quadrático com ponto máximo de 37,7 unidades SPAD, obtido com a dose de 300 kg ha⁻¹ de N. 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.

Aos 268 DAC houve ajuste linear as doses de N-ajifer, atingindo valor máximo de 32,7 unidades SPAD (Figura 21).

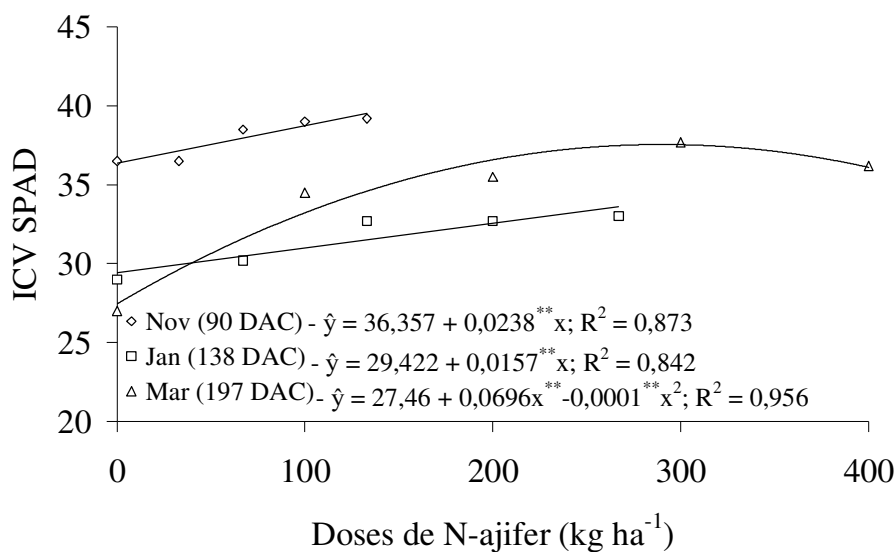


Figura 20. Intensidade de Cor Verde da folha (ICV) da grama esmeralda aos 90, 138 e 197 DAC, obtida com a utilização do aparelho SPAD-502 em função de doses de N-ajifer.

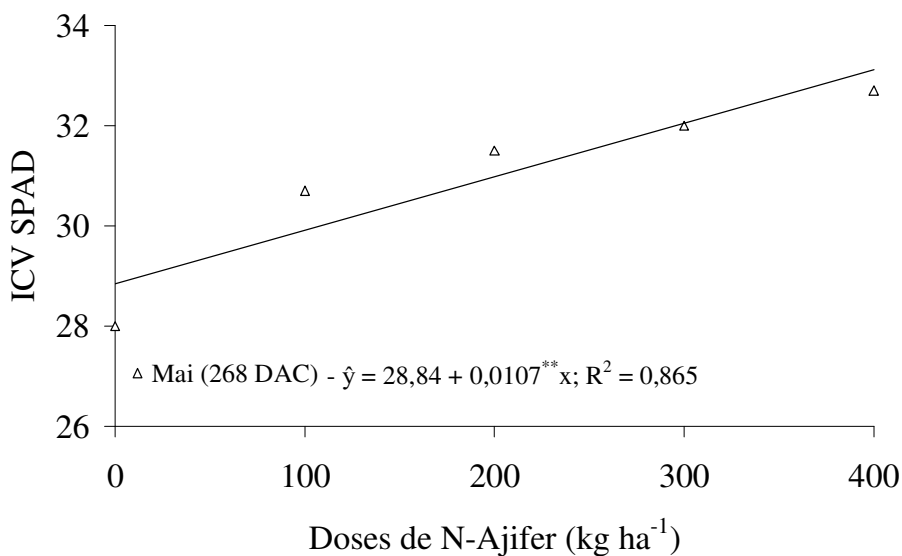


Figura 21. Intensidade de Cor Verde da folha (ICV) da grama esmeralda aos 268 DAC, obtida com a utilização do aparelho SPAD-502 em função de doses de N-ajifer.

Nas Tabelas 14 e 15 pode-se observar que a ICV medida pelo equipamento Field Scout CM-1000 somente não foi influenciada pelas doses de N-ajifer aos 90 DAC, o mesmo que aconteceu para a TCS nesta época.

Aos 138 DAC, quando haviam sido aplicadas duas das parcelas de N, as gramas que receberam 267 N-ajifer + (P+K) apresentaram maior intensidade de coloração verde, não diferindo, porém dos tratamentos 200 N-ajifer e 200 N-uréia + (P+K). Porém aos 197 DAC a máxima intensidade foi verificada quando aplicou-se N na forma de uréia (300 N-uréia + P+K).

Aos 268 DAC os tratamentos que receberam 300 N-ajifer e 300 N-uréia + (P+K) proporcionaram os melhores resultados. Aos 332 e 398 DAC, novamente verificou-se maior intensidade de coloração verde na grama que recebeu 300 N-uréia + P+K.

Tabela 14. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama esmeralda obtida com a utilização do aparelho Field Scout CM-1000 em função dos tratamentos aos 90, 138 e 197 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Intensidade de coloração verde		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		Nov (90)	Jan (138)	Mar (197)
		-----Quadrado médio (significância)-----		
Tratamentos	6	350,47 ns	39782,73**	46002,97**
Bloco	3	950,89 ns	3383,56*	2252,13 ns
Erro	18	135,47	855,75	844,44
Total	27			
CV%		5,82	8,37	8,80
Média		200	349	330
Tratamentos		Média dos resultados		
90 (DAC)	182 (DAC)	-----ICV SCOUT-----		
-----kg ha ⁻¹ -----				
0 + (P+K)	0 + (P+K)	183	181 e	168 d
67 N-ajifer + (P+K)	100 N-ajifer + (P+K)	194	262 d	208 d
133 N-ajifer + (P+K)	200 N-ajifer + (P+K)	206	314 c	312 c
200 N-ajifer + (P+K)	300 N-ajifer + (P+K)	199	393 b	365 b
267 N-ajifer + (P+K)	400 N-ajifer + (P+K)	206	445 a	401 b
200 N-ajifer	300 N-ajifer	199	428 ab	400 b
200 N-uréia + (P+K)	300 N-uréia + (P+K)	210	422 ab	458 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 15. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama esmeralda obtida com a utilização do aparelho Field Scout CM-1000 em função dos tratamentos aos 268, 332 e 398 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Intensidade de coloração verde		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		Mai (268)	Jul (332)	Set (398)
-----Quadrado médio (significância)-----				
Tratamentos	6	8264,49**	9377,58**	6862,23**
Bloco	3	230,76 ns	2363,86*	1616,23*
Erro	18	995,57	694,21	490,21
Total	27			
CV%		15,23	14,68	12,36
Média		207	179	179
Tratamentos		Média dos resultados		
182 (DAC)		-----ICV SCOUT-----		
-----kg ha ⁻¹ -----				
0 + (P+K)		124 c	116 e	123 e
100 N-ajifer + (P+K)		176 b	130 de	134 de
200 N-ajifer + (P+K)		201 b	159 cd	165 cd
300 N-ajifer + (P+K)		222 ab	183 c	184 c
400 N-ajifer + (P+K)		221 ab	194 bc	191 bc
300 N-ajifer		250 a	223 ab	224 ab
300 N-uréia + (P+K)		254 a	251 a	231 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Em todas as épocas avaliadas (Figuras 22 e 23) verifica-se que houve aumento da ICV com ajuste linear às doses de N-ajifer. Segundo Christians (1998), a cor verde das folhas não é importante no sistema de produção de grama, a não ser a alguns dias antes da colheita para a comercialização. No entanto, a manutenção da cor verde mais intensa significa maiores concentrações de clorofila, que pode favorecer maior taxa fotossintética e, conseqüentemente, maior produção de carboidratos e enraizamento mais rápido dos tapetes após o transplante.

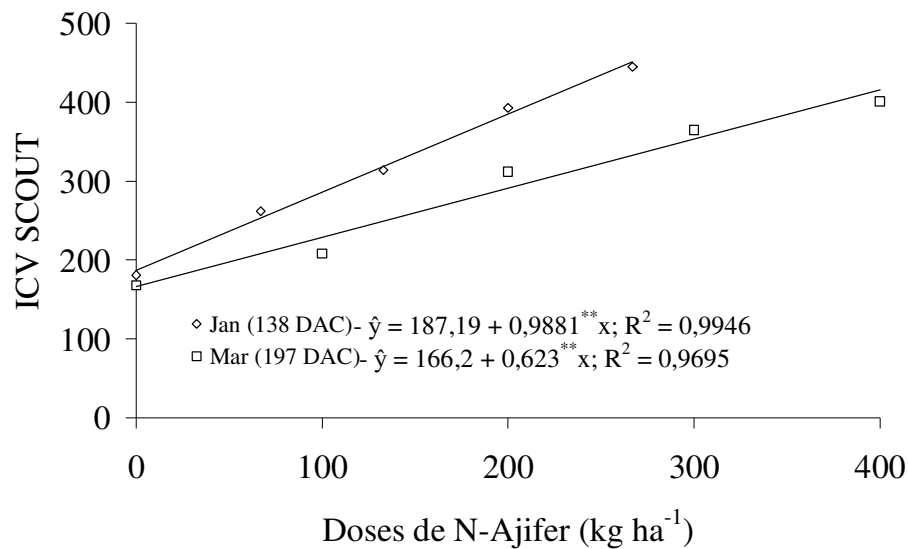


Figura 22. Intensidade de Cor Verde da folha (ICV) da grama esmeralda aos 138 e 197 DAC, obtida com a utilização do aparelho Field Scout CM-1000 em função de doses de N-ajifer.

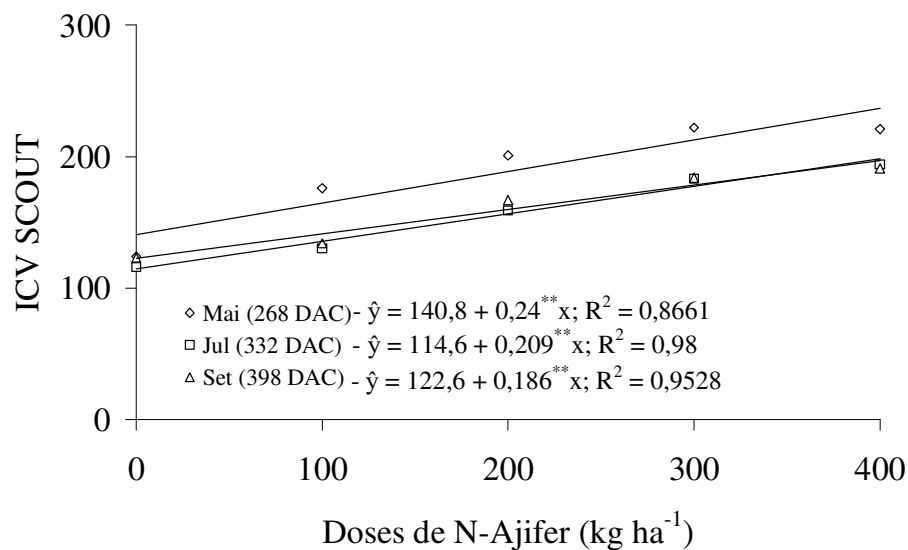


Figura 23. Intensidade de Cor Verde da folha (ICV) da grama esmeralda aos 268, 332 e 398 DAC, obtida com a utilização do aparelho Field Scout CM-1000 em função de doses de N-ajifer

A ICV foi diminuindo com o passar do tempo, atingindo o máximo índice de 191 unidades aos 398 DAC, quando aplicada a dose de 400 kg ha⁻¹ de N-ajifer. Como a última parcela da adubação de N foi aplicada aos 182 DAC e foram realizados cortes de grama quase

que mensalmente, provavelmente boa parte do N aplicado foi removido juntamente com as aparas diminuindo assim também a intensidade de coloração verde das folhas. As baixas temperaturas desta época também podem ter influenciado nesta redução.

Nas seis épocas avaliadas apenas o componente verde (G) obtidos pela imagem digital não foi influenciado pelos tratamentos (Tabelas 16, 17 e 18). Esse resultado está de acordo com Godoy (2005) que avaliando doses crescentes de N em grama esmeralda, também verificou que o componente verde (G) não variou nem com as doses de N nem com o parcelamento das doses, não sendo adequado para avaliar a cor verde da grama em todas as datas. Além disso, os valores variaram 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 e Richardson (2003).

Tabela 16. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama esmeralda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela imagem digital, em função dos tratamentos aos 90 e 138 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

		Coloração verde da folha					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
Fonte de variação	G.L.	Nov (90)			Jan (138)		
		Método					
		Verde (G)	Matiz (H)	ICVE	Verde (G)	Matiz (H)	ICVE
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	220,99 ns	44,25*	0,003**	554,53 ns	105,54**	0,0035*
Bloco	3	81,95 ns	7,54 ns	0,0006 ns	515,46 ns	34,41 ns	0,001 ns
Erro	18	256,03	12,81	0,0004	461,41	6,64	0,001
Total	27						
CV%		12,25	4,11	3,65	15,97	2,65	6,33
Média		130	87	0,56	134	97	0,58
Tratamentos		Média dos resultados					
90							
-----kg ha ⁻¹ -----		---adm.---	---graus---	---adm.---	---adm.---	---graus---	---adm.---
0 + (P+K)		129	82 c	0,52 c	145	87 d	0,53 c
67 N-ajifer + (P+K)		139	85 abc	0,54 abc	133	94 c	0,57 abc
133 N-ajifer + (P+K)		125	90 a	0,57 ab	128	97 bc	0,59 ab
200 N-ajifer + (P+K)		130	90 a	0,57 ab	130	98 bc	0,59 ab
267 N-ajifer + (P+K)		121	90 a	0,58 a	155	103 a	0,56 bc
200 N-ajifer		128	89 ab	0,56 abc	128	100 ab	0,61ab
200 N-uréia + (P+K)		142	84 bc	0,53 bc	120	100 ab	0,62 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 17. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama esmeralda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela imagem digital, em função dos tratamentos aos 197 e 268 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

		Coloração verde da folha					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
Fonte de variação	G.L.	Mar (197)			Mai (268)		
		Método					
		Verde (G)	Matiz (H)	ICVE	Verde (G)	Matiz (H)	ICVE
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	120,47 ns	202,30**	0,008**	46,95 ns	123,28**	0,004**
Bloco	3	266,75 ns	10,01ns	0,001 ns	24,51 ns	13,89 ns	0,0004 ns
Erro	18	71,62	5,84	0,0004	35,09	18,50	0,0003
Total	27						
CV%		6,58	2,55	3,30	4,25	5,60	3,88
Média		128	95	0,59	139	77	0,45
Tratamentos		Média dos resultados					
182							
-----kg ha ⁻¹ -----		----adm.---	---graus---	---adm.---	----adm.---	---graus---	---adm.---
0 + (P+K)		134	85 e	0,52 d	143	68 d	0,40 e
100 N-ajifer + (P+K)		137	87 e	0,53 d	141	71 cd	0,42 de
200 N-ajifer + (P+K)		127	93 d	0,58 c	143	82 ab	0,47 abc
300 N-ajifer + (P+K)		127	97 bc	0,60 bc	133	79 bc	0,45 cd
400 N-ajifer + (P+K)		123	101 b	0,63 ab	139	78 ab	0,45 bc
300 N-ajifer		122	97 c	0,60 bc	139	80 ab	0,48 ab
300 N-uréia + (P+K)		130	105 a	0,64 a	138	83 a	0,49 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Segundo Karcher e 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 com a cor verde que aparece na imagem.

O 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, foram influenciados significativamente pelos tratamentos. Aos 90 DAC os maiores índices H foram obtidos nos tratamentos que receberam 67 N-ajifer + (P+K), 100 N-ajifer + (P+K) e 133 N-ajifer + (P+K). Aos 138 DAC, quando haviam sido aplicadas duas das parcelas de N, o tratamento 267 N-ajifer + (P+K) proporcionou maior índice. Aos 197 e 268 DAC a grama que recebeu N na forma de uréia apresentou melhores resultados. Nas demais épocas os tratamentos que não receberam N apresentaram menor índice H. Para o ICVE os tratamentos que não receberam N, ou os que receberam menores quantidades deste nutriente apresentaram menores índices.

Tabela 18. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama esmeralda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela imagem digital, em função dos tratamentos aos 332 e 389 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

		Coloração verde da folha					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
Fonte de variação	G.L.	Jul (332)			Set (398)		
		Método					
		Verde (G)	Matiz (H)	ICVE	Verde (G)	Matiz (H)	ICVE
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	138,98 ns	93,43**	0,003*	110,95 ns	37,89**	0,002**
Bloco	3	93,81 ns	1,77 ns	0,0001 ns	12,32 ns	11,42 ns	0,0006 ns
Erro	18	66,53	17,74	0,0008	35,24	4,87	0,0002
Total	27						
CV%		6,11	5,75	6,58	7,12	3,18	3,33
Média		133	73	0,43	142	69	0,40
Tratamentos		Média dos resultados					
182							
-----kg ha ⁻¹ -----		----adm.---	---graus---	---adm.---	----adm.---	---graus---	---adm.---
0 + (P+K)		134	67 c	0,39 c	148	65 c	0,36 e
100 N-ajifer + (P+K)		126	67 bc	0,40 bc	148	66 c	0,38 de
200 N-ajifer + (P+K)		131	72 abc	0,42 abc	145	68 bc	0,40 cd
300 N-ajifer + (P+K)		131	73 ab	0,42 abc	142	70 b	0,41 bc
400 N-ajifer + (P+K)		129	76 a	0,44 ab	140	71 ab	0,41 bc
300 N-ajifer		144	78 a	0,46 a	136	71 ab	0,42 ab
300 N-uréia + (P+K)		138	78 a	0,46 a	136	74 a	0,43 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Aos 90 DAC o matiz da cor verde (H) se ajustou melhor ao modelo quadrático, sendo atingido o ponto de inflexão com a dose de N-ajifer de 108 kg ha⁻¹ (Figura 24). 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. Aos 138 e 197 DAC o efeito foi linear variando de 87 a 103 e de 85 a 101 graus com as doses de 0 a 266 kg ha⁻¹ e de 0 a 400 kg ha⁻¹, respectivamente (Figuras 25 e 26). Aos 268 DAC o ajuste também foi quadrático com a dose de 288 kg ha⁻¹ de N-ajifer proporcionando o máximo valor do matiz da cor verde (H).

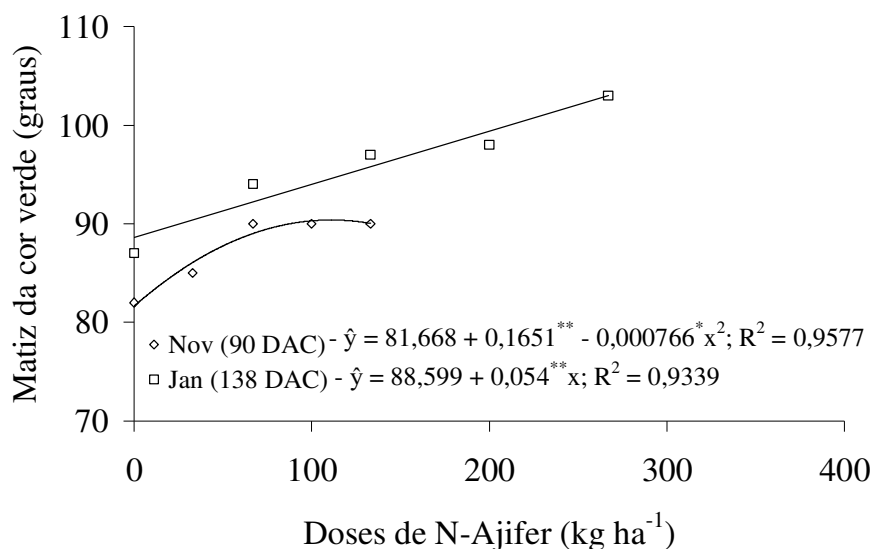


Figura 24. Intensidade da cor verde (ICV), medida pelo matiz (H) da cor verde da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) obtido através da imagem digital em função das doses de N-ajifer, aos 90 e 138 dias após a colheita.

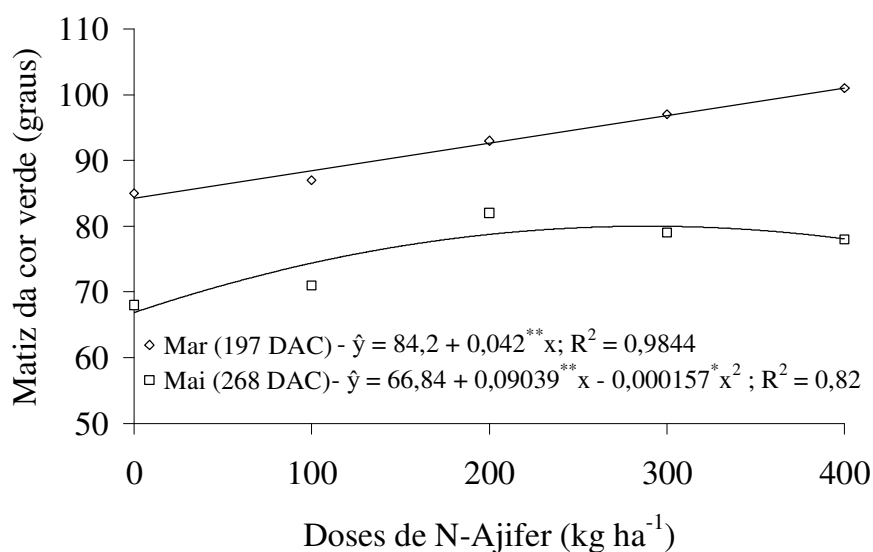


Figura 25. Intensidade da cor verde, medida pelo matiz (H) da cor verde da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) obtido através da imagem digital em função das doses de N-ajifer, aos 197 e 268 dias após a colheita.

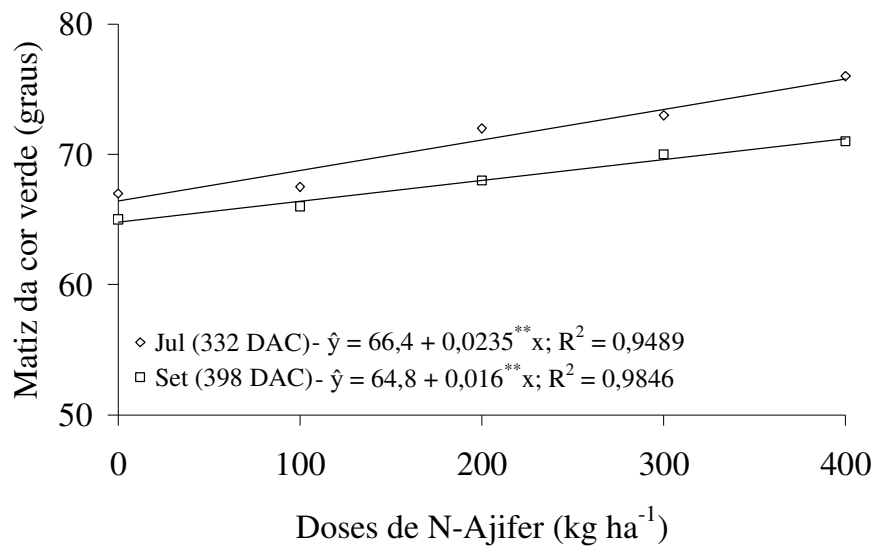


Figura 26. Intensidade da cor verde, medida pelo matiz (H) da cor verde da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) obtido através da imagem digital em função das doses de N-ajifer, aos 332 e 398 dias após a colheita.

Aos 332 e 398 DAC o efeito foi novamente linear. Backes (2008) ao utilizar doses crescentes de lodo de esgoto verificou efeito linear para o matiz da cor verde da folha nas três épocas avaliadas. Os valores variaram de 71 a 100° com as doses de lodo, sendo o menor valor atribuído ao tratamento que não recebeu adubação e o maior valor ao tratamento que recebeu 40 Mg ha⁻¹ de lodo.

Aos 90 DAC os valores de ICVE variaram de 0,52 para a grama que não recebeu N a 0,58 na que recebeu a maior dose de N-ajifer (Figura 27). Karcher e Richardson (2003) para a grama “creeping bentgrass” (*Agrostis palustris* L.) encontraram valores que variaram de 0,37 a 0,50 para a condição de não adubação com nitrogênio e para a maior dose (600 kg ha⁻¹), respectivamente. Godoy (2005) encontrou valores semelhantes para a grama Santo Agostinho, 0,36 para a testemunha e de 0,48 quando aplicada a dose de 600 kg ha⁻¹ de N. Backes (2008) obtiveram valores de ICVE de 0,38 a 0,59 quando aplicado doses de 0 a 40 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto.

Aos 138 DAC o ICVE se ajustou melhor ao modelo quadrático, sendo atingido o ponto de inflexão com a dose de N-ajifer de 197,5 kg ha⁻¹ (Figura 27).

Na Figura 28 são apresentados os dados de ICVE dos 197 e 268 DAC. Houve efeito quadrático apenas aos 268 DAC com o máximo índice sendo atingido com a dose

de 210 kg ha⁻¹ de N-ajifer, segundo a equação ajustada. Aos 197 DAC este efeito foi linear, atingindo valores de 0,63. Assim como para a ICV medida pelo clorofilômetro Field Scout CM-1000, houve redução do ICVE com o passar do tempo.

Nas demais épocas (332 e 398 DAC) o ajuste também foi linear, atingindo valores de 0,44 e 0,41 com a dose de 400 kg ha⁻¹ de N-ajider, respectivamente (Figura 29).

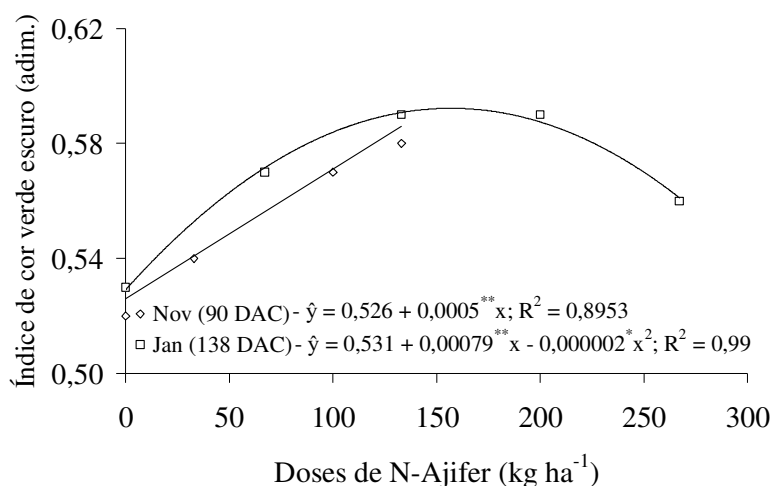


Figura 27. Intensidade da cor verde (ICV), medida pelo índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (esmeralda) obtido através da imagem digital em função das doses de N-ajifer, aos 90 e 138 dias após a colheita.

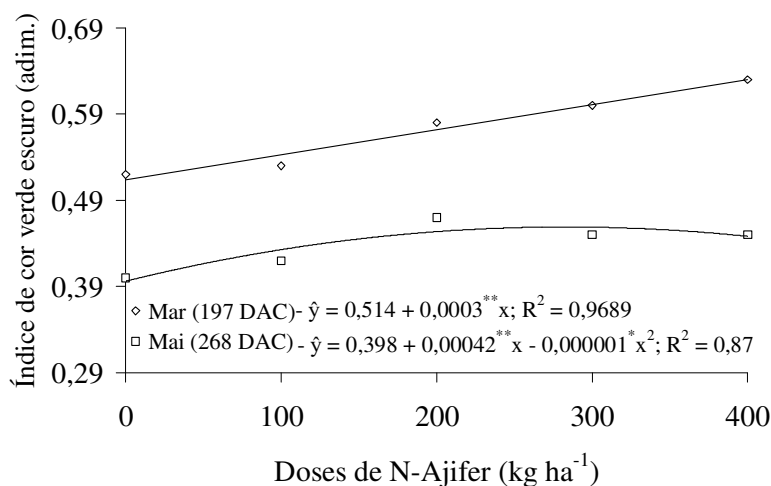


Figura 28. Intensidade da cor verde (ICV), medida pelo índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (esmeralda) obtido através da imagem digital em função das doses de N-ajifer, aos 197 e 268 dias após a colheita.

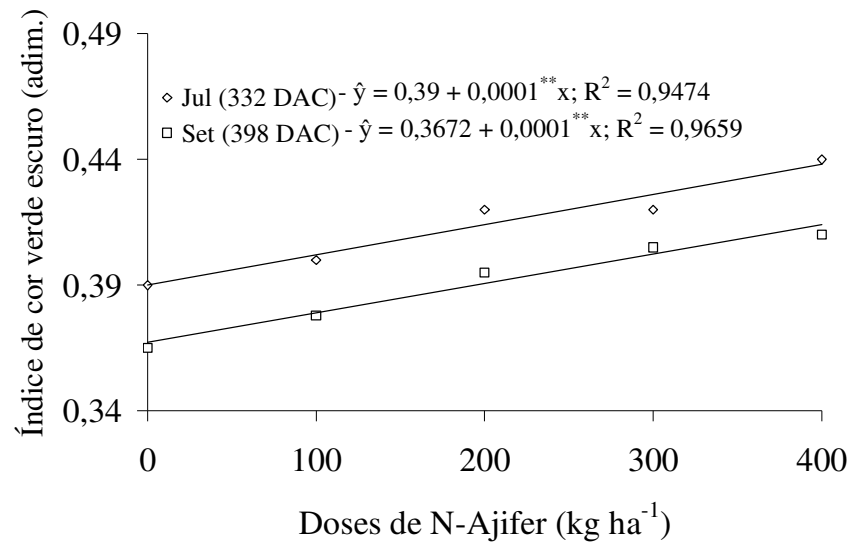


Figura 29. Intensidade da cor verde (ICV), medida pelo índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (esmeralda) obtido através da imagem digital em função das doses de N-ajifer, aos 332 e 398 dias após a colheita.

Nas Tabelas 19, 20 e 21 são apresentados os resultados da intensidade de coloração verde das folhas da grama esmeralda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela utilização do aparelho Field Scout TCM 500 Turf Color Meter, em função dos diferentes tratamentos. Assim como a imagem digital este aparelho mede o reflexo da luz para a grama no espectro vermelho, verde e azul.

Verifica-se que aos 90 DAC os métodos utilizados para a medição da intensidade de coloração verde não foram influenciados pelos tratamentos.

O componente verde (G), obtido pela utilização do aparelho Field Scout TCM 500 Turf Color Meter, diferentemente do que ocorreu com a análise da imagem digital, foi influenciado pelos tratamentos aos 138, 197, 332 e 398 DAC. Os maiores valores foram obtidos nos tratamentos que não receberam N ou nos que receberam uma dose mais baixa desse nutriente. Quanto menor o valor de G mais intensa a cor verde, por isso há uma redução do seu valor com uma aplicação de uma quantidade maior de N.

Tabela 19. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama esmeralda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela utilização do aparelho, em função dos tratamentos aos 90 e 138 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Coloração verde da folha					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
		Nov (90)			Jan (138)		
		Método					
		Verde (G)	Matiz (H)	ICVE	Verde (G)	Matiz (H)	ICVE
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	109,81 ns	5,83 ns	0,0002 ns	393,3**	4,55 ns	0,001**
Bloco	3	13,84 ns	8,17 ns	0,0001 ns	7,00 ns	12,07 ns	0,0005 ns
Erro	18	123,68	2,73	0,0002	24,75	5,46	0,0001
Total	27						
CV%		6,70	2,69	4,52	2,73	3,74	3,62
Média		156	61	0,34	182	62	0,32
Tratamentos		Média dos resultados					
90							
-----kg ha ⁻¹ -----		---adm.---	---graus---	---adm.---	---adm.---	---graus---	---adm.---
0 + (P+K)		176	62	0,33	196 a	60	0,29 d
67 N-ajifer + (P+K)		165	63	0,35	192 ab	63	0,31 c
133 N-ajifer + (P+K)		165	61	0,34	185 bc	63	0,32 bc
200 N-ajifer + (P+K)		165	61	0,34	184 c	64	0,32 abc
267 N-ajifer + (P+K)		164	61	0,35	173 d	62	0,32 ab
200 N-ajifer		167	62	0,35	172 d	63	0,33 a
200 N-uréia + (P+K)		159	60	0,34	173 d	62	0,34 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

O matiz da cor verde (H) foi influenciado aos 197, 268, 332 e 398 DAC pelos tratamentos. Aos 197 DAC a grama que recebeu 300 kg ha⁻¹ de N-uréia proporcionou melhores resultados. Nas demais épocas os tratamentos onde não se aplicou N proporcionaram menores valores deste índice.

O índice de cor verde escuro (ICVE) não foi influenciado pelos tratamentos apenas aos 90 DAC. Nas demais épocas de avaliação os menores índices foram obtidos nos tratamentos que não receberam N ou que receberam doses baixas deste nutriente.

Tabela 20. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama esmeralda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela utilização do aparelho, em função dos tratamentos aos 197 e 268 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Coloração verde da folha					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
		Mar (197)			Mai (268)		
		Método					
		Verde (G)	Matiz (H)	ICVE	Verde (G)	Matiz (H)	ICVE
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	308,07**	106,72**	0,0088**	199,83 ns	64,21*	0,006*
Bloco	3	15,52 ns	24,67 ns	0,0008 ns	63,33 ns	17,25 ns	0,001 ns
Erro	18	29,13	17,87	0,0008	157,05	18,84	0,002
Total	27						
CV%		2,92	7,78	10,86	6,39	8,26	17,61
Média		185	54	0,26	196	52	0,23
Tratamentos		Média dos resultados					
182							
-----kg ha ⁻¹ -----		---adm.---	---graus---	---adm.---	---adm.---	---graus---	---adm.---
0 + (P+K)		198 a	49 b	0,21 c	192	46 d	0,18 d
100 N-ajifer + (P+K)		194 ab	50 b	0,21 c	199	49 cd	0,19 cd
200 N-ajifer + (P+K)		186 bc	53 b	0,25 bc	206	51 bcd	0,20 bcd
300 N-ajifer + (P+K)		183 cd	54 b	0,26 b	202	52 abcd	0,23 abcd
400 N-ajifer + (P+K)		176 d	55 b	0,28 b	190	54 abc	0,26 ab
300 N-ajifer		180 cd	54 b	0,27 b	196	56 ab	0,26 abc
300 N-uréia + (P+K)		176 d	65 a	0,35 a	186	57 a	0,28 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 21. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama esmeralda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela utilização do aparelho, em função dos tratamentos aos 332 e 398 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Coloração verde da folha					
		Época (dias após o corte do tapete anterior)					
		Jul (332)			Set (398)		
		Método					
		Verde (G)	Matiz (H)	ICVE	Verde (G)	Matiz (H)	ICVE
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	351,90*	156,9**	0,010**	541,28**	193,55**	0,016**
Bloco	3	169,05 ns	28,74 ns	0,002 ns	59,56 ns	13,67 ns	0,0015 ns
Erro	18	129,82	19,43	0,0016	108,81	6,05	0,0005
Total	27						
CV%		8,37	9,56	16,50	6,01	5,13	10,14
Média		136	46	0,24	173	50	0,22
Tratamentos		Média dos resultados					
182							
-----kg ha ⁻¹ -----		---adm.---	---graus---	---adm.---	---adm.---	---graus---	---adm.---
0 + (P+K)		138 ab	39 d	0,18 d	185 ab	38 c	0,14 d
100 N-ajifer + (P+K)		155 a	40 d	0,20 cd	191 a	40 c	0,14 d
200 N-ajifer + (P+K)		137 b	43 cd	0,22 cd	173 abc	48 b	0,22 c
300 N-ajifer + (P+K)		134 b	47 bc	0,25 bc	174 ab	49 b	0,23 bc
400 N-ajifer + (P+K)		129 b	45 cd	0,24 bc	158 d	50 b	0,26 b
300 N-ajifer		127 b	52 ab	0,29 ab	168 cd	51 b	0,25 bc
300 N-uréia + (P+K)		129 b	56 a	0,32 a	163 cd	58 a	0,31 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Em relação a análise de regressão, o componente da cor verde ajustou-se as doses de N-ajifer apenas aos 138, 197 e 398 DAC. Houve decréscimo linear no componente de cor verde com o aumento das doses de N-ajifer (Figuras 30, 31 e 32). Contudo o componente verde (G) da imagem digital não foi adequado para avaliar a cor verde da grama em todas as datas não permitindo o ajuste em função das doses de N-ajifer. Isto acontece porque não foram considerados os outros componentes da imagem (vermelho e azul), como citado por Karcher e Richardson (2003).

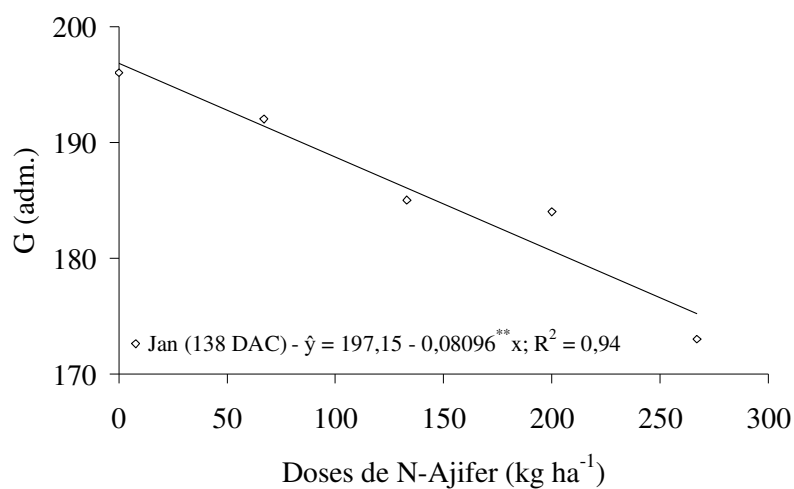


Figura 30. Componente da cor verde (G) da grama *Z. japonica* (esmeralda), obtido pela utilização do aparelho, em função de doses de N-ajifer aos 138 dias após a colheita.

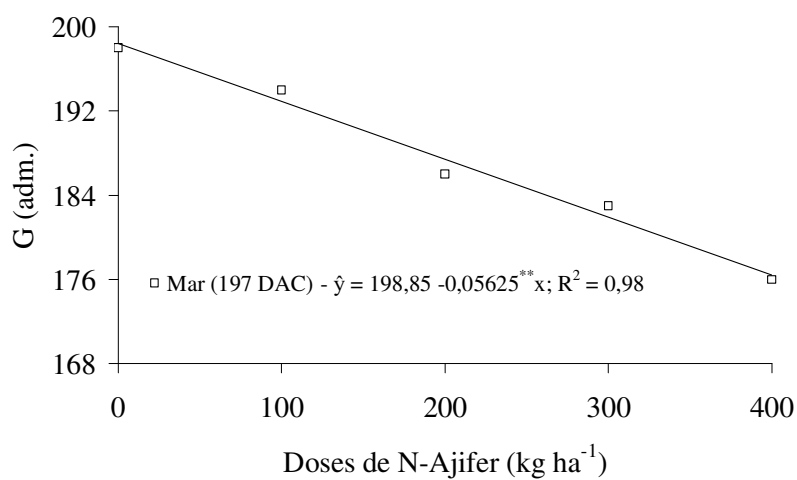


Figura 31. Componente da cor verde (G) da grama *Z. japonica* (esmeralda), obtido pela utilização do aparelho, em função de doses de N-ajifer aos 197 dias após a colheita.

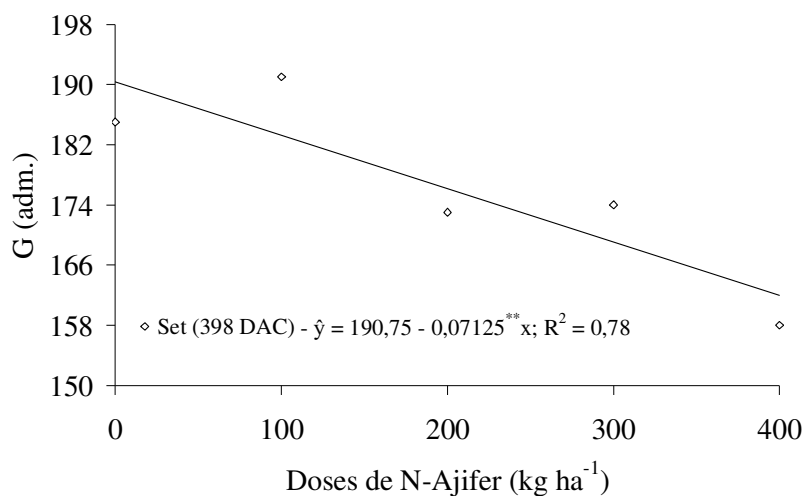


Figura 32. Componente da cor verde (G) da grama *Z. japonica* (Esmeralda), obtido pela utilização do aparelho, em função de doses de N-ajifer aos 398 dias após a colheita.

O matiz da cor verde ajustou-se as doses de N-ajifer aos 197, 268, 332 e 398 DAC. Houve efeito linear em todas as épocas avaliadas. Aos 197 e 268 DAC os máximos valores do matiz foram 55 e 54° respectivamente com a dose de 400 kg ha⁻¹ de N-ajifer (Figuras 33 e 34). Aos 332 e 398 DAC os índices máximos foram de 45 e 50° com a maior dose de N-ajifer aplicada (Figura 35 e 36).

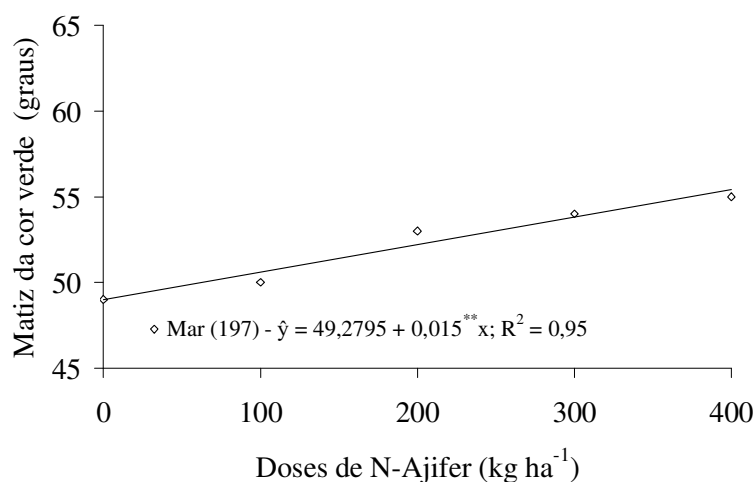


Figura 33. Intensidade da cor verde, medida pelo matiz (H) da cor verde da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda), obtido pela utilização do aparelho, em função das doses de N-ajifer, aos 197 dias após a colheita.

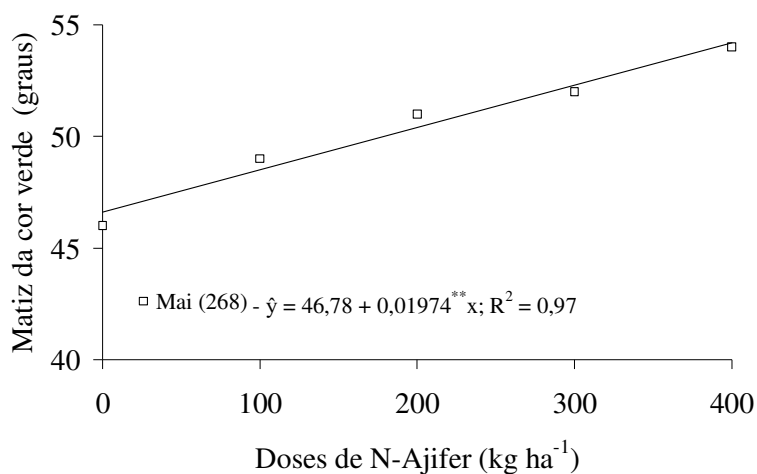


Figura 34. Intensidade da cor verde, medida pelo matiz (H) da cor verde da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda), obtido pela utilização do aparelho, em função das doses de N-ajifer, aos 268 dias após a colheita.

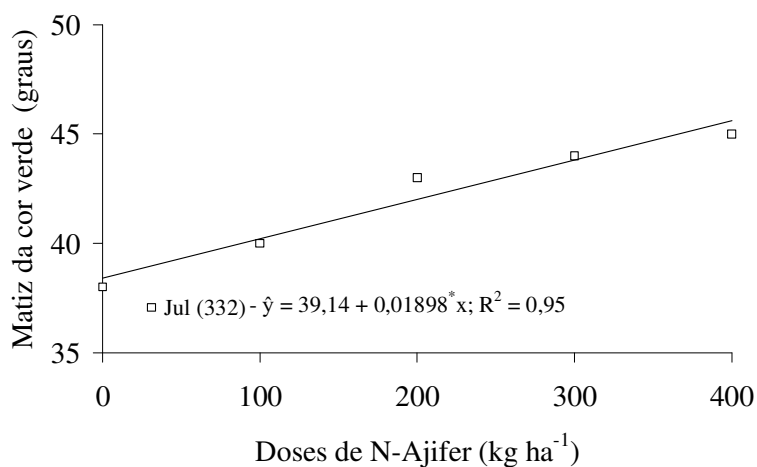


Figura 35. Intensidade da cor verde, medida pelo matiz (H) da cor verde da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda), obtido pela utilização do aparelho, em função das doses de N-ajifer, aos 332 dias após a colheita.

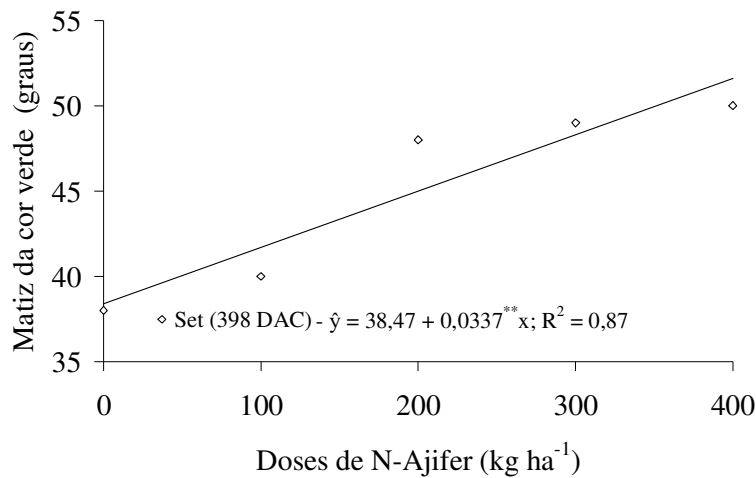


Figura 36. Intensidade da cor verde, medida pelo matiz (H) da cor verde da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda), obtido pela utilização do aparelho, em função das doses de N-ajifer, aos 398 dias após a colheita.

Aos 138 DAC o ICVE se ajustou melhor ao modelo quadrático, sendo atingido o ponto de inflexão com a dose de N-ajifer de 150 kg ha⁻¹ (Figura 37). Para as demais épocas houve efeito linear, atingindo valores de 0,28; 0,26; 0,24 e 0,26 aos 197, 268, 332 e 398 DAC, respectivamente (Figuras 38, 39, 40 e 41).

Assim como aconteceu para a intensidade de coloração verde analisada pela imagem digital os valores do matiz e do ICVE foram diminuindo com o passar do tempo.

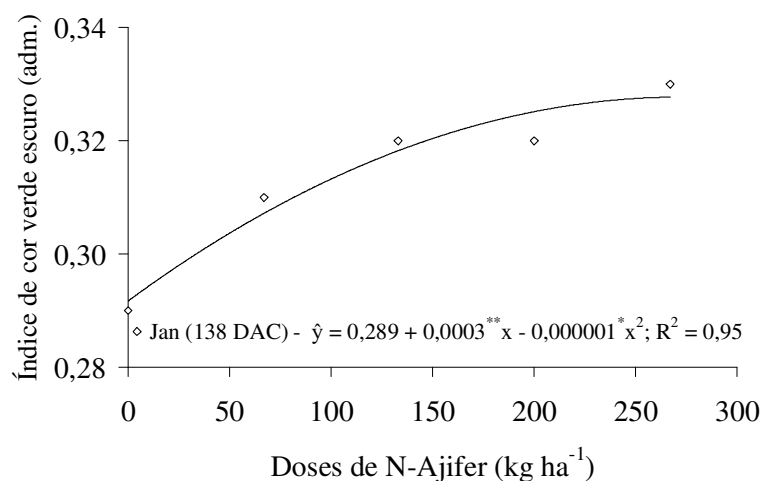


Figura 37. Intensidade da cor verde, medida pelo índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda), obtido através do aparelho, em função das doses de N-ajifer, aos 138 dias após a colheita.

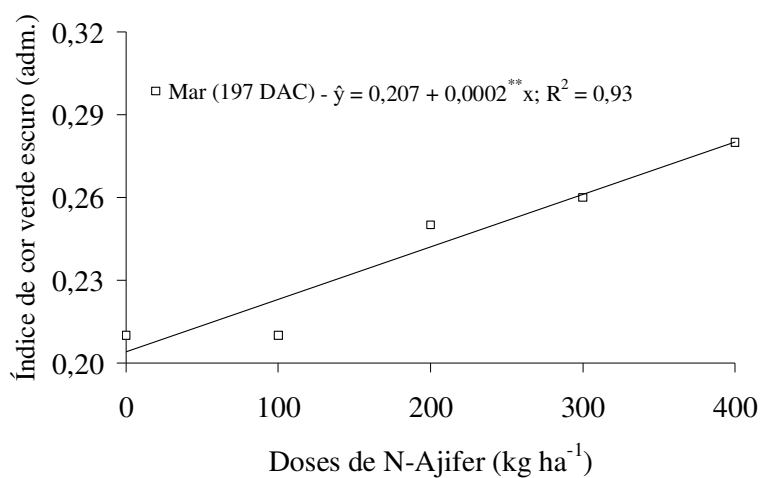


Figura 38. Intensidade da cor verde, medida pelo índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda), obtido através do aparelho, em função das doses de N-ajifer, aos 197 dias após a colheita.

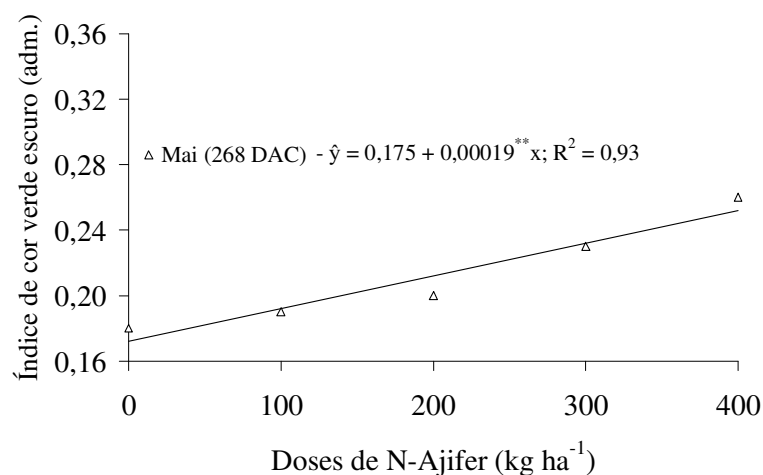


Figura 39. Intensidade da cor verde, medida pelo índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) obtido através do aparelho em função das doses de N-ajifer, aos 268 dias após a colheita.

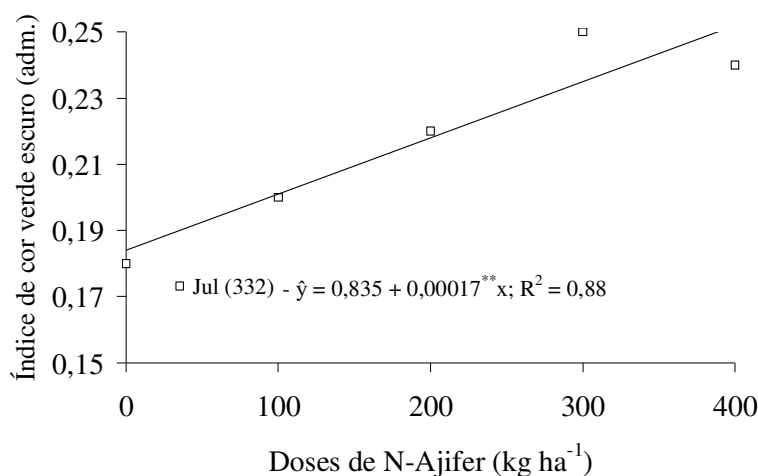


Figura 40. Intensidade da cor verde, medida pelo índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) obtido através do aparelho em função das doses de N-ajifer, aos 332 dias após a colheita.

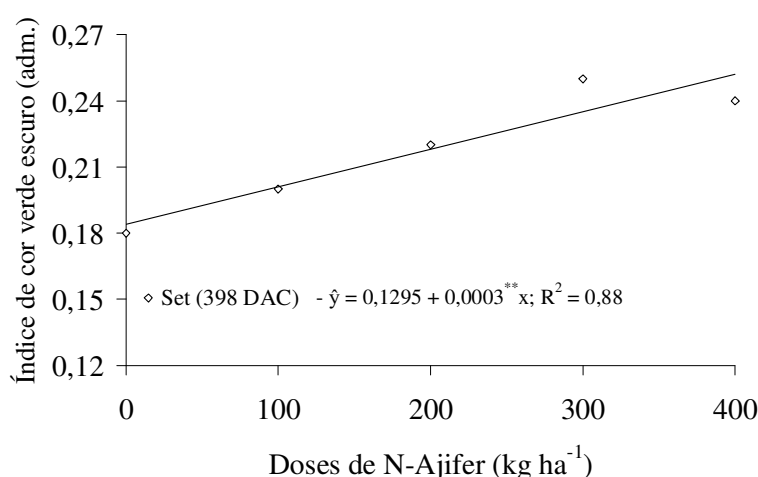


Figura 41. Intensidade da cor verde, medida pelo índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Z. japonica* (Esmeralda) obtido através do aparelho em função das doses de N-ajifer, aos 398 dias após a colheita.

São apresentados nas Tabelas 22 e 23 as correlações dos índices de coloração verde com a concentração de N na lâmina foliar e com a taxa de cobertura do solo, nas seis épocas avaliadas. Verifica-se que a utilização do clorofilômetro CM 1000 proporcionou correlações maiores com o N e com a taxa de cobertura do solo do que o SPAD-502, em todas as épocas avaliadas, mostrando ser mais prático para a utilização em grama, pois é capaz de amostrar uma maior quantidade de folhas sem a necessidade de destaca-las para a realização da

leitura. Segundo Godoy (2005) os problemas da utilização do clorofilômetro SPAD-502 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 mm²).

Tabela 22. Coeficiente de correlação linear (r) e sua significância dos índices de cor verde da folha com a concentração de N na lâmina foliar, taxa de cobertura do solo (TCS), aos 90, 138 e 197 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Índices	TCS 90 DAC	TCS 138 DAC	TCS 197 DAC	N 90 DAC	N 138 DAC	N 197 DAC
Scout	0,58**	0,54**	0,85**	0,86**	0,91**	0,89**
ICV	0,13ns	0,42*	0,80**	0,53**	0,64**	0,82**
Cor G ¹	-0,39*	0,01 ns	-0,27 ns	-0,62*	-0,14 ns	-0,33 ns
Matiz (H) ¹	0,57**	0,58**	0,78**	0,81**	0,77**	0,83**
ICVE ¹	0,61**	0,19 ns	0,73**	0,84**	0,51**	0,80**
Cor G ²	-0,43*	-0,37 ns	-0,81**	-0,63**	-0,86**	-0,83**
Matiz (H) ²	0,66**	0,27 ns	0,48*	0,62**	0,27 ns	0,54**
ICVE ²	0,62**	0,38*	0,61**	0,85**	0,80**	0,68**
N	0,56**	0,49**	0,81**	-	-	-

Scout - intensidade da cor verde da folha, obtida pelo clorofilômetro CM 1000; ICV – intensidade de cor verde da folha obtido pelo clorofilômetro Spad; cor G, matiz (H) e ICVE (Índice de cor verde escuro da folha); ¹índices obtidos da análise da imagem digital da grama. ²índices obtidos a partir do medidor de cor da grama TCM 500 ao avaliar a grama; *,** e ns significativo a 5, 1% e não significativo pelo teste F.

Tabela 23. Coeficiente de correlação linear (r) e sua significância dos índices de cor verde da folha com a concentração de N na lâmina foliar, taxa de cobertura do solo (TCS), aos 268, 332 e 389 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Índices	TCS 268 DAC	TCS 332 DAC	TCS 389 DAC	N 268 DAC	N 332 DAC	N 398 DAC
Scout	0,74**	0,58**	0,58**	0,79**	0,89**	0,86**
ICV	0,72**	0,23 ns	0,13 ns	0,68**	0,37 ns	0,53**
Cor G ¹	-0,18 ns	0,18 ns	-0,39*	-0,38*	0,40*	-0,62**
Matiz (H) ¹	0,62**	0,60**	0,57**	0,51**	0,81**	0,81**
ICVE ¹	0,69**	0,54**	0,61**	0,62**	0,71**	0,84**
Cor G ²	0,12 ns	-0,24 ns	-0,43*	-0,38*	-0,53*	0,63**
Matiz (H) ²	0,64**	0,51**	0,66**	0,65**	0,78**	0,82**
ICVE ²	0,57**	0,48**	0,62**	0,71**	0,78**	0,85**
N	0,63**	0,57**	0,56**	-	-	-

Scout - intensidade da cor verde da folha, obtida pelo clorofilômetro CM 1000; ICV – intensidade de cor verde da folha obtido pelo clorofilômetro Spad; cor G, matiz (H) e ICVE (Índice de cor verde escuro da folha); ¹índices obtidos da análise da imagem digital da grama. ²índices obtidos a partir do medidor de cor da grama TCM 500 ao avaliar a grama; *,** e ns significativo a 5, 1% e não significativo pelo teste F.

Mangiafico e Guillard (2005) utilizando o clorofilômetro CM 1000 verificaram que o mesmo forneceu indicações favoráveis da concentração de clorofila na grama

Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) ao longo das estações. E mesmo este aparelho não tendo sua própria fonte de luz, necessitando da luz incidente para ajustar seus valores de leitura, as mudanças de luz nas diferentes estações não afetaram as medidas realizadas, devido o sensor que este possui normalizando as medidas de acordo com a variação da intensidade de luz. Ma et al. (1996) verificaram relação da reflectância com o teor de clorofila de plantas de milho. Trenholm et al. (1999) obtiveram uma correlação linear entre reflectância em algumas gramíneas e a análise visual. Essa relação pode ser considerada uma vantagem da utilização de medidores de reflectância em gramas.

O clorofilômetro CM 1000 além de proporcionar medidas instantâneas, podendo ser realizada no campo, proporcionou as maiores correlações com a concentração de N na lâmina foliar. Segundo Mangiafico e Guillard (2005) os dados obtidos por esse medidor de reflectância podem ser utilizados para auxiliar no manejo de N em gramados.

Uma das dificuldades da utilização do clorofilômetro CM 1000 é a aquisição do aparelho que somente poderá ser comprado por importação, podendo ser mais vantajosa a utilização da imagem digital. Para Godoy et al. (2008) os índices obtidos a partir da imagem digital, embora seja um método mais trabalhoso e não instantâneo, requer equipamentos de mais fácil aquisição e de menor custo.

A cor G, obtida tanto com a utilização da imagem digital quanto com a utilização do aparelho, não apresentou boas correlações com os teores de N e com a TCS. Godoy et al. (2008) verificou que tanto para a grama esmeralda quanto para a grama Santo Agostinho o componente verde (G) da imagem digital não se correlacionou significativamente com a concentração de N na lâmina foliar.

A principal diferença entre os valores de RGB obtidos com a análise da imagem digital e com o medidor de cor TCM 500 é que este mede a luz refletida de uma lâmpada artificial isolada da luz solar dentro de uma câmara escura, ficando padronizada a intensidade de luz incidente na folha. Já os valores de RGB obtidos com a análise da imagem de câmera fotográfica digital sofrem influência da intensidade da luz solar que irá variar com o decorrer do dia e do ano. Segundo Baesso et al. (2007) o valor digital do “pixel” é função do sistema óptico (câmera e lente), da iluminação, da posição relativa planta-sensor-iluminação e das propriedades espectrais da planta. O sistema óptico e a posição relativa planta-sensor-iluminação para obtenção

da imagem digital com a câmera foram controlados, no entanto a iluminação não foi controlada para tornar a medida mais prática.

O valor de matiz obtido pela imagem digital e pela utilização do aparelho TCM 500 apresentou boas correlações com o N e com a TCS. Quando avaliado o ICVE a correlação observada foi melhor quando utilizada a análise da imagem digital. Dessa forma, a obtenção de índices de cor verde pela análise da imagem digital, embora mais trabalhosa, foi mais eficiente que o medidor de cor TCM 500 para a grama esmeralda, possivelmente por uma maior área de avaliação (cerca de 2 m²) quando comparado com os demais métodos. Com a utilização de *palmtop* com câmera digital integrada de resolução acima de 3 megapixels as imagens poderão ser obtidas e já processadas no campo, agilizando o processo de obtenção dos índices a partir da imagem digital (Godoy 2005).

6.1.4 Massa das aparas e extração de nutrientes pelas aparas

O tratamento que recebeu 400 kg ha⁻¹ N-ajifer + (P+K) proporcionou maior acúmulo de aparas, possivelmente pela maior dose de N aplicada, resultando em maior crescimento da parte aérea (Tabela 24). Na dose zero a grama praticamente não apresentou crescimento apresentando acúmulo de apenas 58,34 kg ha⁻¹. Neste tratamento foram realizados apenas dois cortes durante o ciclo da cultura, onde a quantidade de material coletado foi pequena. Segundo Carrow et al. (2001) o N é o nutriente que mais influencia o crescimento e densidade das folhas da grama, justificando o resultado encontrado, já que a testemunha recebeu a mesma adubação fosfatada e potássica que foram aplicadas nos demais tratamentos.

Backes (2008) verificou um acúmulo de 4153 kg ha⁻¹ quando aplicada a dose de 40 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto na grama esmeralda num período de nove meses de cultivo.

Há uma significativa remoção de nutrientes, principalmente N quando as aparas são removidas rotineiramente da área onde as mesmas são cortadas.

Na Figura 42 verifica-se que houve aumento das aparas em função das doses de N-ajifer. Para a dose de 400 kg ha⁻¹ N-ajifer aplicada houve acúmulo 5.771,95 kg ha⁻¹ das aparas.

Tabela 24. Resumo da análise de variância e média dos resultados da massa das aparas da grama esmeralda em função dos tratamentos.

Causa de variação	G.L.	Massa das aparas
		-----Quadrado médio (significância)-----
Tratamentos	4	17608826,16**
Bloco	3	332629,21 ns
Erro	12	335157,67
Total	19	
C.V. (%)		20,08
Média		28882,49
Tratamentos		Média dos resultados
-----kg ha ⁻¹ -----		-----kg ha ⁻¹ -----
0 + (P+K)		58,3 d
100 N-ajifer + (P+K)		557,9 d
200 N-ajifer + (P+K)		1888,4 c
300 N-ajifer + (P+K)		3717,6 b
400 N-ajifer + (P+K)		5771,9 a
300 N-ajifer		3896,9 b
300 N-uréia + (P+K)		4286,1 b

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

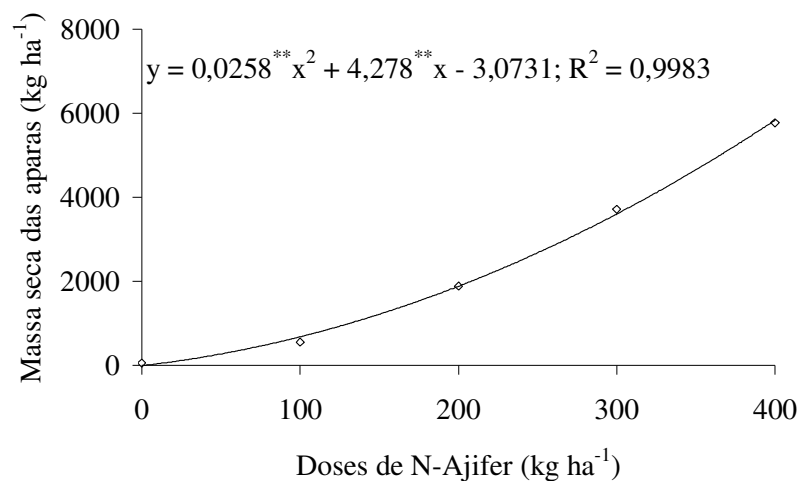


Figura 42. Acúmulo das aparas da grama *Zoysia japonica* (esmeralda) em função das doses de N-ajifer.

Verifica-se na Tabela 25 que para todos os nutrientes o tratamento que recebeu 400 N-ajifer + (P+K) apresentou maiores extrações de nutrientes pelas aparas, em função

do maior acúmulo de aparas proporcionado por este tratamento (5.772 kg ha⁻¹), conforme mostrado na Tabela 24.

Tabela 25. Resumo da análise de variância e média da extração de N, P, K, Ca, Mg e S pelas aparas da grama esmeralda em função dos tratamentos.

Fonte de variação	G.L.	Extração de nutrientes					
		Nutriente					
		N	P	K	Ca	Mg	S
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamentos	6	10417,72 **	90,21 **	4623,09 **	186,71 **	32,75 **	406,70 **
Bloco	3	202,84 ns	2,95 ns	90,30 ns	2,69 ns	0,37 ns	4,88 ns
Erro	18	212,32	2,02	94,06	3,79	0,71	10,18
Total	27						
CV%		21,94	21,92	22,16	20,71	23,04	24,77
Média		66,40	6,49	43,77	9,40	3,66	12,88
Tratamentos		-----Média dos resultados-----					
		-----kg ha ⁻¹ -----					
0 + (P+K)		1,0 e	0,13 d	0,6 e	0,2 d	0,05 e	0,2 e
100 N-ajifer + (P+K)		9,5 e	1,20 d	7,1 e	1,9 d	0,53 e	1,6 e
200 N-ajifer + (P+K)		38,2 d	4,43 c	28,2 d	5,9 c	1,99 d	6,9 d
300 N-ajifer + (P+K)		82,4 c	8,33 b	55,8 bc	12,1 b	4,09 c	14,9 c
400 N-ajifer + (P+K)		136,1 a	13,24 a	95,1 a	18,1 a	7,30 a	25,9 a
300 N-ajifer		90,7 bc	8,47 b	49,5 c	12,3 c	5,20 bc	18,9 bc
300 N-uréia + (P+K)		106,19 b	9,61 b	69,93 b	15,36 b	6,44 ab	21,62 ab

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Nota-se que o nitrogênio foi o nutriente extraído em maiores quantidades pela retirada das aparas (Tabela 25). A quantidade de N extraído pelas aparas variou de 1,04 na dose zero a 136,19 kg ha⁻¹ quando aplicada a dose de 400 kg ha⁻¹ de N-ajifer. Por se tratar do nutriente mais exigido pela cultura, o aumento das doses de N proporcionou maior crescimento das folhas, aumentando assim a produção de matéria seca e conseqüentemente a extração de nutrientes. Doses muito elevadas não são muito interessantes do ponto de vista econômico, pois com o aumento excessivo do crescimento foliar, aumenta-se o número de cortes e conseqüentemente a extração de nutrientes.

Com a retirada das aparas da área de produção da grama esmeralda, houve exportação de 34% do N aplicado, quando considerada a maior dose (400 kg ha⁻¹). Segundo Godoy e Villas Bôas (2008) a quantidade de aparas quando retiradas do gramado, exporta, em função do teor de N nestas, cerca de 25 a 60% do N aplicado. Hummel e Waddington (1984) em três anos de estudo obtiveram uma exportação de 46 a 59% do N aplicado quando as

aparas foram recolhidas do gramado. Dessa forma, quando as aparas são devolvidas a área, pode ocorrer uma diminuição da adubação nitrogenada nos gramados.

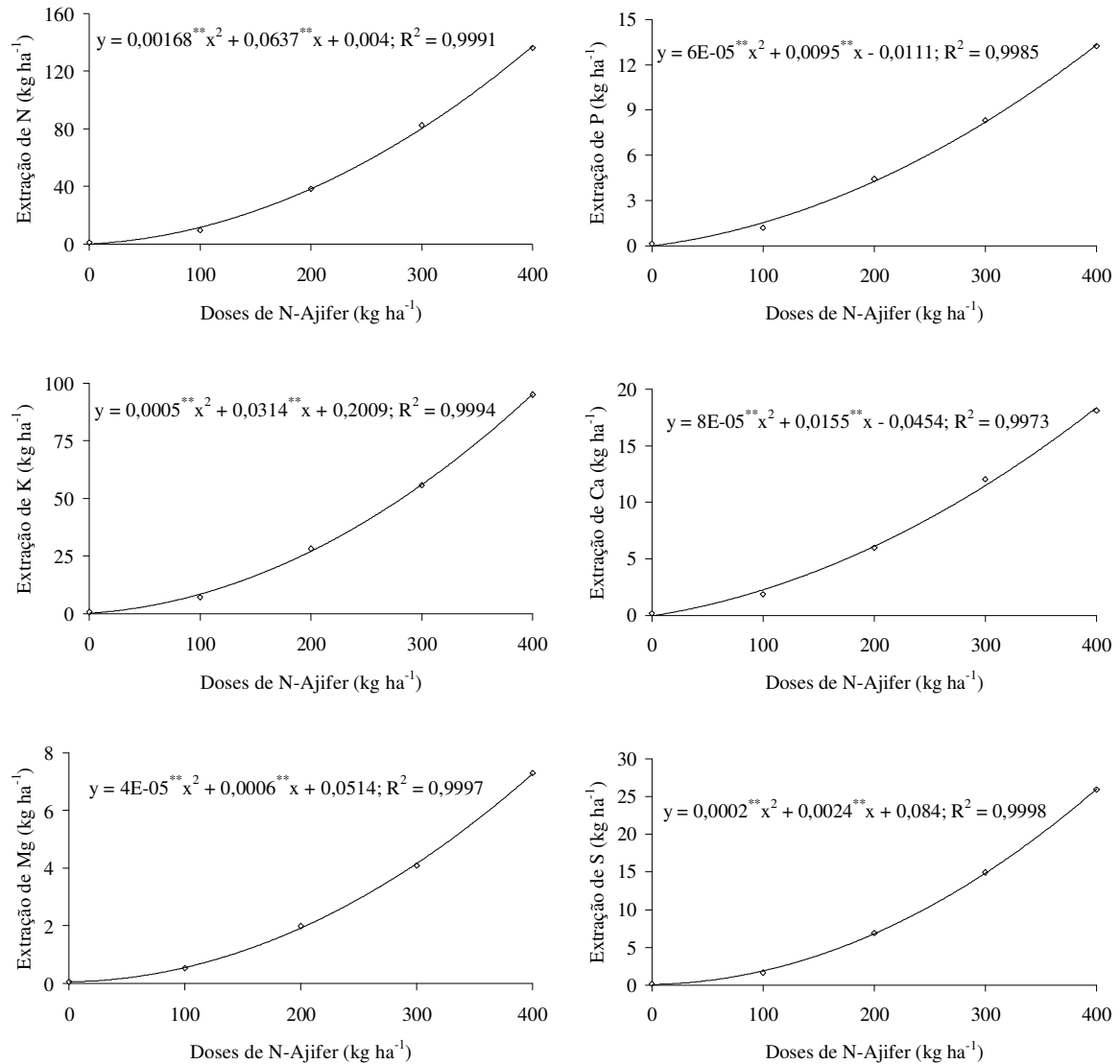


Figura 43. Extração de N, P, K, Ca, Mg e S pela grama *Zoysia japonica* (esmeralda) em função das doses de N-ajifer.

A extração de P pelas aparas foi de 0,13 a 13,24 kg ha⁻¹ com o aumento das doses de N-ajifer. Possivelmente as grandes quantidades de N aplicados promoveram o crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular. Mesmo com aumento proporcionado pelas doses de N-ajifer, a quantidade desse nutriente extraído pela planta é baixa, sugerindo que pequenas quantidades de P aplicadas, podem atender a demanda da planta.

A máxima extração de K pelas aparas da grama esmeralda foi de 95,09 kg ha⁻¹ quando aplicada a dose de 400 kg ha⁻¹ de N-ajifer. Vale ressaltar que a dose de potássio aplicada foi de apenas 200 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo a quantidade extraída próximo da metade da dose aplicada. Por ser o segundo nutriente mais extraído pela grama esmeralda, a reposição de potássio no solo mediante a adubação é de grande importância, pois a maior parte deste nutriente utilizado pela planta é exportada da área de produção com o corte do tapete. A extração de Ca e Mg pelas aparas também aumentaram com as doses de N, chegando a 18,13 e 7,30 kg ha⁻¹, respectivamente, com a maior dose aplicada. Analisando esses valores, verifica-se que a quantidade desses macronutrientes secundários também é baixa, onde pequenas quantidades dos mesmos podem atender às exigências da grama. A exportação total de S variou de 0,18 a 25,95 kg ha⁻¹ com as doses de N-ajifer.

6.1.5 Massa de matéria seca e acúmulo de nutrientes nas raízes, rizomas, folhas e caules

Na Tabela 26 apresenta-se o resumo da análise de variância e média da massa de matéria seca das folhas + caules, rizomas + estolões e raízes da grama *Z. japonica* (esmeralda) em função dos diferentes tratamentos. Para a massa de matéria de folhas + caules houve efeito apenas dos tratamentos, não havendo influência da espessura dos tapetes. A máxima massa de matéria foi obtida quando aplicou-se 400 N-ajifer + (P+K), não diferindo, porém dos tratamentos que receberam 300 kg ha⁻¹ de N.

Para as massas de matérias secas de estolões + rizomas e raízes houve influência tanto dos tratamentos quanto das espessuras dos tapetes, não ocorrendo, porém interação entre as fontes de variação. Para estolões + rizomas e raízes os tratamentos que proporcionaram menores acúmulos foram: 0 (P+K) e 300 N-ajifer. O primeiro por não ter proporcionado crescimento adequado da grama pela falta de N e o segundo pela falta de P e K, diminuindo dessa forma o crescimento do sistema radicular. A importância do P para o crescimento de raízes é bem conhecida e grammas cultivadas em solos deficientes em P são incapazes de produzir sistema radicular bem desenvolvido (CHRISTIANS, 1998). Logo, as respostas das grammas quanto à aplicação de P dependem no teor de P disponível do solo.

Tabela 26. Resumo da análise de variância e média da Massa de matéria seca das folhas + caules, rizomas + estolões e raízes da grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	G.L.	Massa de matéria seca									
		Folhas + caules		Rizomas + Estolões		Raízes					
		-----Quadrado médio (significância)-----									
Tratamento (T)	6	14986329**	4449323**	52426**							
Espessura (E)	2	9115,62 ns	1740210**	297445**							
T X E	12	30725 ns	83589 ns	7383 ns							
Bloco	3	735033 ns	169089 ns	498 ns							
Erro 1	18	770213	166892	5188							
Erro 2	42	666776	175963	3851							
Total	83										
CV1 (%)		14,87	9,14	9,33							
CV2 (%)		13,83	8,64	8,04							
							772				
Tratamentos	Espessuras		Média	Espessuras		Média	Espessuras		Média		
	0,9	1,6	2,2	0,9	1,6	2,2	0,9	1,6	2,2		
-----kg ha ⁻¹ -----											
(P+K)	3586	3516	3530	3637	4056	4287	3993 c	583	610	853	682 c
100 N-ajifer + (P+K)	5360	5600	5688	4361	4706	5028	4698 b	642	707	845	731 bc
200 N-ajifer + (P+K)	6094	5993	6093	4929	4908	5027	4955 b	713	820	923	819 a
300 N-ajifer + (P+K)	6422	6366	6331	5284	5598	5898	5593 a	742	822	958	840 a
400 N-ajifer + (P+K)	6475	6416	6401	6867 a	4740	5027	4894 b	728	797	845	790 ab
300 N-ajifer	6491	6541	6459	6391 ab	3786	4540	4256 c	584	766	760	704 c
300 N-uréia + (P+K)	6836	6801	6964	6497 ab	5389	5864	5592 a	729	818	972	840 a
Média	5895	5890	5924	-	4598 b	4869 a	5096 a	-	674 c	763 b	880 a

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Ainda segundo o mesmo autor, a faixa de teores adequados de P para gramados estão entre 10 a 20 mg dm⁻³. Embora na análise inicial o teor na camada de 0 a 10 cm estava em 11 mg dm⁻³ de P_{resina} essa quantidade não foi suficiente para proporcionar o desenvolvimento adequado do sistema radicular, e também este valor estava muito próximo dos considerados baixos no solo (6 – 10 mg dm⁻³). Godoy et al (2007a) verificaram que o teor de P no solo de 16 mg dm⁻³ pode proporcionar a formação de tapetes de grama esmeralda, porém em maior tempo. Quanto às espessuras de corte os tapetes com espessuras de 0,9cm proporcionaram menor retirada de rizomas e estolões da área. Como não houve diferença entre as profundidades 1,6 e 2,2cm na quantidade de rizomas e estolões retirados com o tapete, possivelmente essas estruturas, principalmente os rizomas que são subsuperficiais ficam concentrados principalmente nesses 2,2 cm de solo. Quanto mais profundo o corte, maior quantidade de rizomas e raízes foram levados com o tapete, podendo retardar a rebrota do ciclo seguinte.

Verifica-se na Figura 44 que a massa de matéria seca de folhas + caules ajustou-se de forma quadrática as doses de N-ajifer e segundo a equação, a máxima massa de matéria (6756 kg ha⁻¹) foi atingida com a dose de 361 kg ha⁻¹. Para a massa de matéria seca de estolões + rizomas e raízes também houve ajuste quadrático as doses de ajifer, onde os máximos valores foram obtidos com as dose de 278 e 285 kg ha⁻¹ de N-ajifer, respectivamente (Figuras 45 e 46). As doses que promoveram maior quantidade de massa de matéria seca de estolões + rizomas e raízes foram menores quando comparados com a dose que promoveu maior massa de matéria seca de folhas + caules.

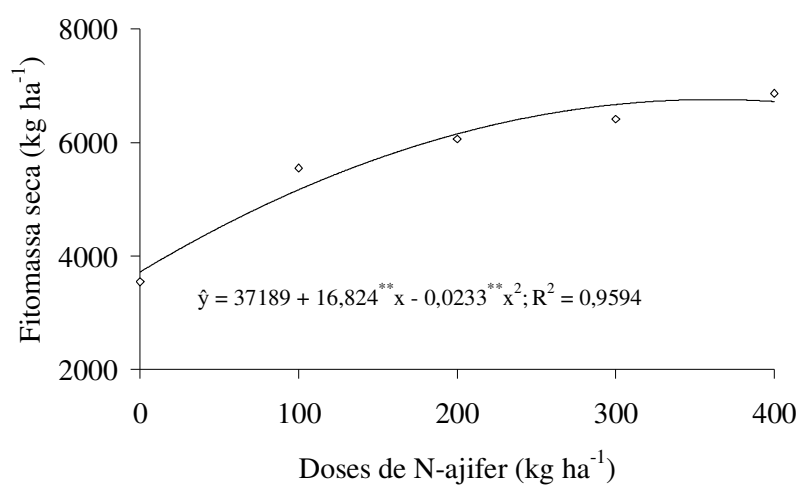


Figura 44. Massa de matéria seca de folhas + caule da grama *Z. japonica* (esmeralda) em função de doses de N-ajifer.

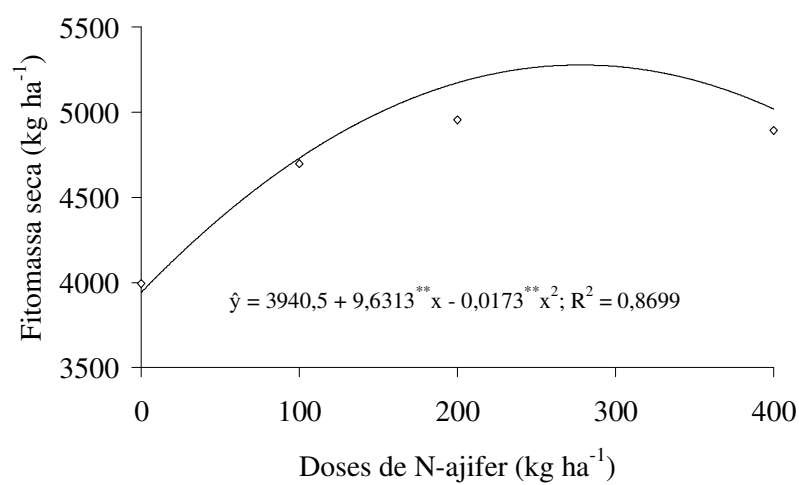


Figura 45. Massa de matéria seca de rizomas + estolões da grama *Z. japonica* (esmeralda) em função de doses de N-ajifer.

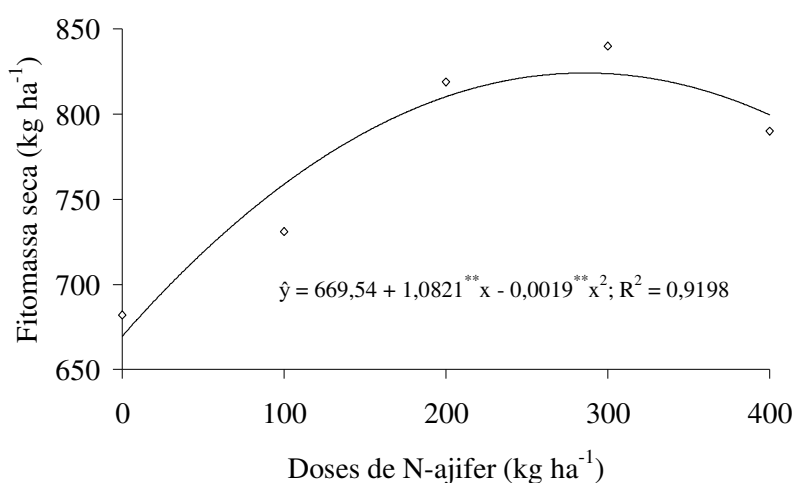


Figura 46. Massa de matéria seca de raízes da grama *Z. japonica* (esmeralda) em função de doses de de N-ajifer

Considerando que a produção de estolões, rizomas e raízes é a mais importante na produção de gramas, por darem maior estrutura e resistência ao tapete para ser manuseado após a colheita (Christians, 1998), pode-se adequar as doses calculadas para o “fechamento” do tapete em menor tempo com as doses necessárias para produzir maior quantidade destas estruturas. Assim a dose de 278 kg ha⁻¹ por proporcionar a máxima quantidade de estolões + rizomas pode ser considerada adequada para a produção de tapetes de grama esmeralda de boa qualidade.

Doses maiores de N podem resultar em redução na produção de rizomas e raízes e aumento na produção de folhas + caules, o que não é favorável, pois aumenta a demanda por corte das folhas (roçada) elevando o custo de produção (Quiroga-Garza et al., 2001; Godoy 2005; Backes 2008). Os cortes também causam depleção das reservas de carboidratos nos gramados que podem ser necessários para períodos de estresse (Qian e Fry, 1996).

Para o acúmulo de macronutrientes pela planta (folhas + caules, rizomas + estolões e raízes) verifica-se que houve influência apenas dos tratamentos, não sendo observado o efeito das espessuras de corte e nem a interação entre estas fontes de variação (Tabelas 27, 28, 29, 30, 31 e 32).

O maior acúmulo de N e Mg nas folhas + caules (Tabela 27 e 28) foram obtidos no tratamento que recebeu 300 kg ha^{-1} de uréia + P e K, porém este tratamento não diferiu do que receberam 400 kg ha^{-1} de N-ajifer + (P e K) e do que recebeu apenas 300 kg ha^{-1} de N-ajifer, ou seja, as maiores doses de N proporcionaram maior acúmulo de N e Mg nas folhas + caules. Tanto para o P quanto para o Ca, a testemunha proporcionou menor acúmulo destes nutrientes, possivelmente pela menor quantidade de massa de matéria seca formada, já que tal tratamento não chegou a formar tapete. Para K e S a testemunha e os tratamentos que receberam as menores doses de N-ajifer (100 e 200 kg ha^{-1}) proporcionaram menores acúmulos.

Para o acúmulo de macronutrientes nos estolões + rizomas (Tabelas 29 e 30) verifica-se que os tratamentos que receberam 300 kg ha^{-1} de N tendo como fonte tanto a uréia como o ajifer, com complementação de P e K, proporcionaram maiores acúmulos de N, P, K e S. Este resultado se deve a maior quantidade de rizomas e estolões formados por estes tratamentos. Para Ca e Mg, maior acúmulo foi obtido apenas para o tratamento que recebeu o N na forma de uréia. Nas raízes, o tratamento que não recebeu complementação de P e K proporcionaram menor acúmulo de macronutrientes.

Tabela 27. Resumo da análise de variância e média da quantidade N, P e K acumulados nas folhas + caules da grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	G.L.	Macronutrientes acumulados nas folhas + caules										
		N	P	K								
-----Quadrado médio (significância)-----												
Tratamento (T)	6	1034,2 ^{**}	7,27 [*]	238,77 ^{**}								
Espessura (E)	2	0,39 ns	0,007 ns	0,437 ns								
T X E	12	1,12 ns	0,026 ns	0,758 ns								
Bloco	3	185,4 ns	3,74 ns	24,24 ns								
Erro 1	18	72,21	2,08	44,73								
Erro 2	42	23,12	0,53	14,61								
Total	83											
CV1 (%)		24,34	28,60	29,43								
CV2 (%)		13,77	14,03	14,61								
				772								
Tratamentos	Espessuras			Média	Espessuras	Média						
	0,9	1,6	2,2									
-----kg ha ⁻¹ -----												
(P+K)	20	19	19	19 e	3,5	3,5	3,6	3,5 b	14,5	14,0	14,1	14,2 c
100 N-ajifer + (P+K)	27	29	28	27 d	5,0	5,2	5,3	5,2 a	20,7	21,9	22,0	21,6 b
200 N-ajifer + (P+K)	32	32	33	32 cd	5,1	5,0	5,1	5,0 a	21,2	20,8	21,4	21,1 b
300 N-ajifer + (P+K)	37	36	36	36 bc	5,7	5,7	5,7	5,7 a	27,7	27,6	27,6	27,6 a
400 N-ajifer + (P+K)	41	40	42	41 ab	5,8	5,8	5,8	5,8 a	26,1	25,4	26,7	26,1 ab
300 N-ajifer	41	41	41	41 ab	5,5	5,7	5,3	5,4 a	23,2	22,7	22,8	22,9 ab
300 N-uréia + (P+K)	46	47	46	46 a	5,7	5,7	5,6	5,7 a	25,5	25,7	25,3	25,5 ab
Média	35	35	35	-	5,2	5,2	5,2	-	22,7	22,6	22,8	-

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 28. Resumo da análise de variância e média da quantidade de Ca, Mg e S acumulados nas folhas + caules da grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	G.L.	Macronutrientes acumulados nas folhas + caules								
		Ca	Mg	S						
				-----Quadrado médio (significância)-----						
Tratamento (T)	6	37,20**	9,99**	27,33**						
Espessura (E)	2	0,039 ns	0,01 ns	0,01 ns						
T X E	12	0,23 ns	0,02 ns	0,05 ns						
Bloco	3	10,82 ns	0,54 ns	3,69*						
Erro 1	18	8,26	0,80	1,76						
Erro 2	42	3,73	0,30	1,11						
Total	83									
CV1 (%)		22,04	22,32	17,55						
CV2 (%)		14,81	13,80	13,96						
				772						
Tratamentos	Espessuras			Espessuras	Média					
	0,9	1,6	2,2			0,9	1,6	2,2		
-----kg ha ⁻¹ -----										
(P+K)	9,7	9,4	9,4	2,3	2,2	2,2	4,5	4,4	4,5	4,5 d
100 N-ajifer + (P+K)	13,1	13,8	13,9	3,5	3,6	3,7	6,6	7,0	7,0	6,9 c
200 N-ajifer + (P+K)	14,4	14,2	14,5	4,1	3,9	4,1	7,6	7,5	7,6	7,6 bc
300 N-ajifer + (P+K)	12,4	12,5	12,4	4,0	4,0	4,0	8,2	8,2	8,2	8,2 ab
400 N-ajifer + (P+K)	14,7	14,5	15,0	4,6	4,6	4,7	8,3	8,2	8,2	8,7 ab
300 N-ajifer	12,9	12,7	12,6	4,6	4,5	4,4	8,7	8,6	8,7	8,2 ab
300 N-uréia + (P+K)	13,8	14,0	13,7	5,0	5,0	5,0	8,8	8,9	8,9	8,8 a
Média	13,0	13,0	13,1	-	4,0	4,0	7,5	7,5	7,6	-

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 29. Resumo da análise de variância e média da quantidade de N, P e K acumulados nos rizomas + estofoes da grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	G.L.	Macronutrientes acumulados nos rizomas + estofoes										
		N	P	K								
-----Quadrado médio (significância)-----												
Tratamento (T)	6	296,50**	2,86**	109,31**								
Espessura (E)	2	36,19**	0,82**	19,45**								
T X E	12	1,96 ns	0,04 ns	0,89 ns								
Bloco	3	19,66**	0,35**	19,86**								
Erro 1	18	1,96	0,04	0,89								
Erro 2	42	21,89	0,30	9,58								
Total	83											
CV1 (%)		6,46	6,07	5,49								
CV2 (%)		21,61	16,53	17,99								
				772								
Tratamentos	Espessuras			Média	Espessuras	Média	Espessuras	Média				
	0,9	1,6	2,2						0,9	1,6	2,2	
-----kg ha ⁻¹ -----												
(P+K)	15,0	16,8	17,5	16,4 d	2,4	2,6	2,8	2,6 d	12,1	13,7	14,3	13,4 d
100 N-ajifer + (P+K)	15,1	16,3	17,5	16,3 d	3,2	3,4	3,6	3,4 c	14,3	15,4	16,4	15,4 c
200 N-ajifer + (P+K)	17,9	17,8	18,4	18,1 c	3,6	3,6	3,7	3,6 b	18,0	18,0	18,5	18,2 b
300 N-ajifer + (P+K)	26,8	28,4	30,2	28,5 a	3,5	3,8	4,0	3,7 ab	19,6	20,6	21,6	20,6 a
400 N-ajifer + (P+K)	22,0	22,3	23,1	22,5 b	3,3	3,3	3,4	3,4 c	18,7	18,8	19,5	19,0 b
300 N-ajifer	20,1	23,4	23,9	22,5 b	2,4	2,9	2,9	2,7 d	12,2	14,4	14,5	13,7 d
300 N-uréia + (P+K)	26,3	26,9	28,6	27,3 a	3,7	3,7	4,1	3,8 a	19,4	19,9	21,3	20,2 a
Média	20,5C	21,7B	22,7A	-	3,2C	3,3B	3,5A	-	16,3C	17,2B	18,0A	-

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 30. Resumo da análise de variância e média da quantidade de Ca, Mg e S acumulados nos rizomas + estolões da grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	G.L.	Macronutrientes acumulados nos rizomas + estolões										
		Ca	Mg	S								
-----Quadrado médio (significância)-----												
Tratamento (T)	6	5,32**	0,86**	5,40**								
Espessura (E)	2	0,98**	0,33**	1,85**								
T X E	12	0,06 ns	0,02 ns	0,09 ns								
Bloco	3	8,15**	0,21**	0,88**								
Erro 1	18	0,06	0,02	0,09								
Erro 2	42	1,14	0,07	0,29								
Total	83											
CV1 (%)		6,64	7,12	6,03								
CV2 (%)		28,75	13,28	10,91								
				772								
Tratamentos	Espessuras			Espessuras	Média							
	0,9	1,6	2,2			0,9	1,6	2,2				
-----kg ha ⁻¹ -----												
(P+K)	3,2	3,4	3,6	3,4 d	1,5	1,8	1,8	1,7 e	3,7	4,1	4,4	4,1 d
100 N-ajifer + (P+K)	3,5	3,7	4,0	3,7 c	1,9	2,1	2,3	2,1 bc	4,2	4,6	4,9	4,6 c
200 N-ajifer + (P+K)	4,2	4,2	4,2	4,2 b	2,1	2,1	2,1	2,1 c	5,0	5,0	5,1	5,0 b
300 N-ajifer + (P+K)	3,1	3,4	3,6	3,4 d	2,1	2,3	2,3	2,2 b	5,5	5,9	6,2	5,9 a
400 N-ajifer + (P+K)	3,3	3,3	3,4	3,3 d	1,9	2,2	2,0	2,0 d	5,0	5,1	5,3	5,1 b
300 N-ajifer	2,6	3,1	3,2	3,0 e	1,6	2,0	1,9	1,8 e	4,0	4,6	4,8	4,5 c
300 N-uréia + (P+K)	4,7	4,8	5,2	4,9 a	2,4	2,4	2,6	2,5 a	5,6	5,7	6,0	5,8 a
Média	3,5C	3,7B	3,9A	-	1,9C	2,1B	2,2A	-	4,7C	5,0B	5,2A	-

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 31. Resumo da análise de variância e média da quantidade de N, P e K acumulados nas raízes da grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	G.L.	Macronutrientes acumulados nas raízes									
		N	P	K							
-----Quadrado médio (significância)-----											
Tratamento (T)	6	7,43 ^{**}	0,02 [*]	0,38 ^{**}							
Espessura (E)	2	6,52 ^{**}	0,05 ^{**}	0,32 [*]							
T X E	12	0,17 ns	0,0014 ns	0,0077 ns							
Bloco	3	1,01 ns	0,02 [*]	0,01 ns							
Erro 1	18	0,85	0,0063	0,08							
Erro 2	42	0,07	0,0008	0,0047							
Total	83										
CV1 (%)		24,78	23,50	32,92							
CV2 (%)		7,45	8,49	7,97							
				772							
Tratamentos	Espessuras			Espessuras	Média						
	0,9	1,6	2,2			0,9	1,6	2,2			
-----kg ha ⁻¹ -----											
(P+K)	2,1	2,2	3,1	0,2	0,2	0,3	0,6	0,6	0,8	0,7 b	
100 N-ajifer + (P+K)	2,6	2,8	3,4	0,3	0,3	0,4	0,3 bc	0,6	0,7	0,8	
200 N-ajifer + (P+K)	3,3	3,8	4,3	0,3	0,3	0,4	0,4 a	0,7	0,8	0,9	
300 N-ajifer + (P+K)	3,7	4,1	4,8	0,3	0,4	0,4	0,4 a	0,7	0,8	0,9	
400 N-ajifer + (P+K)	3,7	4,1	4,3	0,3	0,3	0,4	0,3 ab	1,1	1,2	1,3	
300 N-ajifer	3,1	4,0	4,0	0,2	0,3	0,3	0,3 bc	0,8	1,0	0,9 b	
300 N-uréia + (P+K)	4,1	4,7	5,6	0,3	0,3	0,4	0,3 ab	0,7	0,8	1,0	
Média	3,2B	3,7B	4,2A	-	0,3B	0,3B	0,4A	-	0,8B	0,9AB	1,0A

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 32. Resumo da análise de variância e média da quantidade de Ca, Mg e S acumulados nas raízes da grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	G.L.	Macronutrientes acumulados nas rizomas + raízes										
		Ca	Mg	S								
-----Quadrado médio (significância)-----												
Tratamento (T)	6	0,36 ns	0,002**	0,04**								
Espessura (E)	2	0,44 ns	0,01 ns	0,14 ns								
T X E	12	0,02 ns	0,0003 ns	0,004 ns								
Bloco	3	0,10 ns	0,00007 ns	0,04*								
Erro 1	18	0,20	0,0002	0,01								
Erro 2	42	0,0082	0,0001	0,002								
Total	83											
CV1 (%)		48,11	10,07	18,47								
CV2 (%)		9,75	8,20	8,42								
				772								
Tratamentos	Espessuras			Média	Espessuras	Média						
	0,9	1,6	2,2									
-----kg ha ⁻¹ -----												
(P+K)	1,0	1,0	1,4	1,1	0,1	0,1	0,2	0,1 c	0,4	0,4	0,6	0,4 d
100 N-ajifer + (P+K)	1,0	1,0	1,3	1,1	0,1	0,1	0,2	0,1 bc	0,4	0,5	0,6	0,5 cd
200 N-ajifer + (P+K)	0,9	1,1	1,2	1,1	0,1	0,2	0,2	0,2 a	0,5	0,6	0,7	0,6 ab
300 N-ajifer + (P+K)	0,7	0,8	0,9	0,8	0,1	0,2	0,2	0,2 a	0,5	0,5	0,6	0,5 abc
400 N-ajifer + (P+K)	0,7	0,8	0,8	0,8	0,1	0,2	0,2	0,1 ab	0,5	0,5	0,5	0,5 bcd
300 N-ajifer	0,6	0,8	0,8	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1 c	0,4	0,5	0,5	0,5 cd
300 N-uréia + (P+K)	0,7	0,8	1,0	0,8	0,1	0,2	0,2	0,2 a	0,5	0,6	0,7	0,6 a
Média	0,8	0,9	1,1	-	0,1	0,1	0,2	-	0,5	0,5	0,6	-

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Considerando apenas as doses de N-ajifer, verifica-se na Figura 45 que para o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg nas folhas + caules houve um ajuste linear às doses de N aplicadas, atingindo valores de 41, 6, 26, 15 e 5 kg ha⁻¹ de N, P, K e Ca respectivamente. Para Mg e S houve ajuste quadrático, onde a dose estimada de 386 e 377 kg ha⁻¹ de N-ajifer respectivamente, proporcionaram o máximo acúmulo destes nutrientes.

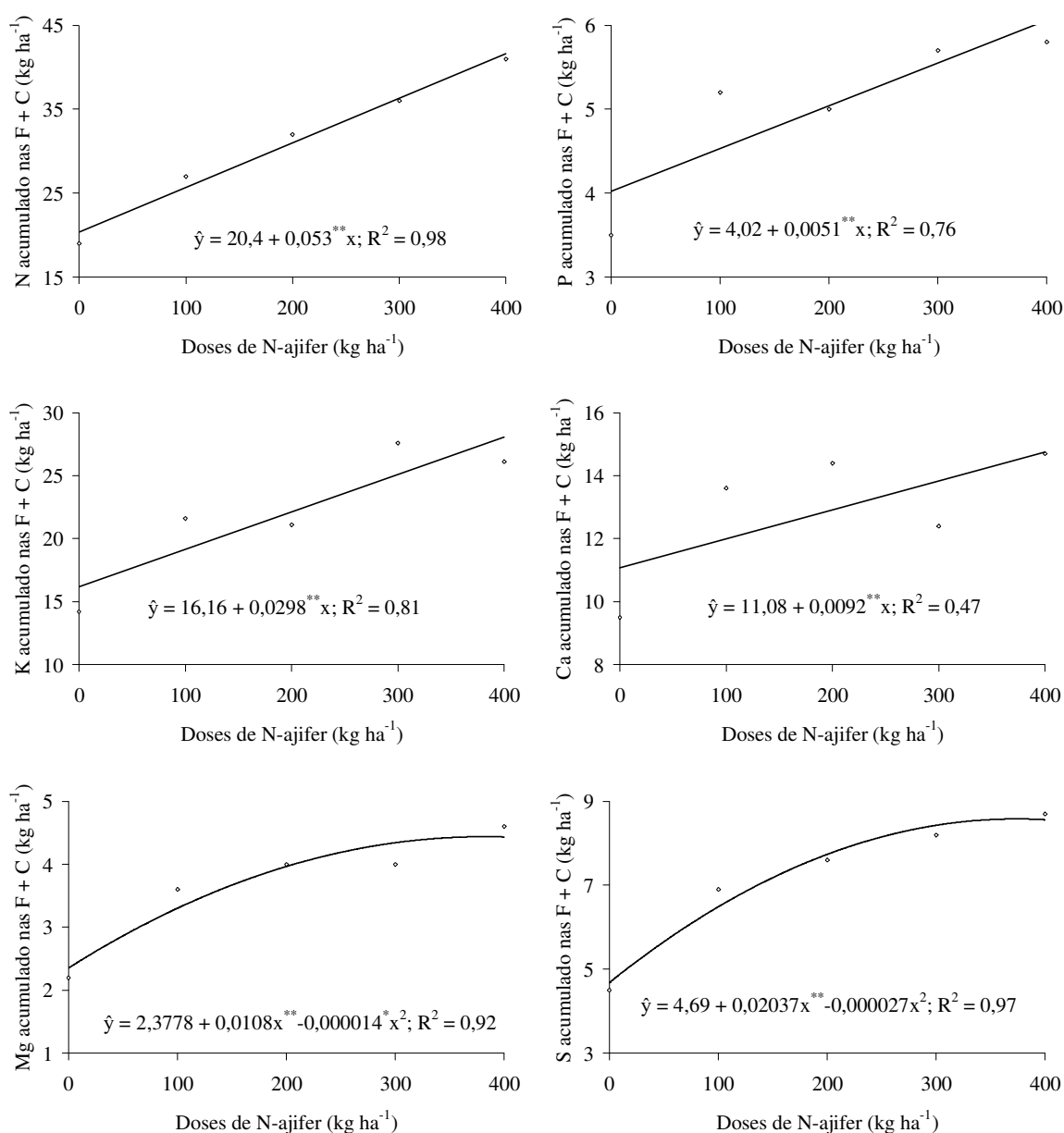


Figura 45. Quantidade de macronutrientes acumulados nas folhas + caules (F + C) da grama esmeralda em função das doses de N-ajifer.

Para o acúmulo de nutrientes nos rizomas e estolões em função das doses de N-ajifer, verifica-se que para N e K houve efeito linear crescente do acúmulo em função das doses, enquanto que, para o P, Mg e S este efeito foi quadrático, onde os máximos valores (3,7; 2,2 e 5,5 kg ha⁻¹) foram obtidos com as doses estimadas de 249, 222,2 e 328 kg ha⁻¹ de N-ajifer, respectivamente. Estes resultados se devem provavelmente a menor produção de massa de matéria seca de estolões e rizomas quando aplicadas doses elevadas de N-ajifer.

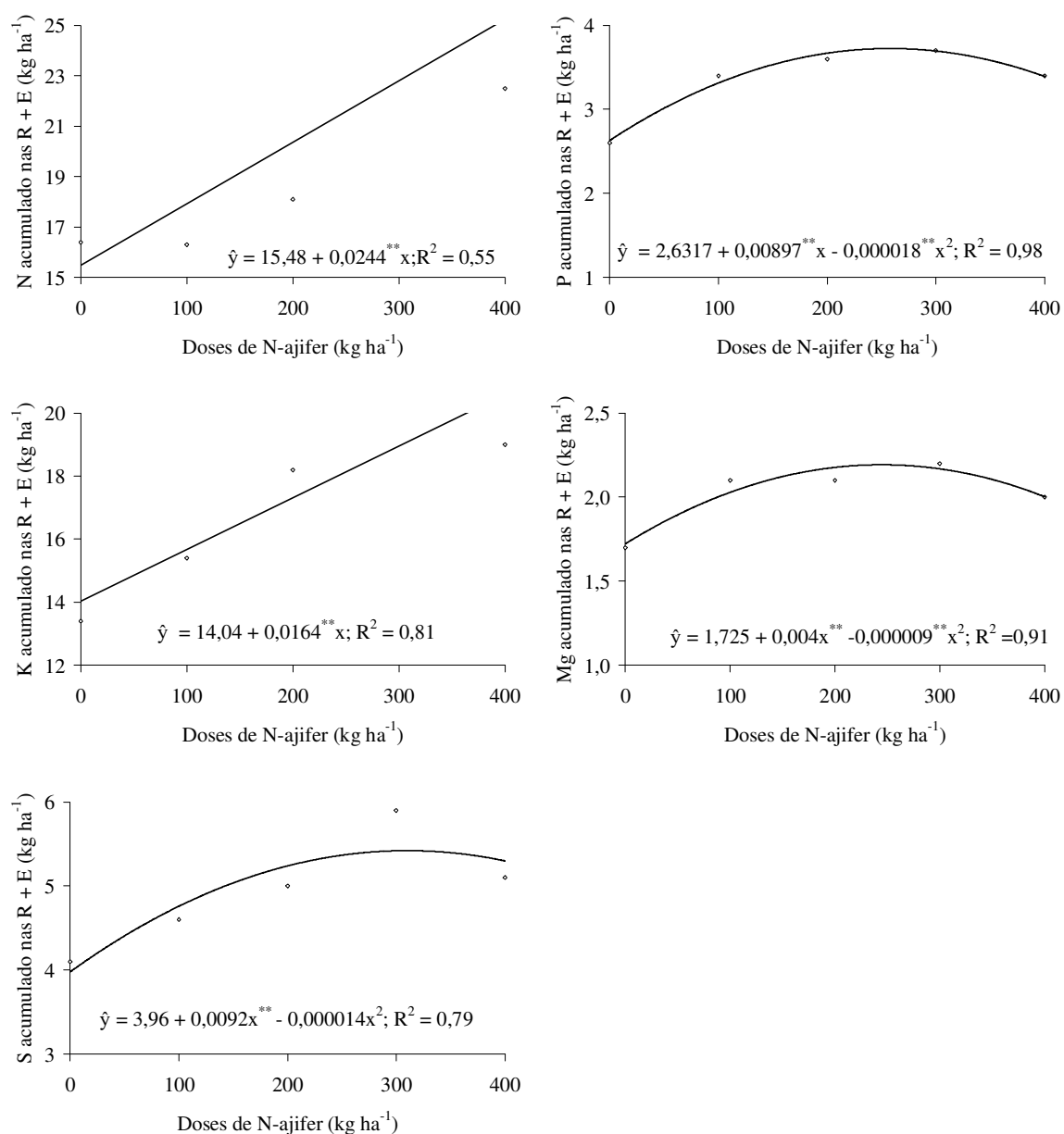


Figura 46. Quantidade de macronutrientes acumulados nos rizomas + estolões (R + E) da grama esmeralda em função das doses de N-ajifer.

Observa-se na Figura 47 que houve efeito semelhante para o acúmulo de macronutrientes nas raízes da grama esmeralda em função de doses crescentes de N-ajifer, ou seja, o N e K ajustaram-se as doses de forma linear e para os demais nutrientes o ajuste foi quadrático, pois assim como ocorreu para a massa de matéria de estolões e rizomas, houve redução da massa de matéria de raízes quando aplicada doses elevadas de N.

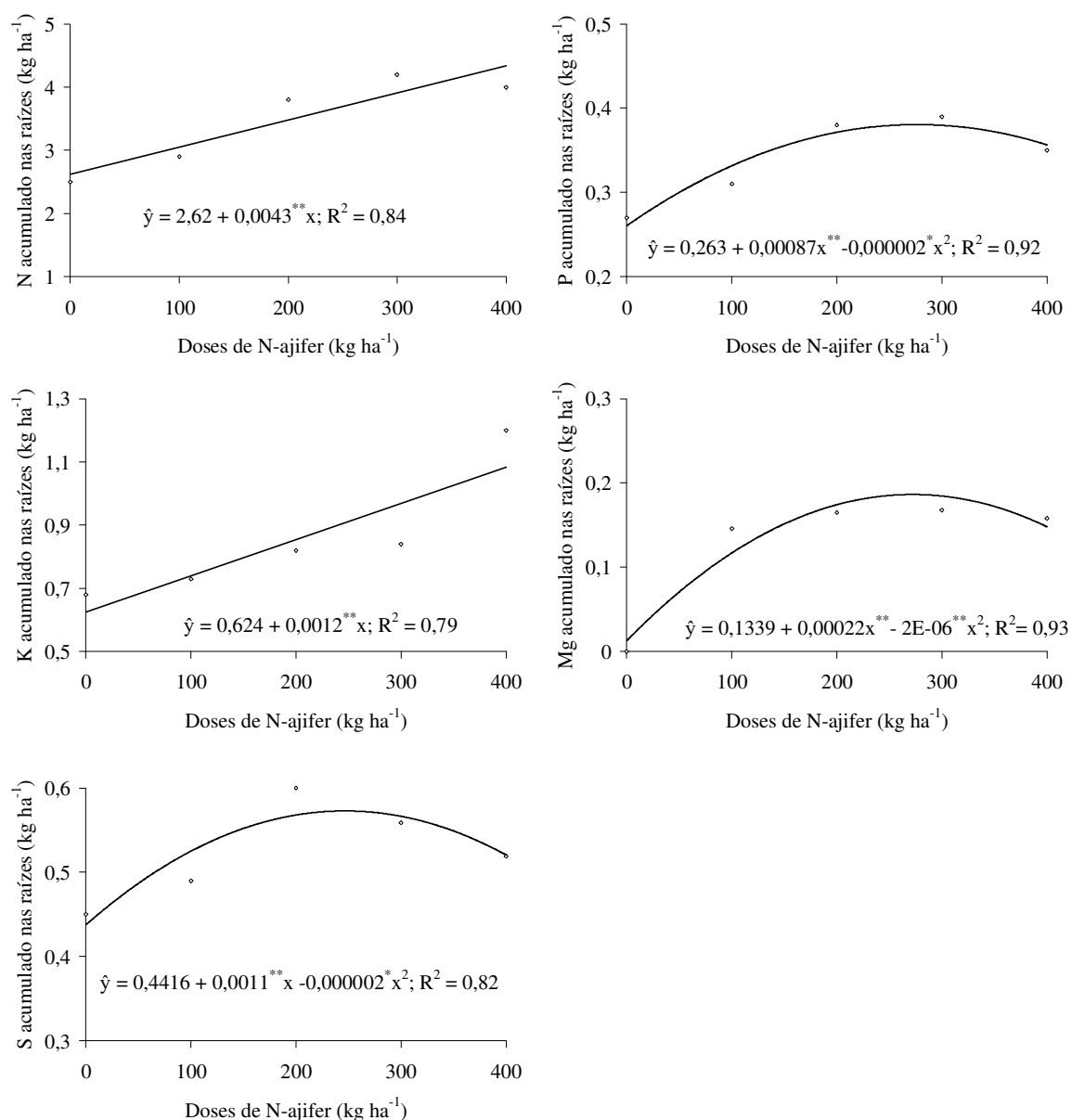


Figura 47. Quantidade de macronutrientes acumulados nas raízes da grama esmeralda em função das doses de N-ajifer.

6.1.6 Extração total de nutrientes pela grama

Verifica-se nas Tabelas 33 e 34 que para a extração total de macronutrientes pela grama esmeralda houve influência apenas dos tratamentos, não havendo resposta das espessuras de corte. Para N, Ca, Mg e S a maior dose de N-ajifer (400 kg ha^{-1}) proporcionou maiores extrações destes nutrientes, não diferindo porém do tratamento que recebeu 300 kg ha^{-1} de N na forma de uréia. Para P e K a maior extração foi obtida com a dose de 400 kg ha^{-1} de N-ajifer. Esses resultados se devem ao maior crescimento da planta quando aplicado maiores doses de N, resultando em maior extração de nutrientes pelas aparas e pela maior produção de rizomas e estolões proporcionada pela aplicação de N na forma de uréia.

Para todos os macronutrientes avaliados houve efeito linear crescente com o aumento das doses de N-ajifer (Figura 48). O N foi o nutriente extraído em maiores quantidades pela grama esmeralda atingindo quantidade de 204 kg ha^{-1} quando aplicada a maior dose de N. Backes (2008) obteve resultados semelhantes (198 kg ha^{-1} de N) ao utilizar doses crescentes de lodo quando aplicada a dose de 40 Mg ha^{-1} de lodo, correspondente também a 400 kg ha^{-1} de N. Na dose zero a extração de N foi de 39 kg ha^{-1} de N, possivelmente esta quantidade do N estava acumulada nos rizomas e raízes presentes no solo, responsáveis pela rebrota da grama neste tratamento, o qual atingiu a taxa de cobertura de 98%.

Com a aplicação da dose de 400 kg ha^{-1} de N-ajifer, a extração de P, K, Ca, Mg e S foi de 23, 141, 37, 14 e 40 kg ha^{-1} , respectivamente. Considerando a aplicação da maior dose de N-ajifer, a extração dos nutrientes pela grama esmeralda obedeceu a seguinte ordem decrescente: $\text{N} > \text{K} > \text{S} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg}$.

Quando não foi aplicado nitrogênio (dose zero) a extração de macronutrientes foi baixa, pois produziu pequena quantidade de matéria seca, quase não necessitando de cortes. Também na dose zero não houve fechamento de tapete, sendo dessa forma reduzida a quantidade de folhas + caules e rizomas + estolões + raízes.

Considerando que as doses que proporcionaram maior produção de rizomas, estolões e raízes estão entre 250 a 300 kg ha^{-1} , a quantidade de nutrientes necessária para a produção de grama esmeralda, nas condições do experimento, é menor que as extraídas quando aplicada a dose de 400 kg ha^{-1} de N-ajifer.

Tabela 33. Resumo da análise de variância e média da quantidade total de N, P e K exportados pela grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	G.L.	Nutrientes		
		N	P	K
-----Quadrado médio (significância)-----				
Tratamento (T)	6	49493,9**	381,37**	19206,61**
Espessura (E)	2	80,35 ns	1,53 ns	28,20 ns
T X E	12	2,37 ns	0,06 ns	1,42 ns
Bloco	3	151,27 ns	8,45 ns	418,05 ns
Erro 1	18	7888,43	13,66	417,66
Erro 2	42	26,87	0,59	12,79
Total	83			
CV1 (%)		23,53	24,06	24,17
CV2 (%)		4,09	5,01	4,23

Tratamentos	Espessuras			Média	Espessuras			Média
	0,9	1,6	2,2		0,9	1,6	2,2	
(P+K)	37,8	39,0	40,8	39,2 d	6,3	6,6	6,8	6,6 e
100 N-ajifer + (P+K)	53,9	56,5	58,7	56,4 d	9,7	10,2	10,5	10,1 d
200 N-ajifer + (P+K)	91,9	92,2	93,7	92,6 c	13,4	13,4	13,6	13,5 c
300 N-ajifer + (P+K)	149,6	151,3	153,8	151,5 b	17,9	18,2	18,4	18,1 b
400 N-ajifer + (P+K)	203,4	203,3	205,8	204,2 a	22,6	22,7	22,9	22,8 a
300 N-ajifer	155,4	159,1	159,2	157,9 b	16,6	17,0	17,0	16,9 b
300 N-uréia + (P+K)	183,1	184,8	189,8	184,9 a	19,3	19,5	19,7	19,5 b
Média	125,2	126,6	128,4	-	15,1	15,4	15,6	-

-----kg ha⁻¹-----kg ha⁻¹-----

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 34. Resumo da análise de variância e média da quantidade total de Ca, Mg e S extraídos pela grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	G.L.	Macronutrientes acumulados nas folhas + caules		
		Ca	Mg	S
				-----Quadrado médio (significância)-----
Tratamento (T)	6	756,40**	174,51**	1686,25**
Espessura (E)	2	3,52 ns	0,52 ns	3,45 ns
T X E	12	0,26 ns	0,03 ns	0,14 ns
Bloco	3	15,97 ns	0,78 ns	9,72 ns
Erro 1	18	23,81	3,88	3,65
Erro 2	42	3,70	0,32	1,25
Total	83			
CV1 (%)		18,02	19,95	23,94
CV2 (%)		7,11	5,75	4,30

Tratamentos	Espessuras			Média	Espessuras			Média
	0,9	1,6	2,2		0,9	1,6	2,2	
-----kg ha ⁻¹ -----								
(P+K)	14,0	14,0	14,7	14,2 d	3,9	4,1	4,3	4,0 e
100 N-ajifer + (P+K)	19,4	20,5	21,0	20,3 c	6,1	6,4	6,6	6,4 d
200 N-ajifer + (P+K)	25,5	25,5	25,9	25,6 b	8,3	8,2	8,4	8,3 c
300 N-ajifer + (P+K)	28,3	28,7	28,9	28,7 b	10,4	10,5	10,6	10,5 b
400 N-ajifer + (P+K)	36,8	36,8	37,4	37,0 a	14,,	14,0	14,2	14,0 a
300 N-ajifer	28,4	28,8	28,8	28,7 b	11,5	11,7	11,7	11,6 b
300 N-uréia + (P+K)	34,6	35,0	35,3	34,9 a	14,0	14,1	14,3	14,1 a
Média	26,7	27,0	27,4	-	9,7	9,9	10,0	-
								25,6
								25,9
								26,3

ns, * , ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

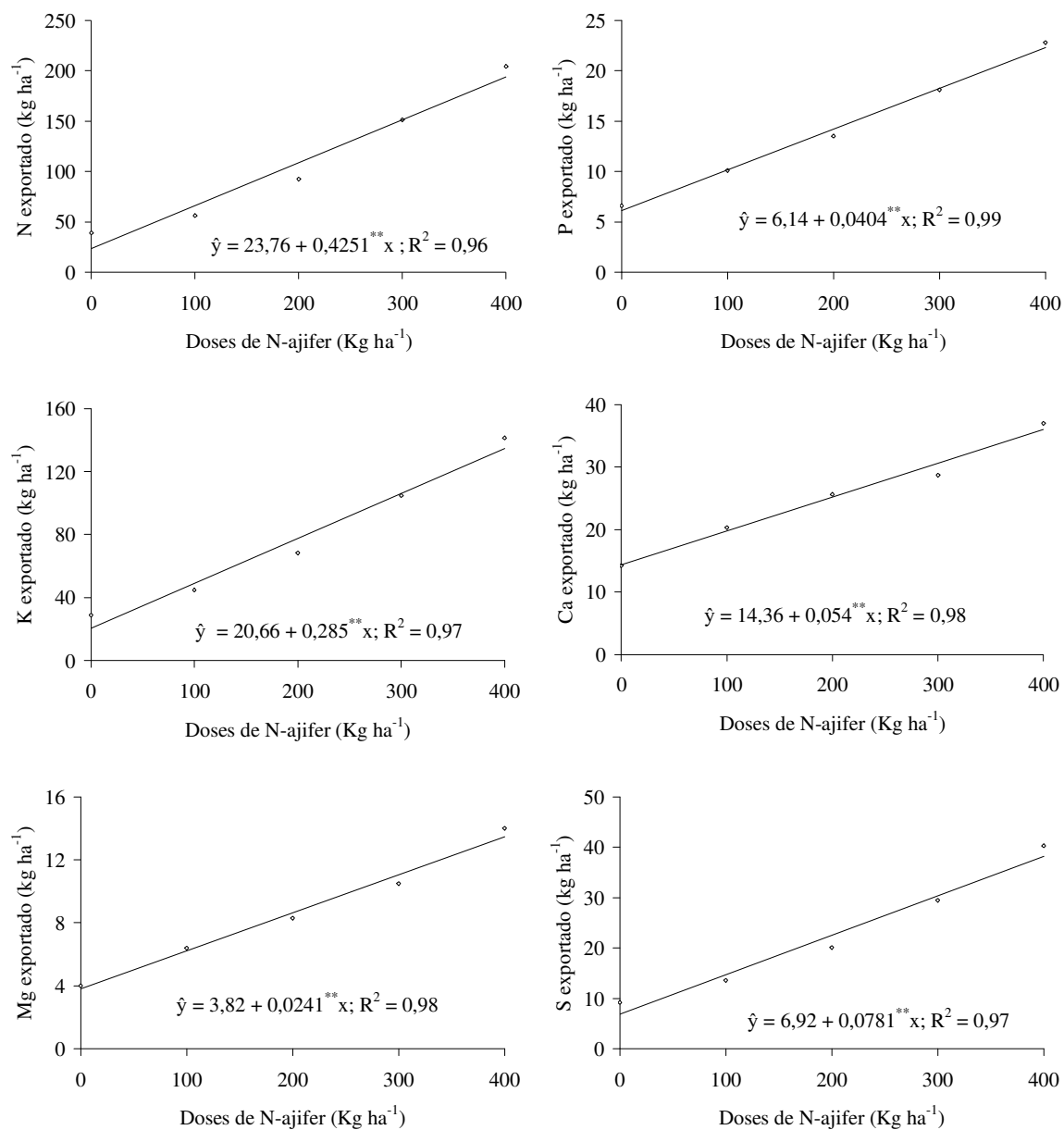


Figura 48. Extração de macronutrientes pela grama esmeralda em função de doses de N-ajifer.

6.1.7 Quantidade de solo retirado com os tapetes e nutrientes contidos no solo

Com maior espessura de corte dos tapetes pode ser verificado que maior quantidade de solo é retirada da área, o que não é favorável no momento de transportar estes tapetes (Tabela 35). Segundo Backes et al. (2009) tapetes mais leves diminuem os custos de transporte, uma vez que, com a massa maior, consegue-se levar menor número de tapetes

com a mesma carga. A grama que não recebeu adubação nitrogenada extraiu maior quantidade de solo, pelo fato de que este tratamento não proporcionou adequada formação dos tapetes. Nos tratamentos que receberam 300 kg ha⁻¹ de N, tanto na forma de uréia como de ajifer, com complementação fosfatada e potássica, observa-se que houve menor retirada de solo da área pelo fato de que a maior quantidade de rizomas e estolões formados nestes tratamentos ocuparam o volume que seria ocupado pelo solo.

Tabela 35. Resumo da análise de variância e média da quantidade de solo retirado da área juntamente com os tapetes da grama esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	GL	Quantidade de solo retirado com o tapete		
		-----Quadrado médio (significância)-----		
Tratamento (T)	6	3083,32**		
Espessura (E)	2	71337,0**		
T X E	12	384,03 ns		
Bloco	3	742,17 ns		
Erro 1	18	368,45		
Erro 2	42	372,72		
Total	83			
CV1 (%)		7,63		
CV2 (%)		7,67		
Tratamento	Espessuras			Média
	0,9	1,6	2,2	
-----kg ha ⁻¹ -----	-----Mg ha ⁻¹ -----			
0 (P+K)	248	276	319	282 a
100 N-ajifer + (P+K)	200	265	308	258 b
200 N-ajifer + (P+K)	192	254	303	249 bc
300 N-ajifer + (P+K)	180	247	279	235 c
400 N-ajifer + (P+K)	192	263	290	249 bc
300 N-ajifer	201	251	315	256 b
300 N-uréia + (P+K)	176	243	279	233 c
Média	198 c	257 b	299 a	-

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Verifica-se na Figura 49 que a quantidade de solo retirada com os tapetes ajustou-se de forma quadrática as doses de N-ajifer, onde observa-se diminuição da quantidade de solo retirada até a dose de 292 kg ha⁻¹ de N-ajifer, com posterior aumento quando aplicado 400 kg ha⁻¹ do nutriente.

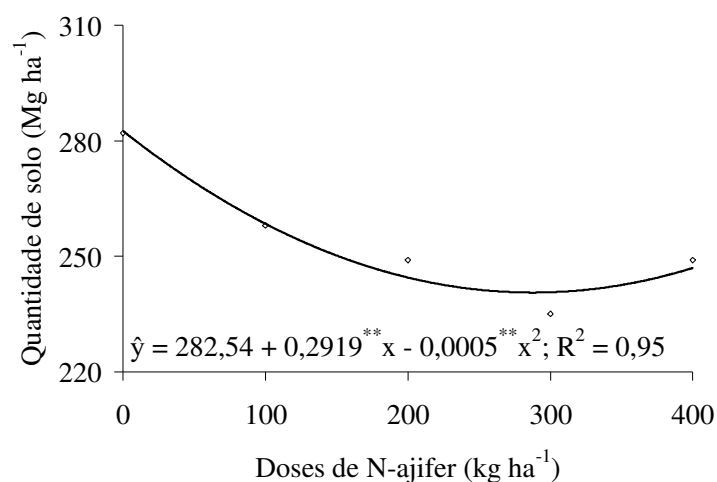


Figura 49. Quantidade de solo retirado da área juntamente com os tapetes da grama esmeralda em função das doses de N-ajifer.

6.1.8 Resistência e massa dos tapetes

Verifica-se na Tabela 36 que houve influência dos tratamentos e das espessuras na resistência dos tapetes formados, não ocorrendo a interação entre os tratamentos. Na média das espessuras de corte, verifica-se que o tratamento que recebeu 300 N-uréia + (P+K) proporcionou maior resistência, seguido pelo tratamento 300 N-ajifer + (P+K).

Na Figura 50 observa-se que houve ajuste quadrático da resistência dos tapetes às doses de N-ajifer. A máxima resistência (36 kgf) foi obtida com a dose de 265 kg ha⁻¹. Doses maiores de N promoveram menor resistência provavelmente devido ao maior crescimento das folhas em detrimento aos estolões, rizomas e raízes, como pode ser observado nas Figuras 39, 40 e 41. Na dose zero a resistência foi menor pelo fato de que estes tapetes ainda não estavam formados. Backes (2008) avaliando a resistência de tapetes de grama esmeralda produzidos com doses de lodo de esgoto obteve a mesma resistência com a dose de 31 Mg ha⁻¹ de lodo, equivalente a aproximadamente 310 kg de N ha⁻¹.

Verifica-se que a diferença entre a dose que promoveu máxima produção de massa de matéria seca de estolões e rizomas (278 kg ha⁻¹) e a dose que proporcionou maior resistência dos tapetes (265 kg ha⁻¹) foi de apenas 13 kg ha⁻¹ de N.

Tabela 36. Resumo da análise de variância e média da resistência dos tapetes da grama *Z. japonica* (esmeralda) em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	GL	Resistência dos tapetes		
		-----Quadrado médio (significância)-----		
Tratamento (T)	6	653,88**		
Espessura (E)	2	204,17**		
T X E	12	4,07 ns		
Bloco	3	9,00 ns		
Erro 1	18	10,31		
Erro 2	42	7,39		
Total	83			
CV1 (%)		10,38		
CV2 (%)		8,79		
Tratamento	Espessuras			Média
	0,9	1,6	2,2	
-----kg ha ⁻¹ -----	-----kgf-----			
0 (P+K)	14,3	18,6	21,9	18,25 f
100 N-ajifer + (P+K)	23,8	27,2	31,1	27,4 e
200 N-ajifer + (P+K)	28,1	33,3	34,4	31,9 c
300 N-ajifer + (P+K)	35,4	39,1	39,3	39,7 b
400 N-ajifer + (P+K)	26,8	30,0	30,5	29,1 de
300 N-ajifer	28,9	31,4	32,9	31,1 cd
300 N-uréia + (P+K)	38,8	40,8	43,2	40,9 a
Média	28,0 c	31,5 b	33,3 a	-

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

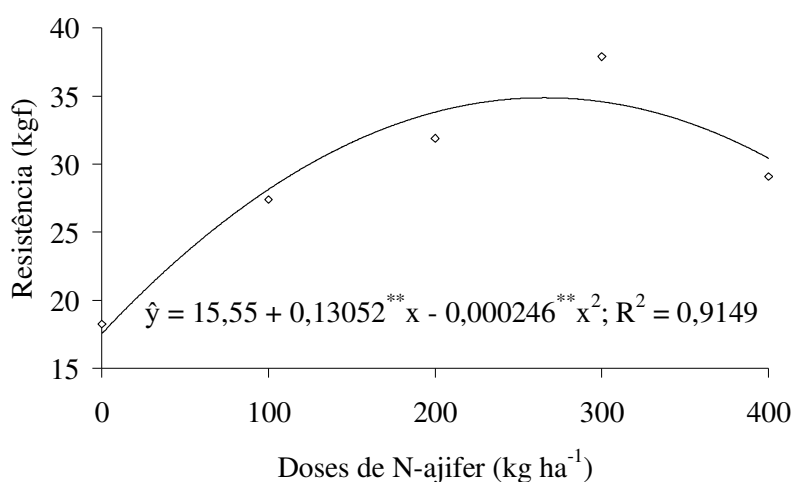


Figura 50. Resistência dos tapetes de grama esmeralda em função das doses de N-ajifer.

A massa de tapetes foi influenciada tanto pelos tratamentos quanto pela espessura de corte, porém não houve interação entre as fontes de variação (Tabela 37). Quando avaliadas apenas as espessuras de corte, verifica-se que quanto maior a profundidade de corte dos tapetes maior a massa do mesmo, visto que maior quantidade de solo está sendo retirado da área. Considerando apenas os tratamentos, observa-se que quando aplicadas as doses de 200 e 300 kg ha⁻¹ de N-ajifer, com complementação, e a dose de 300 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, houve redução dos pesos dos tapetes, possivelmente pela maior produção de rizomas e estolões que ocuparam o volume do solo.

Tabela 37. Resumo da análise de variância e média da massa dos tapetes da grama *Z. japonica* (esmeralda) em função dos tratamentos e das espessuras de corte.

Fonte de variação	GL	Massa dos tapetes		
		-----Quadrado médio (significância)-----		
Tratamento (T)	6	1,80*		
Espessura (E)	2	158,77**		
T X E	12	0,14 ns		
Bloco	3	4,68 ns		
Erro 1	18	0,96		
Erro 2	42	0,55		
Total	83			
CV1 (%)		10,04		
CV2 (%)		7,60		
Média		9,8		
Tratamento	Espessuras			Média
	0,9	1,6	2,2	
-----kg ha ⁻¹ -----	-----kg tapete-----			
0 (P+K)	8,2	9,7	13,6	10,5 a
100 N-ajifer + (P+K)	7,9	9,3	12,4	9,9 ab
200 N-ajifer + (P+K)	7,7	8,9	12,3	9,6 b
300 N-ajifer + (P+K)	7,5	8,9	12,0	9,5 b
400 N-ajifer + (P+K)	7,7	9,0	12,5	9,7 ab
300 N-ajifer	7,5	8,8	12,1	9,8 ab
300 N-uréia + (P+K)	8,1	9,0	11,8	9,3 b
Média	7,8 c	9,1 b	12,4 a	-

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Assim como para a quantidade de solo retirada da área com o corte dos tapetes, para a massa de tapetes observa-se diminuição da massa até a dose de 300 kg ha⁻¹ de N-ajifer, com posterior aumento quando aplicado 400 kg ha⁻¹ do nutriente (Figura 51), fato

que também pode ser explicado pela maior produção de rizomas e estolões que ocuparam o volume do solo.

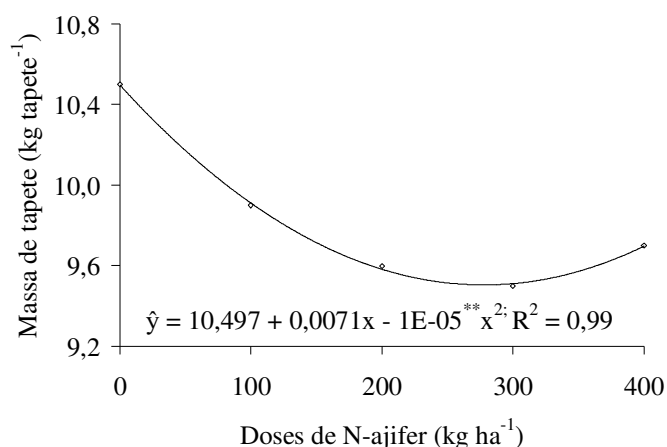


Figura 51. Massa de tapete de grama esmeralda em função de doses de N-ajifer.

6.1.9 Análise química do solo

Para as características do solo avaliadas, verifica-se que houve influência significativa apenas das espessuras de corte para o teor de matéria orgânica e dos tratamentos para os teores de K. Para as demais características avaliadas não houve influência dos tratamentos (Tabelas 38, 39 e 40).

Verifica-se na Tabela 38 que nas espessuras de corte de 0,9 e 1,6cm houve maior teor de matéria orgânica quando comparado com o tratamento onde os tapetes de grama foram cortados mais profundos. Este maior teor de matéria orgânica no solo se deve a maior quantidade de raízes e rizomas que provavelmente ficaram no solo quando a grama foi cortada em espessuras menores.

Quando avaliado os teores de K no solo, observa-se na Tabela 39 que o tratamento que recebeu 300 kg ha⁻¹ de N-ajifer sem complementação com P e K proporcionou menores teores deste nutriente no solo, pelo fato de que este tratamento não recebeu adubação potássica. Considerando apenas as doses de N-ajifer, verifica-se na Figura 52 que houve diminuição dos teores de K no solo com o aumento das doses. A não formação de tapetes e a menor extração de nutrientes pela testemunha e pelos tratamentos que receberam menores doses de N, justificam os resultados obtidos.

Tabela 38. Resumo da análise de variância e média do índice de pH, teor de matéria orgânica e de fósforo no solo após o corte da esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte, na profundidade de 0-5cm.

Fonte de variação	G.L.	pH	M.O.		P
-----Quadrado médio (significância)-----					
Tratamento (T)	6	0,23 ns	1,32 ns	10,41 ns	
Espessura (E)	2	0,05 ns	6,86*	0,51 ns	
T X E	12	0,05 ns	2,21 ns	3,86 ns	
Bloco	3	0,27 ns	22,5 ns	10,49 ns	
Erro 1	18	0,03	1,35	4,45	
Erro 2	42	0,06	1,28	3,51	
Total	83				
CV1 (%)		3,58	6,60	20,86	
CV2(%)		4,90	6,42	18,51	

Tratamentos	pH CaCl ₂			g/dm ³			mg/dm ³					
	0,9	1,6	2,2	Média	0,9	1,6	2,2	Média	0,9	1,6	2,2	Média
(P+K)	4,8	4,9	4,9	4,9	19	17	16	17	12	10	11	11
100 N-ajifer + (P+K)	4,9	5,2	4,9	5,0	17	18	18	18	8	9	10	9
200 N-ajifer + (P+K)	4,8	5,0	5,0	4,9	19	18	17	18	10	11	9	10
300 N-ajifer + (P+K)	4,9	4,6	4,8	4,8	18	17	17	17	10	9	11	10
400 N-ajifer + (P+K)	4,6	4,8	4,7	4,7	18	17	17	17	7	9	9	9
300 N-ajifer	4,7	4,6	4,6	4,6	17	18	16	17	12	10	11	11
300 N-uréia + (P+K)	4,8	5,0	4,8	4,9	18	18	17	17	12	10	9	10
Média	4,8	4,9	4,8	-	18 a	18 a	17 b	-	10	10	10	-

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 39. Resumo da análise de variância e média de H + Al e teores de K e Ca no solo após o corte da esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte, na profundidade de 0-5cm.

Fonte de variação	G.L.	H + Al		K		Ca	
		Média	Es	Média	Es	Média	Es
-----Quadrado médio (significância)-----							
Tratamento (T)	6	74,38 ns		2,10**		2,41 ns	
Espessura (E)	2	90,14 ns		0,37 ns		36,86 ns	
T X E	12	32,43 ns		0,13 ns		14,34 ns	
Bloco	3	147,66 ns		1,37 ns		78,77 ns	
Erro 1	18	35,26		0,17		7,26	
Erro 2	42	39,01		0,13		16,00	
Total	83						
CV1 (%)		16,32		31,81		12,61	
CV2 (%)		17,16		27,22		18,72	
-----kg ha ⁻¹ -----							
Tratamentos	Espessuras		Média	Espessuras		Média	Média
	0,9	1,6		2,2	0,9		
-----mmol _c /dm ³ -----							
(P+K)	36	33	35	2,1	2,1	2,0 a	21
100 N-ajifer + (P+K)	35	32	32	1,7	1,7	1,6 b	21
200 N-ajifer + (P+K)	37	35	35	1,8	1,8	1,4 bc	20
300 N-ajifer + (P+K)	35	39	37	1,2	1,2	1,3 bc	22
400 N-ajifer + (P+K)	43	38	38	1,3	1,3	1,2 c	17
300 N-ajifer	43	36	39	0,9	0,9	0,6 d	19
300 N-uréia + (P+K)	39	34	37	1,1	1,1	1,1 c	20
Média	38	35	-	1,4	1,3	-	21

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

Tabela 40. Resumo da análise de variância e média do teor de Mg, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) no solo após o corte da esmeralda em função dos tratamentos e das espessuras de corte, na profundidade de 0-5cm.

Fonte de variação	G.L.	Mg	CTC	V%	Quadrado médio (significância)		
					0,9	1,6	2,2
Tratamento (T)	6	2,80 ns	11,57 ns	114,82 ns			
Espessura (E)	2	6,86 ns	4,18 ns	161,94 ns			
T X E	12	4,63 ns	16,91 ns	66,63 ns			
Bloco	3	19,59 ns	36,49 ns	325,47 ns			
Erro 1	18	2,42	17,46	40,22			
Erro 2	42	4,21	13,25	69,31			
Total	83						
CV1 (%)		16,02	6,09	13,50			
CV2 (%)		21,11	5,30	17,72			

Tratamentos	Espessuras			Média	Espessuras			Média	Espessuras			Média
	0,9	1,6	2,2		0,9	1,6	2,2		0,9	1,6	2,2	
(P+K)				mmol/dm ³								%
100 N-ajifer + (P+K)	10	11	9	10	70	67	66	68	48	50	47	48
200 N-ajifer + (P+K)	9	11	11	10	67	69	67	68	47	54	56	52
300 N-ajifer + (P+K)	9	10	10	10	67	70	68	68	45	51	50	48
400 N-ajifer + (P+K)	11	8	10	10	69	68	72	69	49	51	46	48
300 N-ajifer	8	9	11	9	69	68	66	68	37	43	52	44
300 N-uréia + (P+K)	9	9	9	9	72	67	70	70	40	44	43	43
Média	9	10	10	-	69	69	68	69	43	45	42	46
									44	48	48	-

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

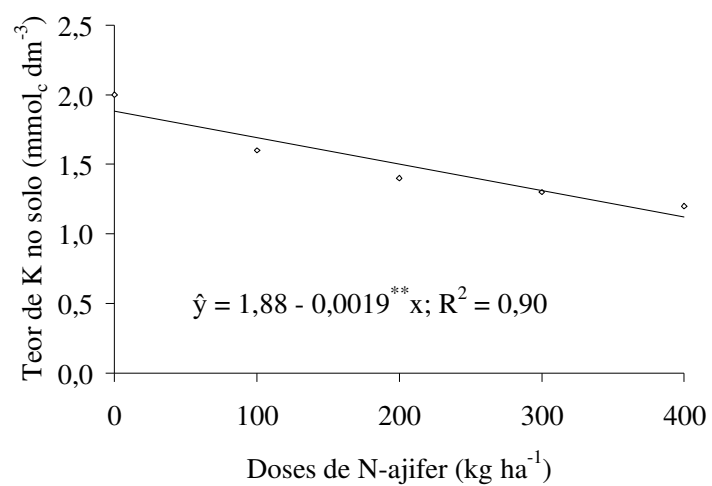


Figura 52. Teor de K no solo após o corte da grama esmeralda em função das doses de N-ajifer, na profundidade de 0-5cm.

6.2 Doses de nitrogênio na produção da grama bermuda (Experimento 2)

6.2.1 Taxa de cobertura do solo pela grama

A taxa de cobertura do solo foi influenciada pelas doses de N aos 89, 124, 138 e 161 dias após o corte do tapete anterior (Tabela 41). Aos 89 dias após a colheita do tapete anterior (DAC), o modelo quadrático permitiu explicar a variação da taxa de cobertura do solo, em função das doses de N e a dose de 144 kg ha⁻¹ de N permitiu a máxima cobertura do solo pela grama (97,3 %), de acordo com a equação ajustada. (Figura 53).

Tabela 41. Resumo da análise de variância e média da taxa de cobertura do solo (TCS) pela grama *Cynodon dactylon* (bermuda) em função das doses de N, aos 89, 124, 138 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	GL	Taxa de cobertura do solo pela grama			
		Época (dias após o corte do tapete anterior)			
		Nov (89)	Dez (124)	Jan (138)	Fev (161)
		-----Quadrado médio (significância)-----			
Dose	4	1318,89**	1281,75**	1285,66**	1237,96**
Bloco	3	23,72 ns	14,74 ns	42,34 ns	30,32 ns
Erro	12	24,34	26,91	50,63	40,84
Total	19				
CV%		6,04	5,78	7,91	7,00
Média		81,70	89,74	89,95	91,27

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

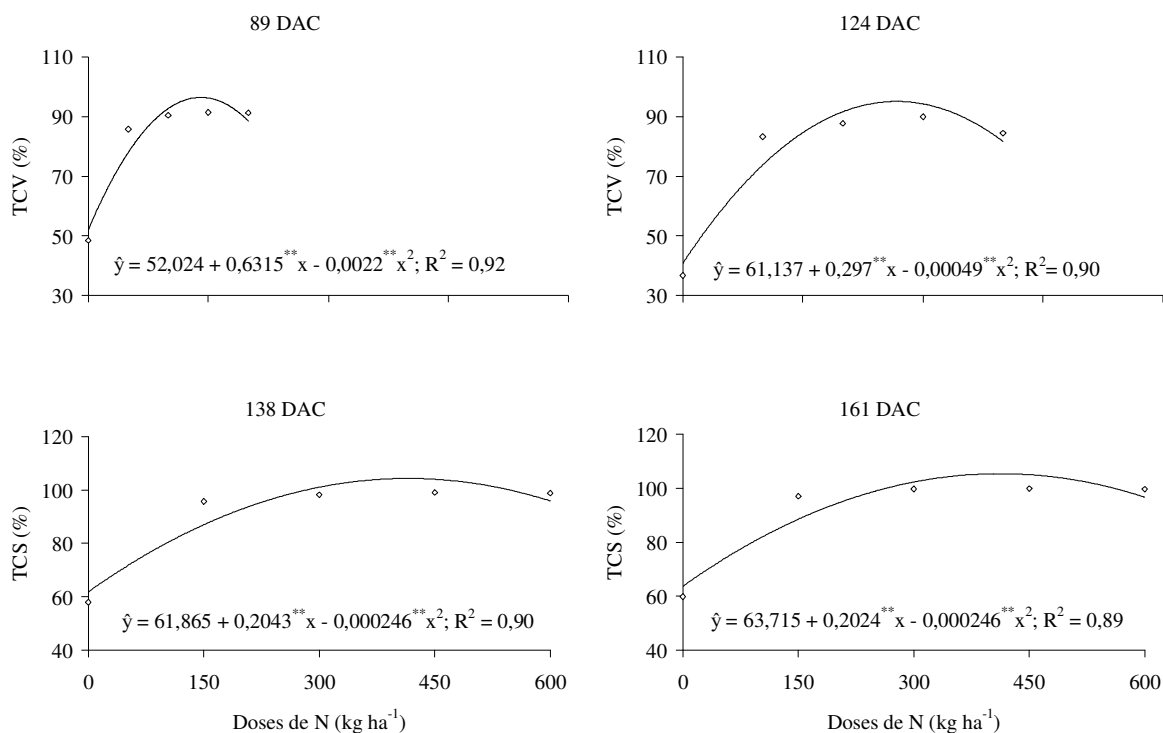


Figura 53. Taxa de cobertura do solo (TCS), pela grama bermuda, em função de doses de N, aos 89, 124, 138 e 161 dias após o corte.

Aos 124 DAC, com duas das três parcelas da adubação nitrogenada, a dose de 303 kg ha⁻¹ de N permitiu a máxima cobertura do solo pela grama (98 %), de acordo com a equação ajustada. Embora a TCS tenha variado com as doses de N nesta época, houve pequena alteração em relação aos 89 DAC, o aumento foi de apenas 2% quando comparada a avaliação anterior. Aos 138 DAC, obteve-se o ponto de máxima cobertura do solo com a dose de 415 kg ha⁻¹ de N. Vale ressaltar que, com doses menores que 300 kg ha⁻¹ de N, que estimada pela equação, já atingiu 100 % de TCS. Aos 161 DAC também houve efeito quadrático com a dose de 411 kg de N ha⁻¹, proporcionando a máxima taxa de cobertura do solo pela grama (Figura 53). Resultados semelhantes em taxa de cobertura foram observados para a dose de 408 kg ha⁻¹ por Godoy et al. (2007a) ao estudar as mesmas doses de N na grama esmeralda. Também para a grama esmeralda, Backes (2008) verificou 100% da taxa de cobertura do solo quando se aplicou-se a dose de 300 kg ha⁻¹ de N.

Na Figura 54 são apresentadas as taxas de cobertura do solo em função do tempo. Observou-se que aos 161 DAC apenas as parcelas que não receberam a adubação

nitrogenada e as que receberam 150 kg de N ha⁻¹ não proporcionaram 100 % de cobertura do solo pela grama bermuda. Em relação à grama que não recebeu a adubação nitrogenada em cobertura houve incremento de 40 % com a aplicação da maior dose (600 kg de N), ressaltando a importância da aplicação do N, nessa fase de pleno crescimento. Godoy et al. (2007a) verificaram que a grama esmeralda que não recebeu adubação nitrogenada de base cobriu apenas 12 % da superfície do solo. Aos 161 dias após o corte do tapete anterior, a grama bermuda que não recebeu N cobriu apenas 60 % da superfície do solo (Figura 54).

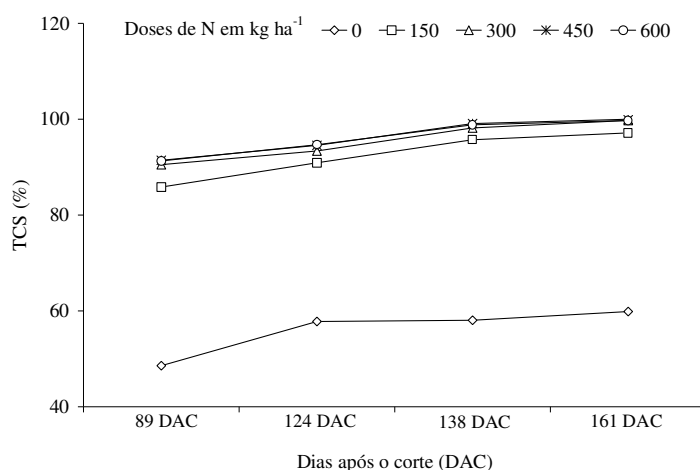


Figura 54. Taxa de cobertura do solo pela grama bermuda ao longo do ciclo da cultura em função de doses de N.

6.2.2 Concentração de macronutrientes na lâmina foliar

A concentração de N na lâmina foliar da grama bermuda foi significativamente influenciada pelas doses de N em todas as épocas de amostragem (Tabela 42).

Tabela 42. Resumo da análise de variância e média da concentração de N e P na lâmina foliar da grama bermuda em função das doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	GL	Concentração de nutrientes					
		Época (dias após o corte)					
		Nov (89)		Dez (124)		Fev (161)	
		N	P	N	P	N	P
-----Quadrado médio (significância)-----							
Doses	4	34,07**	0,17 ns	405,07**	0,21**	411,2**	0,39**
Bloco	3	6,53 ns	0,03 ns	3,52 ns	0,14 ns	9,33 ns	0,07 ns
Erro	12	5,41	0,13	6,14	0,04	4,87	0,04
Total	19						
CV (%)		8,43	11,43	8,80	6,69	6,94	6,00
Média		28	3,2	28	2,9	32	3,4

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Aos 89 dias (DAC) houve aumento linear da concentração de N na lâmina foliar, com o acréscimo de 2,2 g kg⁻¹ de N para cada 50 kg ha⁻¹ de N, aplicados (Figura 55). A avaliação da concentração de N na lâmina foliar durante o ciclo da cultura pode ser utilizado para monitorar o estado nutricional da planta. Maiores quantidades de N significa maiores concentrações de clorofila e, conseqüentemente maior produção de carboidratos que são necessários para aumentar o crescimento das gramas e formação dos tapetes.

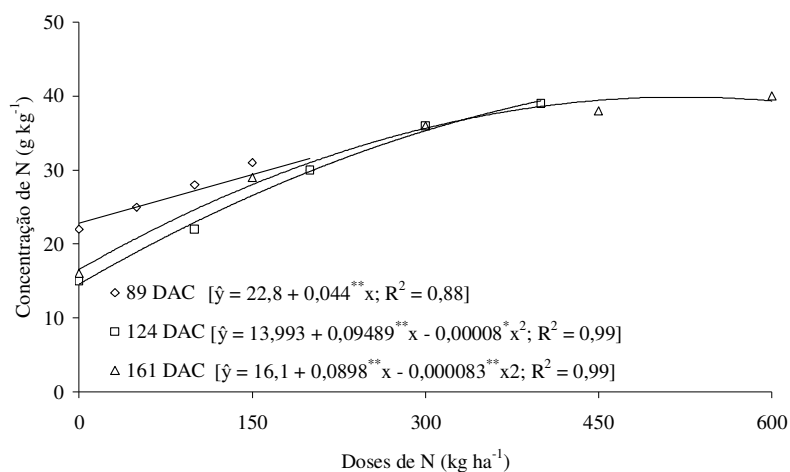


Figura 55. Concentração de N na lâmina foliar da grama bermuda, em função de doses de N, aos 89, 124 e 161.

Aos 161 DAC, quando toda adubação nitrogenada já havia sido aplicada, a dose de 541 kg ha⁻¹ de N promoveu a máxima concentração de N na lâmina foliar (40 g kg⁻¹). As concentrações de N na lâmina foliar da grama bermuda estão dentro da faixa considerada adequada por Mills e Jones et al. (1996), a qual varia de 22 a 40 g kg⁻¹. Essa concentração de 40 g kg⁻¹ de N na lâmina foliar, próximo ao momento do corte dos tapetes, proporcionando uma coloração verde mais intensa da grama, pode favorecer enraizamento mais rápido dos tapetes após o transplante.

Ahmad et al. (2003) utilizando adubação de manutenção também observaram aumento na concentração de N na folha da grama bermuda, var. Dacca, à medida que se aumentava a quantidade de fertilizante nitrogenado aplicado. Entretanto, a máxima concentração de N na folha foi de apenas 20 g kg⁻¹, quando aplicada a dose de 300 kg de N ha⁻¹.

A faixa de concentração de N na lâmina foliar que proporcionou acima de 90 % de cobertura do solo pela grama, aos 124 DAC e 161 DCA (Figura 56) foi de 22 a 41 g kg⁻¹ N, concentrações de N na lâmina foliar inferiores (15 a 21 g kg⁻¹ de N) que não proporcionaram 90 % de cobertura do solo pela grama (TCS) aos 124 DAC e 161 DCA podem ser adotadas para expressar a condição de deficiência de N. Nas áreas produtoras de grama observou-se a deficiência de N pelo maior tempo que as gramas levam para cobrir o solo e, portanto, formar o tapete (Godoy & Villas Bôas, 2003).

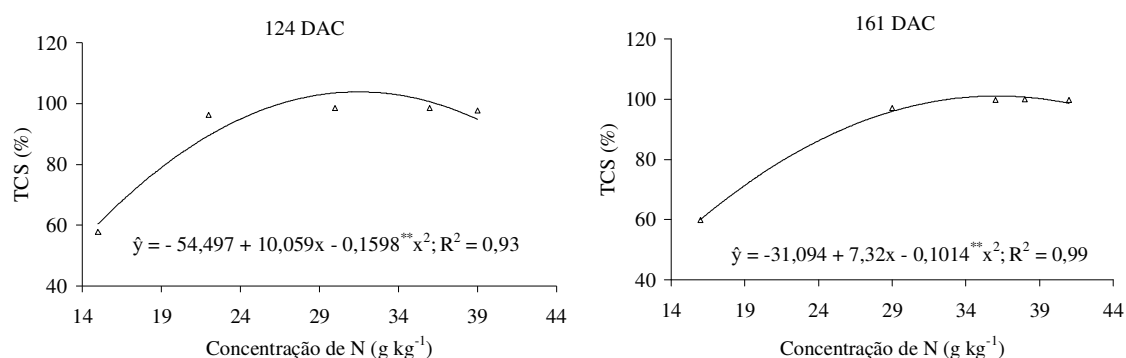


Figura 56 Taxa de cobertura do solo em função da concentração de N na lâmina foliar da grama bermuda aos 124 e 161 dias após o corte.

Em grama Santo Agostinho, também submetida a doses crescentes de N, Godoy (2005) verificou que concentrações foliares de 20 a 26 g kg⁻¹ de N proporcionaram maiores taxas de cobertura do solo e os valores de 14 a 19 g de N kg⁻¹ foram considerados como deficientes. McCrimonn (2004) observou que as concentrações de 16,9 a 18,3 g kg⁻¹ de N para a cultivar “Palmetto” e de 15,9 a 18,4 g kg⁻¹ de N para a cultivar “Raleigh” foram as que proporcionaram menores taxas de cobertura do solo pela grama, expressando dessa forma condições de deficiência. Já para a grama esmeralda, concentrações de 19 a 22 g kg⁻¹ de N foram consideradas suficientes por proporcionar uma adequada taxa de cobertura do solo (95 %) após 165 dias da aplicação de lodo de esgoto em experimento realizado por Backes (2008). As diferenças nas concentrações foram devidas às diferentes espécies utilizadas e as diferentes condições em que os experimentos foram conduzidos.

As concentrações de P foram influenciadas apenas aos 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (Tabela 42). Aos 124 DAC as concentrações de P ajustaram-se linearmente as doses de N. Aos 161 DAC a máxima concentração de P (3,7 g kg⁻¹) foi obtida com a dose de 366,7 kg ha⁻¹ de N (Figura 57). Observa-se que aos 161 DAC a concentração de P foi maior quando comparada às demais épocas. Deve ser levado em consideração que o P entra em contato com a raiz através da difusão. Portanto, com o sistema radicular mais desenvolvido, aos 161 DAC é de se esperar maior absorção do mesmo e, portanto, maior concentração.

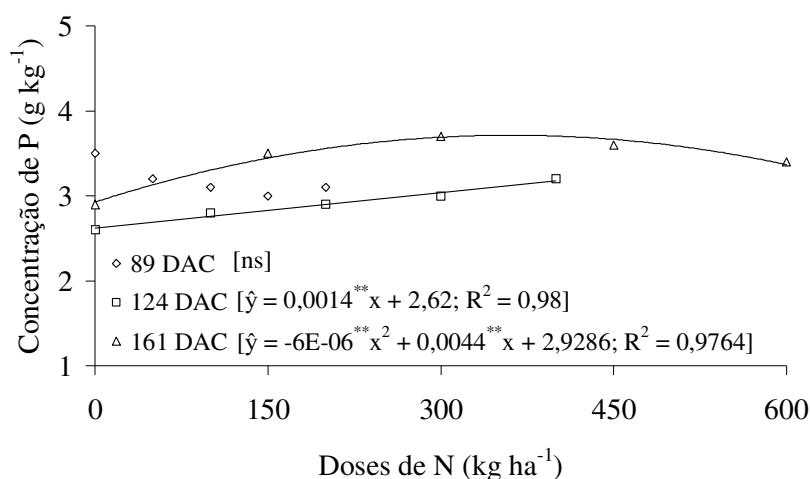


Figura 57. Concentração de P na lâmina foliar da grama bermuda, em função de doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte.

As concentrações foliares de K e Ca foram influenciadas pelos tratamentos apenas aos 124 e 161 DAC (Tabela 43). Para as concentrações de K houve ajuste quadrático as doses de N estudadas. As máximas concentrações foram de 20 e 19 g kg⁻¹ de K com as doses de 291 e 407 kg ha⁻¹ de N, aos 124 DAC e 161 DAC, respectivamente (Figura 58). Segundo Godoy et al. (2007a) o K não influencia o crescimento da grama e nem a velocidade de fechamento do tapete. No entanto, o nível de K na planta pode influenciar outras características da planta como a perda de água por transpiração, aumentando a eficiência do uso da água pelos gramados, implicando numa diminuição da frequência de irrigação.

Para as concentrações de Ca houve ajuste quadrático as doses de N estudadas. As máximas concentrações foram de 4,2 e 4,5 g kg⁻¹ de Ca com as doses de 400 e 485 kg ha⁻¹ de N, aos 124 DAC e 161 DAC, respectivamente (Figura 59). As doses de 400 e 485 kg ha⁻¹ de N promoveram maior absorção de Ca nestas épocas de avaliação.

Tabela 43. Resumo da análise de variância e média da concentração de K e Ca pela grama bermuda em função das doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Concentração de nutrientes					
		Época (dias após o corte)					
		Nov (89)		Dez (124)		Fev (161)	
		K	Ca	K	Ca	K	Ca
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Doses	4	2,07 ns	0,87 ns	23,20**	1,42**	16,87**	3,00**
Bloco	3	4,80 ns	3,25 ns	0,45 ns	0,20 ns	0,58 ns	0,07 ns
Erro	12	2,84	0,54	1,20	0,16	2,04	0,07
Total	19						
CV (%)		9,69	17,32	5,97	10,75	8,53	7,38
Média		17	4,2	18	3,7	17	3,5

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

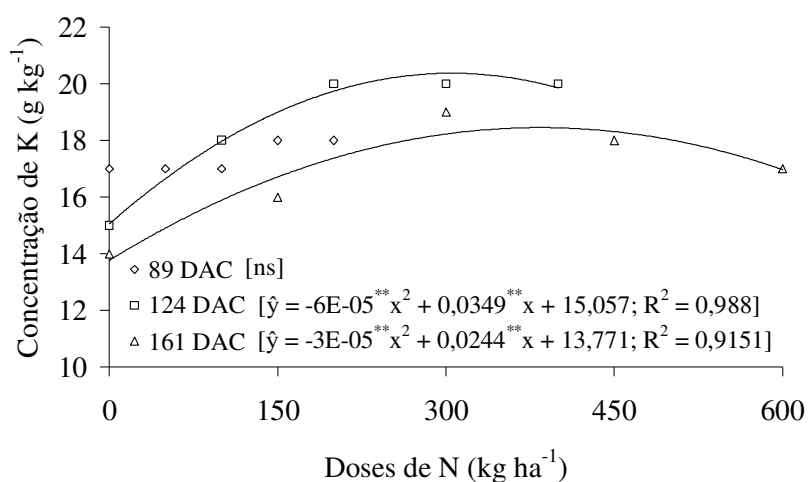


Figura 58. Concentração de K na lâmina foliar da grama bermuda, em função de doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte.

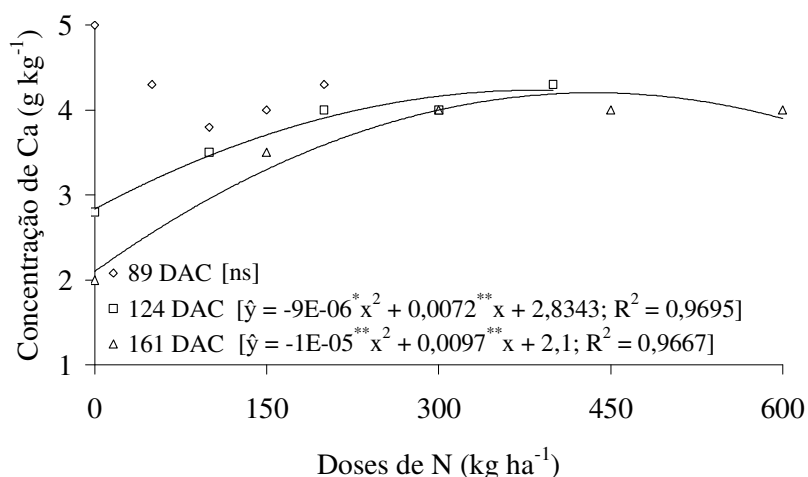


Figura 59. Concentração de Ca na lâmina foliar da grama bermuda, em função de doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte.

As concentrações foliares de Mg e S também foram influenciadas pelos tratamentos apenas aos 124 e 161 DAC (Tabela 44). Aos 124 DAC a concentração de Mg sofreu aumento linear com as doses de N aplicadas. Já as 161 DAC houve ajuste quadrático as doses de N, quando a máxima concentração foi de 2,0 g kg⁻¹ de Mg com a dose de 450 kg ha⁻¹ de N (Figura 60).

Para as concentrações de S houve ajuste quadrático as doses de N estudadas aos 124 e 161 DAC. As máximas concentrações foram de 5,1 e 5,5g kg⁻¹ de S com as doses de 356 e 394 kg ha⁻¹ de N, aos 124 DAC e 161 DAC, respectivamente (Figura 61).

Tabela 44. Resumo da análise de variância e média da concentração de Mg e S pela grama bermuda em função das doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	GL	Concentração de nutrientes					
		Época (dias após o corte)					
		Nov (89)		Dez (124)		Fev (161)	
		Mg	S	Mg	S	Mg	S
-----Quadrado médio (significância)-----							
Doses	4	0,039 ns	0,05 ns	0,80**	0,95**	0,80**	1,37**
Bloco	3	0,016 ns	0,18 ns	0,18 ns	0,05 ns	0,07 ns	0,13 ns
Erro	12	0,01	0,18	0,10	0,05	0,07	0,17
Total	19						
CV (%)		5,61	10,57	20,40	4,81	15,19	8,37
Média		1,8	4,0	1,5	4,6	1,7	5,0

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

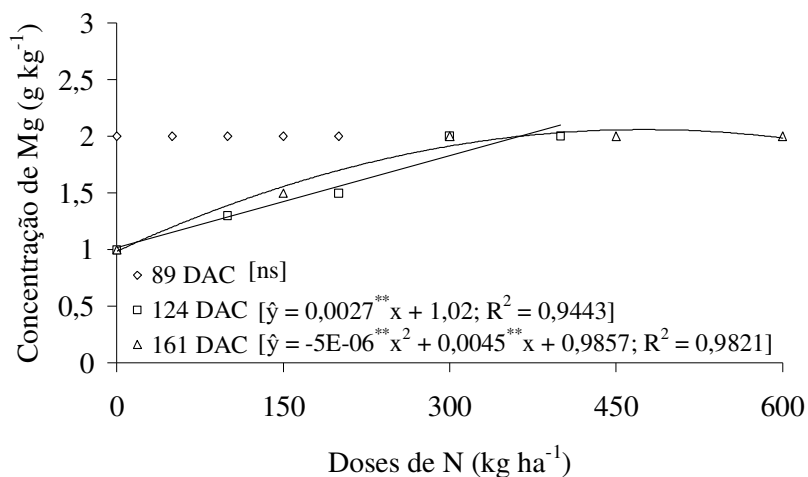


Figura 60 Concentração de Mg na lâmina foliar da grama bermuda, em função de doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte.

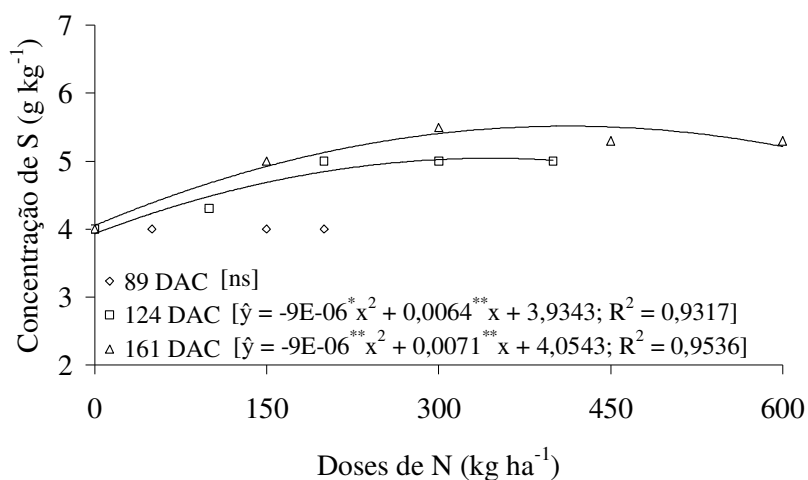


Figura 61. Concentração de S na lâmina foliar da grama bermuda, em função de doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte.

6.2.3 Intensidade de coloração verde da folha

A intensidade de cor verde (ICV) medida pelo clorofilômetro CM 1000 foi influenciada pelas doses de N nas três épocas avaliadas (Tabela 45). Aos 89 e 124 DAC embora tenha sido ajustado o modelo quadrático para a ICV em função das doses de N, a maior intensidade foi atingida, de acordo com a equação, acima das doses estudadas (Figura 62). Pode-se considerar que a ICV aumentou com as doses de N até 200 e 400 kg ha⁻¹, aos 89 e 124 DAC, respectivamente. Carrow et al. (2001) relatam que quando a dose de N é aumentada a partir da condição de deficiência de N, há incremento no conteúdo da clorofila, proporcionando resposta linear à cor verde da grama.

Aos 161 DAC a dose de 462 kg ha⁻¹ proporcionou a máxima ICV (374). No experimento com a grama esmeralda doses de N na forma de ajifer, foi constatado que a ICV obtida pelo equipamento CM 1000 ajustou-se linearmente às doses de N em quatro épocas avaliadas, atingindo valores máximos de 488, 445, 401 e 305. Valores mais elevados obtidos neste experimento citado podem ser devido as diferentes espécies utilizadas.

A intensidade de cor verde obtida pelo CM 1000 foi diminuindo no decorrer do ciclo. A diminuição dos índices de cor verde das folhas pode ser explicada pela tendência natural de diminuição da concentração de N na folha ao longo do ciclo, dado pelo efeito diluição, ou seja, com o aumento da massa da planta o N se redistribui. Lembrando

também que ao longo do ciclo foram realizadas roçadas com o recolhimento das aparas, ou seja, certa quantidade de nutrientes foi removida com as mesmas.

Tabela 45. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama *Cynodon dactylon* (bermuda) obtida com a utilização do aparelho Field Scout CM-1000 em função dos tratamentos, aos 89, 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	GL	Intensidade de coloração verde		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		89	124	161
-----Quadrado médio (significância)-----				
Dose	4	92476,42**	64339,82**	27777,37**
Bloco	3	2727,78 ns	284,40 ns	1144,20 ns
Erro	12	584,82	691,35	642,41
Total	19			
CV%		5,55	7,46	8,38
Média		422	353	302

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

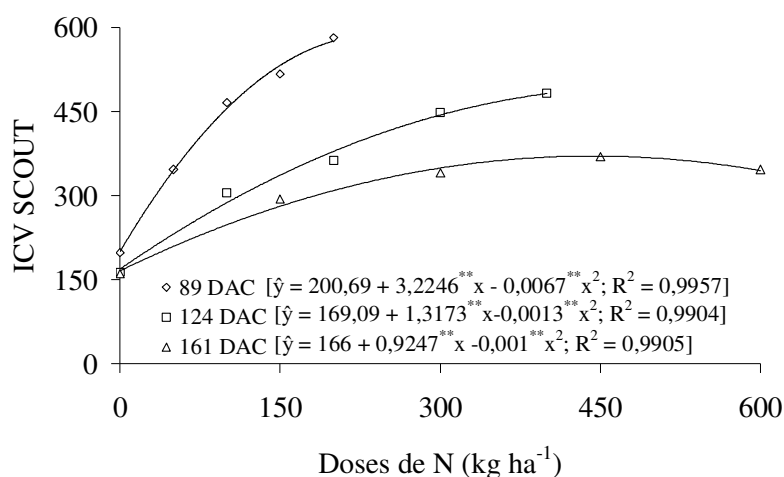


Figura 62. Intensidade de cor verde (ICV) na lâmina foliar da grama *Cynodon dactylon* (bermuda), medidas com o clorofilômetro CM 1000, em função das doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Nas três épocas avaliadas apenas o componente verde (G) obtido pela imagem digital não foi influenciado pelas doses de N. O matiz da cor verde da imagem da grama (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), ambos calculados a partir da intensidade de

luz vermelha, verde e azul, foram influenciados significativamente pelas doses de N (Tabelas 46, 47 e 48).

Tabela 46. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama bermuda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela imagem digital, em função das doses de N, aos 89 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Coloração verde da folha		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		(89)		
		Método		
	Verde (G)	Matiz (H)	ICVE	
-----Quadrado médio (significância)-----				
Dose	4	363,70 ns	622,16**	0,022**
Bloco	3	186,93 ns	21,48 ns	0,0003 ns
Erro	12	226,27	17,99	0,0008
Total	19			
CV%		11,34	4,37	4,90
Média		133	97	0,59
Doses de N		Média dos resultados		
-----kg ha ⁻¹ -----		----adm.---	---graus---	---adm.---
0		141	78	0,48
50		140	92	0,56
100		137	102	0,62
150		122	110	0,67
200		122	103	0,63

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Godoy (2005) avaliando doses crescentes de N em grama esmeralda, dentre os índices utilizados para quantificar a cor verde da grama, obtidos da análise da imagem digital, verificou que o componente verde (G) não variou com as doses de N, nem com o parcelamento das mesmas, não sendo eficiente para avaliar a cor verde da grama. Além disso, os valores variaram 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 e Richardson (2003).

Backes (2008) observou que o componente verde da imagem digital (G) foi influenciado pelas doses de N via lodo de esgoto, apenas aos 45 dias após a aplicação, não sendo influenciado nas demais épocas avaliadas.

Nas três épocas avaliadas o matiz da cor verde (H) se ajustou melhor ao modelo quadrático (Figura 63), atingido o ponto de inflexão com as doses de N de 150, 270 e 441 kg ha⁻¹, respectivamente aos 89, 124 e 161 DAC. Os máximos valores obtidos com estas doses foram de 106, 109 e 88°. Segundo Beard (1973), quando as doses de N são muito altas pode não ocorrer resposta ou haver redução na cor verde da grama por causa da taxa de crescimento muito alta, o que provoca a redução da concentração de clorofila pelo efeito de diluição e também pelo sombreamento causado pelas folhas.

Tabela 47. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama bermuda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela imagem digital, em função das doses de N, aos 124 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Coloração verde da folha		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		(124)		
		Método		
	Verde (G)	Matiz (H)	ICVE	
		-----Quadrado médio (significância)-----		
Dose	4	154,12 ns	1067,19**	0,039**
Bloco	3	28,18 ns	224,52 ns	0,0086 ns
Erro	12	72,72	61,65	0,002
Total	19			
CV%		6,28	7,90	7,83
Média		136	99	0,61
Doses de N		Média dos resultados		
-----kg ha ⁻¹ -----		---adm.---	---graus---	---adm.---
0		136	74	0,46
100		143	93	0,56
200		133	111	0,68
300		127	112	0,70
400		139	108	0,66

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

O tratamento que não recebeu nitrogênio apresentou valores do matiz da cor verde de 78° aos 89 DAC, 74° aos 124 DAC e 68° aos 161 DAC. O valor de 68° está próximo da cor amarela (60°), caracterizando a clorose das folhas, sintoma típico da deficiência de N, causado pela redução da concentração de clorofila. Segundo Christians (1998), a cor verde das folhas não é importante no sistema de produção de grama, a não ser a alguns dias antes da colheita para a comercialização. No entanto, a manutenção da cor verde

mais intensa significa maiores concentrações de clorofila, que favorece a taxa fotossintética e, conseqüentemente, maior produção de carboidratos e enraizamento mais rápido dos tapetes após o transplante (Godoy, 2005).

O índice de cor verde escuro (ICVE) também se ajustou de forma quadrática às doses de N nas três épocas de avaliações (Figura 63). De acordo com as equações os máximos índices (0,64, 0,66 e 0,54) foram obtidos com as doses de 157, 267 e 500 kg ha⁻¹ de N, aos 89, 124 e 161 DAC, respectivamente.

Tabela 48. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama bermuda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela imagem digital, em função das doses de N, aos 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Coloração verde da folha		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		(161)		
		Método		
	Verde (G)	Matiz (H)	ICVE	
-----Quadrado médio (significância)-----				
Dose	4	23,92 ns	227,88 **	0,0086 **
Bloco	3	52,45 ns	1,28 ns	0,00007 ns
Erro	12	24,32	4,45	0,00012
Total	19			
CV%		3,67	2,60	2,23
Média		134	81	0,49
Doses de N		Média dos resultados		
-----kg ha ⁻¹ -----	----adm.---	---graus---	---adm.---	
0	133	68	0,41	
150	137	80	0,48	
300	136	84	0,51	
450	135	87	0,53	
600	131	85	0,53	

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

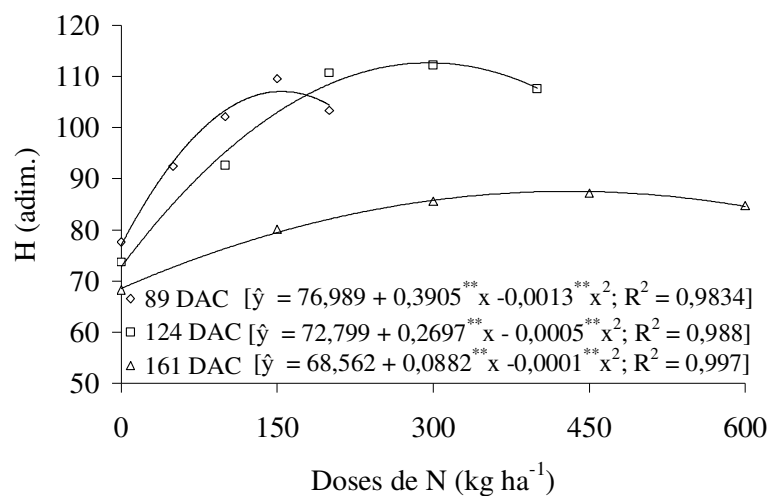


Figura 63. Matiz da cor verde (H) da folha da grama *Cynodon dactylon* (bermuda), obtidos através da análise da imagem digital, em função das doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

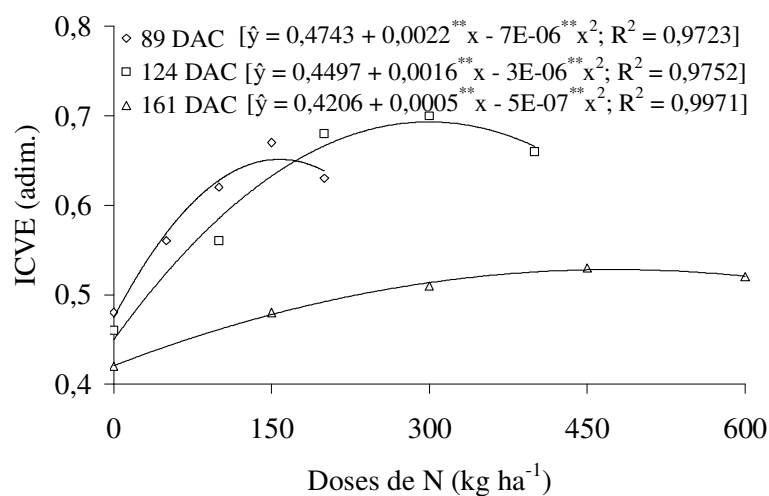


Figura 64. Índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Cynodon dactylon* (bermuda), obtidos através da análise da imagem digital, em função das doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Quando utilizou-se o medidor TCM 500 para a obtenção dos valores RGB, os índices G, H e ICVE foram influenciados pelas doses de N nas três épocas analisadas (Tabelas 49, 50 e 51).

O componente verde (G) diminuiu com o aumento das doses de N (Figura 65). Mesmo não sendo considerados os outros componentes da cor (vermelho e azul) o

componente verde permitiu o ajuste às doses de N em todas as épocas avaliadas, diferentemente do que aconteceu quando se utilizou a imagem digital.

Tabela 49. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama bermuda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela utilização do aparelho, em função das doses de N, aos 89 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Coloração verde da folha		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		(89)		
		Método		
	Verde (G)	Matiz (H)	ICVE	
-----Quadrado médio (significância)-----				
Dose	4	101,5*	17,22**	0,0016**
Bloco	3	28,07 ns	2,46 ns	0,000005 ns
Erro	12	19,27	3,14	0,00017
Total	19			
CV%		2,99	2,73	3,31
Média		147	65	0,39
Doses de N		Média dos resultados		
-----kg ha ⁻¹ -----		----adm.----	---graus---	---adm.---
0		153	61	0,36
50		151	66	0,39
100		145	66	0,40
150		143	65	0,40
200		142	65	0,41

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Os índices calculados, H e ICVE, foram influenciados significativamente pelas doses de N de forma quadrática. Para o H as doses de 148, 330 e 527 kg ha⁻¹ proporcionaram os máximos valores (67, 67 e 76°) aos 89, 124 e 161 DAC, respectivamente (Figura 66).

De acordo com as equações ajustadas, as doses de 175, 450 e 437,5 kg ha⁻¹ de N proporcionaram os máximos ICVE (0,41; 0,44; e 0,41) aos 89, 124 e 161 DAC respectivamente (Figura 67).

Tabela 50. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama bermuda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela utilização do aparelho, em função das doses de N, aos 124 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Coloração verde da folha		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		(124)		
		Método		
		Verde (G)	Matiz (H)	ICVE
-----Quadrado médio (significância)-----				
Dose	4	127,07*	316,66**	0,22**
Bloco	3	72,72 ns	6,99 ns	0,00046 ns
Erro	12	36,84	18,47	0,00098
Total	19			
CV%		4,30	7,21	8,75
Média		141	60	0,36
Doses de N		Média dos resultados		
-----kg ha ⁻¹ -----		----adm.---	---graus---	---adm.---
	0	142	45	0,23
	100	148	58	0,34
	200	142	64	0,39
	300	140	65	0,40
	400	133	66	0,42

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

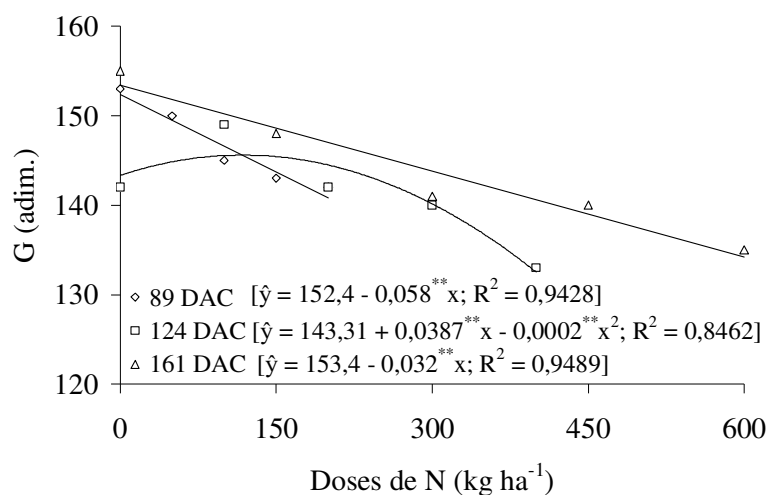


Figura 65. Componente de cor verde (G) da folha da grama *Cynodon dactylon* (bermuda), obtidos pela utilização do medidor de cor da grama TCM 500, em função das doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Tabela 51. Resumo da análise de variância e média da intensidade de coloração verde da folha de grama bermuda determinada pelo componente verde (G), o matiz da cor verde (H) e o índice de cor verde escuro (ICVE), obtido pela utilização do aparelho, em função das doses de N, aos 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Fonte de variação	G.L.	Coloração verde da folha		
		Época (dias após o corte do tapete anterior)		
		(161)		
		Método		
		Verde (G)	Matiz (H)	ICVE
-----Quadrado médio (significância)-----				
Dose	4	235,17**	345,63**	0,021**
Bloco	3	23,78 ns	6,32 ns	0,00068 ns
Erro	12	25,74	13,06	0,00075
Total	19			
CV%		3,54	5,66	7,37
Média		143	64	0,37
Doses de N		Média dos resultados		
-----kg ha ⁻¹ -----		----adm.----	---graus---	---adm.---
	0	154	48	0,25
	150	147	63	0,37
	300	141	69	0,41
	450	140	70	0,41
	600	135	69	0,42

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

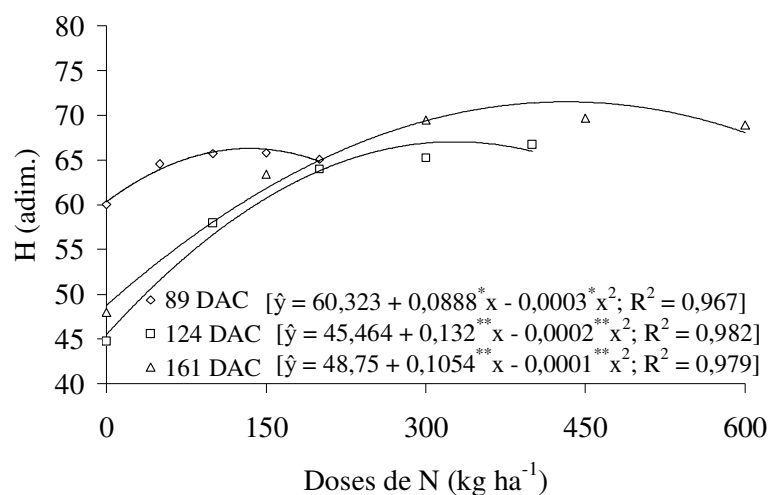


Figura 66. Matiz da cor verde (H) da folha da grama *Cynodon dactylon* (bermuda), obtidos pela utilização do medidor de cor da grama TCM 500, em função das doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

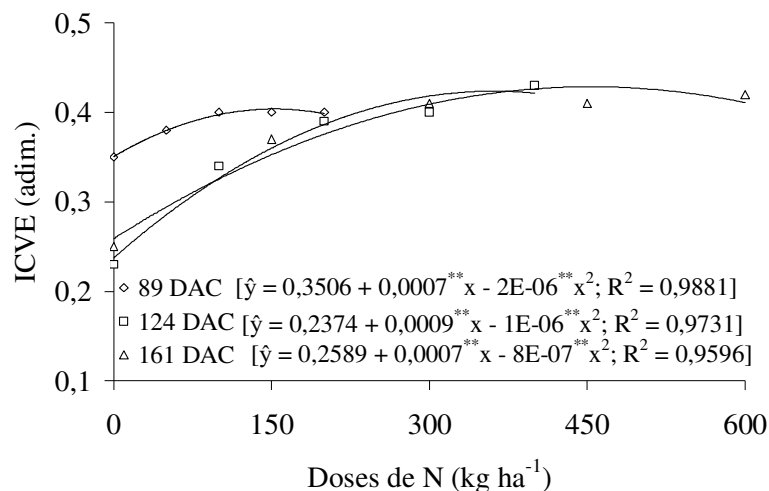


Figura 67. Índice de cor verde escuro (ICVE) da folha da grama *Cynodon dactylon* (bermuda), obtidos pela utilização do medidor de cor da grama TCM 500, em função das doses de N, aos 89, 124 e 161 dias após o corte do tapete anterior (DAC).

Na Tabela 52 são apresentados os resultados de correlação entre os índices de cor obtidos pelo medidor de cor, clorofilômetro CM 1000 e pela imagem digital com a taxa de cobertura do solo pela grama e com as concentrações de N na lâmina foliar.

Houve correlação positiva e com altos coeficientes para os índices de cor verde obtidos com o clorofilômetro CM 1000 (ICV SCOUT) com as taxas de cobertura do solo, que expressam a velocidade de produção do tapete de grama, e também para a concentração de N nas folhas da grama bermuda, nas três épocas avaliadas.

No experimento 1 (grama esmeralda) também ocorreu correlações positivas ($r^2 = 0,92; 0,91; 0,85$ e $0,74$) entre o índice de cor verde avaliado pelo clorofilômetro CM 1000 e a concentração do N na lâmina foliar da grama esmeralda adubada com doses crescentes de N na forma de ajifer em quatro épocas avaliadas. Foi verificado ainda que a utilização do clorofilômetro CM 1000 proporcionou correlações maiores com o N, comparado ao clorofilômetro SPAD-502, mostrando ser mais prático e eficiente para a utilização em grama, pois é capaz de amostrar uma área maior sem a necessidade de destacar as folhas para a realização das leituras.

Mangiafico e Guillard (2005) utilizando o clorofilômetro CM 1000 verificaram que o mesmo forneceu indicações favoráveis da concentração de clorofila na grama Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) ao longo das estações. E mesmo este aparelho não tendo sua própria fonte de luz, necessitando da luz incidente para ajustar seus valores de leitura, as mudanças de luz nas diferentes estações não afetaram as medidas realizadas, devido o sensor que este possui normalizando as medidas de acordo com a variação da intensidade de luz.

Tabela 52. Coeficiente de correlação linear (r) e sua significância entre os índices de reflectância e a concentração de N na lâmina foliar, taxa de cobertura do solo (TCS)

Índices	TCS	TCS	TCS	N	N	N
	89 DAC	124 DAC	161 DAC	89 DAC	124 DAC	161 DAC
ICV	0,862**	0,825**	0,910**	0,804**	0,956**	0,923**
Cor G ¹	-0,279 ^{NS}	-0,12 ^{NS}	0,08 ^{NS}	-0,463*	-0,163 ^{NS}	0,057 ^{NS}
Matiz (H) ¹	0,849**	0,778**	0,926**	0,757**	0,832**	0,923**
ICVE ¹	0,808**	0,744**	0,901**	0,772**	0,829**	0,943**
Cor G ²	-0,613**	-0,01 ^{NS}	-0,709**	-0,756**	-0,450*	-0,792*
Matiz (H) ²	0,785**	0,877**	0,965**	0,101 ^{NS}	0,843**	0,902**
ICVE ²	0,834**	0,882**	0,964**	0,530*	0,860**	0,904**
N	0,862**	0,825**	0,910**	-	-	-

ICV – intensidade da cor verde da folha, obtida pelo clorofilômetro CM 1000; cor G, matiz (H) e ICVE (Índice de cor verde escuro da folha); ¹índices obtidos da análise da imagem digital da grama. ²índices obtidos a partir do medidor de cor da grama TCM 500 ao avaliar a grama; *, ** e ns significativo a 5, 1% e não significativo pelo teste F.

O componente da cor verde (G¹) obtido pela imagem digital, não se correlacionou significativamente com a TCS em nenhuma das épocas. Houve apenas baixa correlação com o N (-0,463) aos 89 DAC. Esse mesmo índice obtido com a utilização do medidor de cor TCM 500 (G²), apresentou correlação com a TCS aos 89 e 161 DAC e com a concentração de N foliar nas três épocas, porém os coeficientes de correlação sofreram variações em função das taxas de cobertura e doses de N. Para o matiz (H¹), que é calculado com base nas três cores da imagem digital (RGB – vermelho, verde e azul) e a ICVE¹, calculado com base no matiz, saturação e brilho houve forte correlação positiva com a taxa de cobertura do solo e com a concentração de N da grama bermuda. O mesmo foi observado por Godoy et al. (2008) para as gramas Santo Agostinho e esmeralda.

Quando foi utilizado o medidor de cor TCM 500 para a obtenção dos valores RGB, o matiz (H^2) correlacionou-se positivamente com a taxa de cobertura do solo nas três épocas avaliadas e com a concentração de N apenas aos 124 e 161 DAC. Para o ICVE² as correlações foram significativas tanto para a taxa de cobertura como para a concentração de N em todas as avaliações.

Dentre os índices utilizados para quantificar a cor verde da grama, obtidos com a utilização do medidor de cor TCM 500, apenas o índice de cor verde escuro - ICVE apresentou correlações com a taxa de cobertura e concentração de N em todas as épocas amostradas. Dos índices obtidos da análise da imagem digital, pode-se dizer que o matiz da cor verde da imagem da grama (H) e o ICVE proporcionaram correlações moderadas a fortes com a TCS e com o N.

6.2.4 Massa das aparas

Na Tabela 53 verifica-se a influência das doses de N na massa das aparas. Houve incremento no total da massa das aparas com o aumento das doses de nitrogênio (Figura 68), sendo que para a maior dose aplicada ($600 \text{ kg de N ha}^{-1}$) foi retirada da área 5.567 kg ha^{-1} de matéria seca cortada, até o momento da colheita dos tapetes (4 meses de ciclo). Segundo Carrow et al. (2001) o N é o nutriente que mais influencia no crescimento e densidade das folhas da grama, o que justifica o resultado encontrado.

Nos EUA a quantidade de massa de matéria seca das aparas das gramas bermuda, Santo Agostinho e São Carlos, durante o ano, chegam a 11.224, 7.320 e 5.512 kg ha^{-1} , respectivamente (Godoy e Villas Bôas, 2008). Doses maiores de N e maior frequência de aplicação podem reduzir o tempo de produção da grama, entretanto, doses excessivas causam crescimento acelerado e resultam em mais cortes, aumentando os custos de manutenção (Quiroga-Garza et al., 2001).

Tabela 53. Resumo da análise de variância e média da resistência dos tapetes da grama *Z. japonica* (esmeralda) em função dos tratamentos.

Fonte de variação	GL	Massa das aparas
		-----Quadrado médio (significância)-----
Doses	4	16457558,38**
Bloco	3	2423160,57 ns
Erro	12	377279,82
Total	19	
CV (%)		20,25
Doses de N		Resultados
-----Kg ha ⁻¹ -----		-----kg ha ⁻¹ -----
0		548
150		1550
300		3188
450		4312
600		5567
Média		3033

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

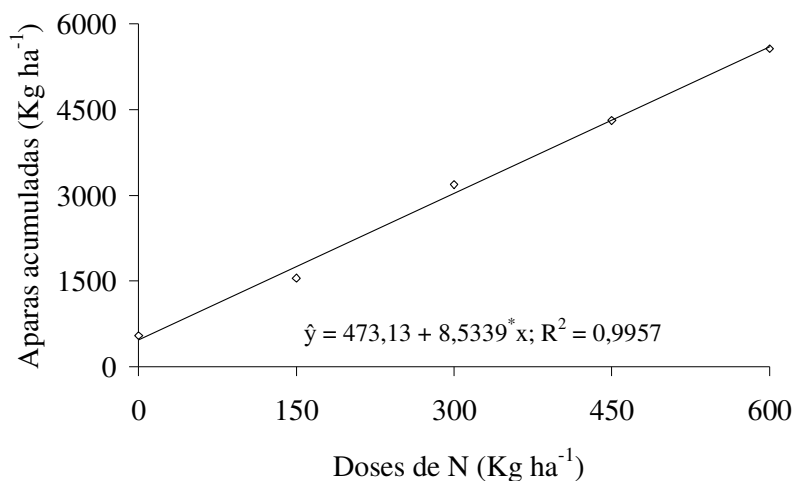


Figura 68. Acúmulo das aparas da grama *Cynodon dactylon* (bermuda) em função de doses de nitrogênio.

Verifica-se na Figura 69 que houve efeito quadrático das doses de N para o acúmulo de massa de matéria seca após a colheita dos tapetes de grama bermuda. A massa de matéria seca total ajustou-se ao modelo quadrático com a dose de 405 kg ha⁻¹

proporcionando o máximo acúmulo, 11,59 Mg ha⁻¹. Para a grama esmeralda Backes (2008) obteve acúmulo de 17,32 Mg ha⁻¹ com a dose de 28 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto. Godoy (2005) encontrou valor máximo de 17,15 Mg ha⁻¹ de massa de matéria seca total ao aplicar a dose de 600 kg ha⁻¹ de N.

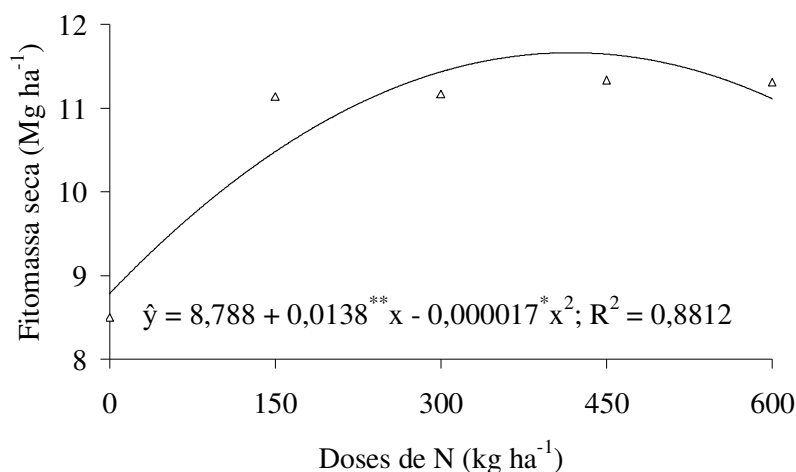


Figura 69. Massa de matéria seca da grama *Cynodon dactylon* (bermuda) em função de doses de nitrogênio retirada com a colheita do tapete.

6.2.5 Extração de nutrientes pelas aparas

Na Tabela 54 verifica-se que ocorreu influência das doses de N nas quantidades de N, P, K Ca, Mg e S extraídos com as aparas da grama bermuda.

Para todos os nutrientes extraídos com as aparas houve efeito linear crescente das doses de N (Figura 70). A quantidade de N extraído pelas aparas variou de 9,61 na dose zero a 203,69 kg ha⁻¹ quando aplicada a dose de 600 kg ha⁻¹ de N. Por se tratar do nutriente mais exigido pela cultura, o aumento das doses de N proporcionou maior crescimento das folhas, aumentando assim a produção de matéria seca e conseqüentemente a extração de nutrientes.

Com a retirada das aparas da área de produção da grama bermuda, houve exportação de 34% do nitrogênio aplicado, quando considerada a maior dose (600 kg ha⁻¹). Para Bowman (2002) o N que entra no sistema de produção de gramas como fertilizante,

parte sai através da remoção das aparas. Segundo Godoy e Villas Bôas (2008) a quantidade de aparas, quando retiradas do gramado, exporta, em função do teor de N nestas, cerca de 25 e 60% do N aplicado. Adeli et al. (2003) obtiveram uma remoção de 46 e 39% de N quando aplicaram doses de 660 e 670 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, tendo como fonte efluente de suíno. Hummel e Waddington (1984) em três anos de estudo avaliaram a exportação de 46 a 59% do N aplicado quando as aparas foram recolhidas do gramado. Dessa forma, quando as aparas são devolvidas a área, pode ocorrer uma diminuição da adubação nitrogenada nos gramados.

Tabela 54. Resumo da análise de variância e média da quantidade de nutrientes extraídos pelas aparas da grama bermuda em função das doses de N.

Fonte de variação	GL	Extração de nutrientes					
		Nutriente					
		N	P	K	Ca	Mg	S
		-----Quadrado médio (significância)-----					
Doses	4	25372**	169**	5963**	282**	58,5**	401,46**
Bloco	3	3000 ns	21,8 ns	765 ns	21,27 ns	7,60 ns	38,72 ns
Erro	12	577	3,78	151	4,61	1,31	6,92
Total	19						
CV (%)		23,75	20,11	22,20	18,06	22,01	18,25
Média		101,09	9,68	55,34	11,89	5,21	14,14
Doses de N		Resultados					
	-----Kg ha ⁻¹ -----	-----kg ha ⁻¹ -----					
	0	9,61	1,66	8,05	1,55	0,78	2,07
	150	39,33	4,98	25,66	5,84	2,29	6,87
	300	100,18	10,10	59,85	12,61	5,17	14,41
	450	152,68	13,81	82,11	17,01	7,66	20,31
	600	203,69	17,82	101,26	22,48	10,15	26,87

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

A extração de P pelas aparas foi de 1,67 a 17,82 kg ha⁻¹ com o aumento das doses de N. De 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (40 kg ha⁻¹ de P) aplicado, 44% foi removido. Adeli et al. (2003) aplicando doses de 145 e 163 kg ha⁻¹ de P (efluente de suíno) obtiveram uma remoção de 34 e 42 kg ha⁻¹ de P, respectivamente, correspondente a 23 e 13,4% do P aplicado.

A máxima extração de K pelas aparas da grama bermuda foi de 101,26 kg ha⁻¹ quando aplicada a dose de 600 kg ha⁻¹ de N. Considerando a quantidade de K

adicionada, 200 kg ha⁻¹ de K₂O correspondente a 165,9 kg ha⁻¹ de K, 61% do total aplicado foi removido com as aparas quando aplicada a dose de 600 kg ha⁻¹ de N.

A extração de Ca e Mg pelas aparas também aumentaram com as doses de N, chegando a 22,48 e 10,15 kg ha⁻¹, respectivamente, com a maior dose aplicada. A extração de S variou de 2 a 27 kg ha⁻¹ com as doses de N.

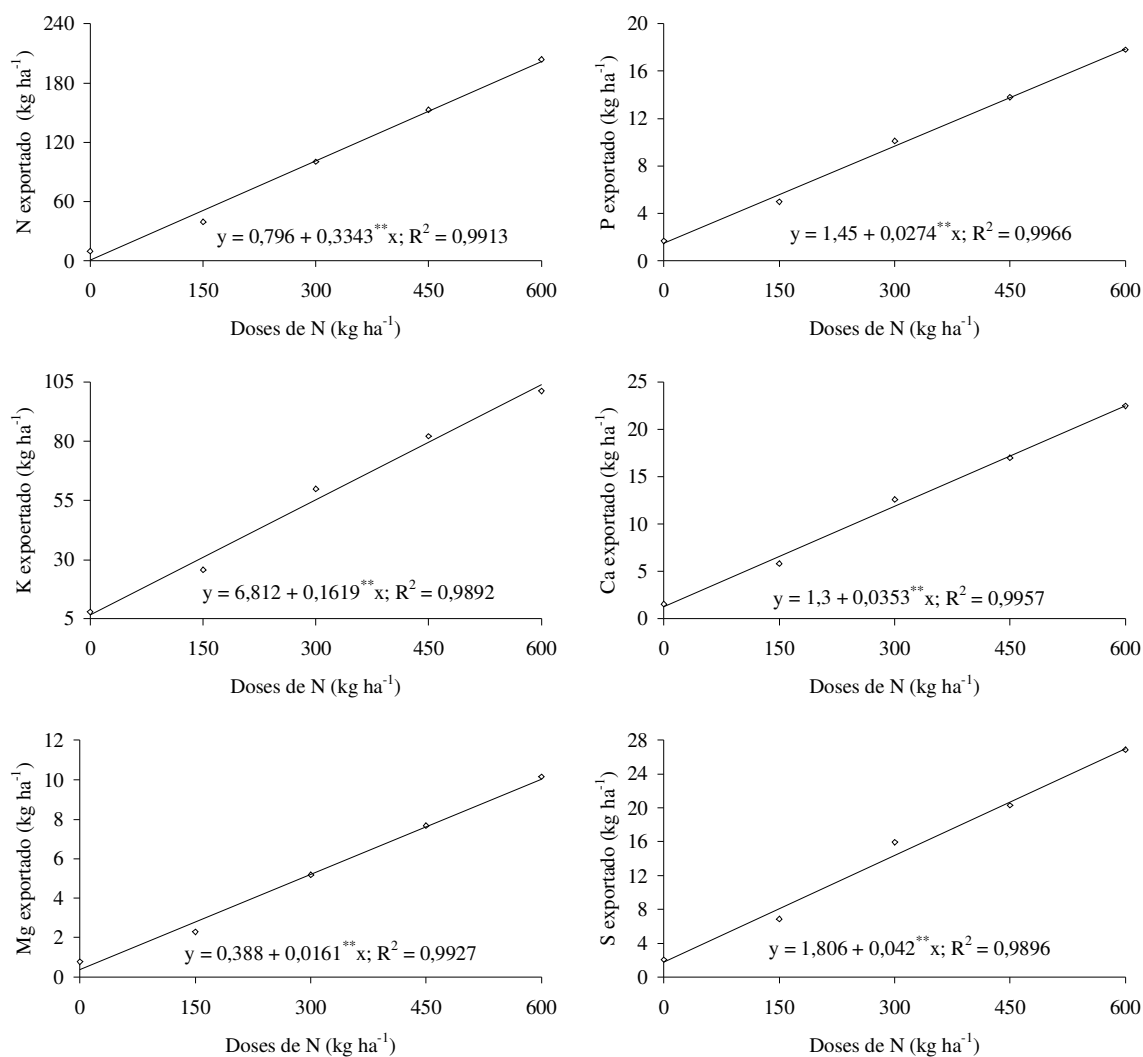


Figura 70. Extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelas aparas, da grama *Cynodon dactylon* (bermuda) em função de doses de nitrogênio.

6.2.6 Massa de matéria seca de raízes, rizomas, folhas e caules

Verifica-se que ocorreu influência do acúmulo de massa de matéria seca das folhas + caules (F + C), rizomas + estolões + raízes (R + E + R) e total da grama bermuda, em função de doses de N.

Observa-se que a massa de matéria seca das folhas + caules (F+C) ajustou-se linearmente às doses de N, atingindo ponto de máximo de 5,54 t ha⁻¹. A maior dose de N aplicada (600 kg ha⁻¹) resultou em aumento da produção de folhas + caules e uma redução na produção de rizomas + estolões + raízes (R+E+R), os quais alcançaram máximo valor de massa de matéria seca (6,57 t ha⁻¹) com a dose de 354 kg de N ha⁻¹. Godoy (2005) ao estudar a aplicação de N em grama esmeralda verificou que doses de N maiores que 400 kg ha⁻¹ reduziram o acúmulo de massa de matéria seca de raízes e rizomas.

Tabela 55. Resumo da análise de variância e média do acúmulo de massa de matéria seca das folhas + caules (F + C), rizomas + estolões + raízes (R + E + R) e total da grama bermuda, em função de doses de N.

Fonte de variação	GL	Massa de matéria seca		
		Folhas + Caules	Rizomas + Estolões + Raízes	Total
-----Quadrado médio (significância)-----				
Doses	4	1,76**	1,98*	6,03**
Bloco	3	0,18 ns	0,34 ns	0,77 ns
Erro	12	0,21	0,61	0,83
Total	19			
CV (%)		9,67	13,29	8,51
Doses de N		Resultados		
-----Kg ha ⁻¹ -----		-----Mg ha ⁻¹ -----		
0		3,8	4,7	8,5
150		4,6	6,5	11,1
300		4,9	6,2	11,2
450		5,1	6,2	11,3
600		5,4	5,8	11,3

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

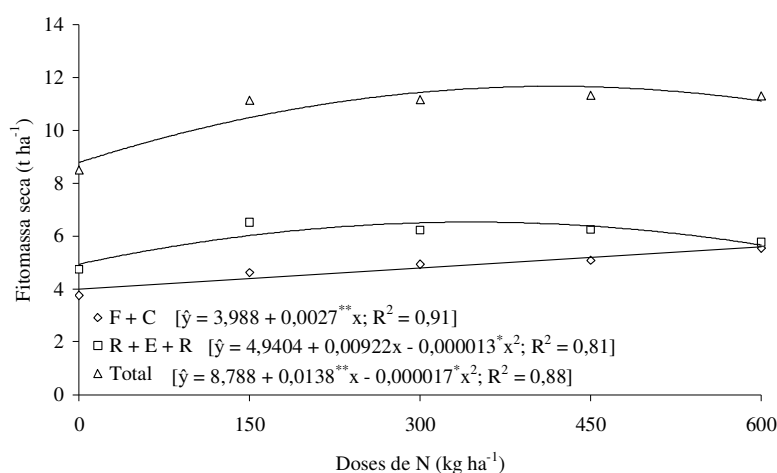


Figura 71. Acúmulo de massa de matéria seca das folhas + caules (F + C), rizomas + estolões + raízes (R + E + R) e total da grama bermuda, em função de doses de N.

Os estolões, rizomas e raízes são as partes mais importantes na produção de gramas, por proporcionarem melhor estrutura e resistência ao tapete para ser manuseado após a colheita (Christians, 1998). Por isso, nos estudos sobre formação de tapetes também deve-se considerar o tempo de formação dessas estruturas que permitam adequada resistência do tapete. Assim a dose estimada de 355 kg de N ha⁻¹ por proporcionar a máxima quantidade de estolões, rizomas e raízes, pode ser indicada para a produção de tapetes de grama bermuda de boa qualidade.

Doses maiores de 355 kg de N ha⁻¹ podem resultar em redução na produção de rizomas e raízes e aumento na produção de folhas + caules, o que não é desejável, pois leva a maior demanda por cortes das folhas (roçada) elevando o custo de produção (Quiroga-Garza et al., 2001). Os cortes também causam depleção das reservas de carboidratos nos gramados que podem ser necessários para períodos de estresse (Qian & Fry, 1996). A massa de matéria seca total também ajustou-se ao modelo quadrático com a dose de 406 kg ha⁻¹ proporcionando o máximo acúmulo, que foi de 11,59 t ha⁻¹.

6.2.7 Resistência dos tapetes

As doses de N influenciaram na resistência dos tapetes de grama bermuda produzidos (Tabela 56). Houve ajuste quadrático da resistência dos tapetes às doses

de N. A máxima resistência ao rompimento (35 kgf) foi obtida com a dose de 365 kg de N ha⁻¹ (Figura 72). Doses maiores de N promoveram menor resistência devido, provavelmente, ao maior crescimento das folhas em detrimento aos estolões, rizomas e raízes. Na dose zero a resistência foi menor pelo fato de que os tapetes ainda não estavam formados. Backes et al. (2008) avaliando a resistência de tapetes de grama esmeralda produzidos com doses de lodo de esgoto obteve a mesma resistência (35 kgf) com a dose de 31 t ha⁻¹ de lodo, equivalente a aproximadamente 310 kg de N ha⁻¹.

Tabela 56. Resumo da análise de variância e média da resistência dos tapetes da grama *Z. japonica* (esmeralda) em função das doses de nitrogênio.

Fonte de variação	GL	Resistência dos tapetes
		-----Quadrado médio (significância)-----
Doses	4	312,47**
Bloco	3	17,10 ns
Erro	12	29,78
Total	19	
CV (%)		20,24
Doses de N		Resultados
-----Kg ha ⁻¹ -----		-----kgf-----
-		
0		12
150		31
300		31
450		34
600		26
Média		27

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste LSD.

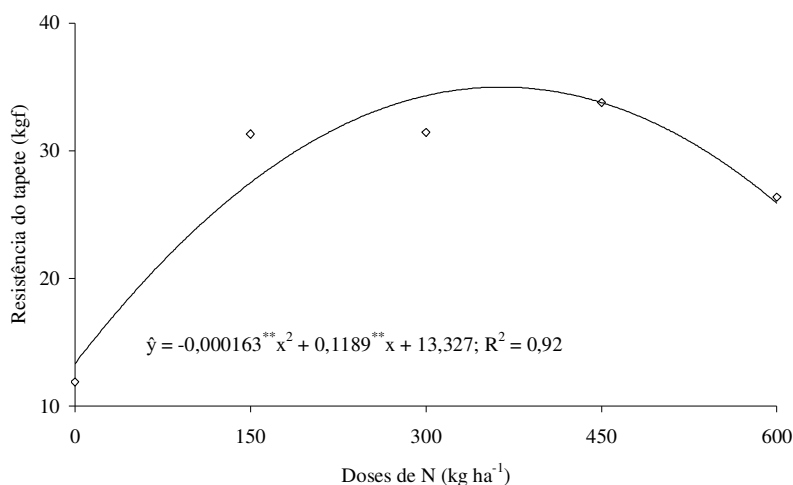


Figura 72. Resistência do tapete da grama bermuda, em função de doses de N.

Verifica-se que a diferença entre a dose que promoveu máxima produção de massa de matéria seca de estolões, rizomas e raízes e a dose que proporcionou maior resistência dos tapetes foi de apenas 10 kg de N ha⁻¹. Pode-se comprovar com a correlação, que a maior produção de estolões + rizomas + raízes foi responsável pela maior resistência dos tapetes (Figura 73). Segundo Koske (1994) a utilização de doses elevadas de nitrogênio e a formação muito rápida do tapete podem prejudicar a sua capacidade de ser manuseado (liftability) pela redução no crescimento de rizomas.

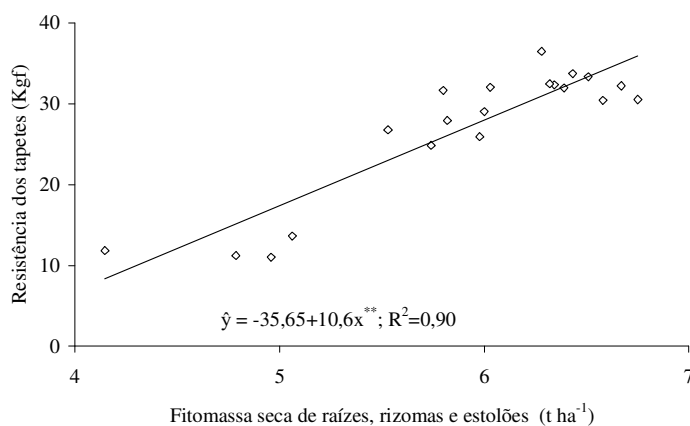


Figura 73. Correlação entre a resistência dos tapetes com a massa de matéria seca de rizomas, raízes e estolões da grama bermuda.

Por meio da avaliação da taxa de cobertura verificou-se que as doses 415 e 411 kg de N ha⁻¹, proporcionaram as máximas coberturas do solo aos 138 dias e 161 DAC. Porém, a máxima produção de estolões, rizomas e raízes e a maior resistência de tapetes foram obtidos com as doses de 354 e 365 kg de N ha⁻¹. Como a aplicação de 300 kg de N ha⁻¹ também proporcionou o fechamento (100 %) do tapete, deve-se optar por doses que conferem maior resistência do tapete ao manuseio. Godoy (2005) verificou que as doses 450 e 600 kg de N ha⁻¹, proporcionaram a formação de tapetes comercializáveis de grama Santo Agostinho, no mesmo período de tempo (10 meses), porém a menor dose proporcionou mais massa de matéria seca de raízes e estolões.

7. CONCLUSÕES

A fonte nitrogenada ajifer pode ser utilizada na produção de tapetes de grama, utilizando a dose de 265 kg ha⁻¹.

A adubação somente com N ajifer proporcionou menor massa de matéria seca de estolões e rizomas e conseqüentemente menor resistência dos tapetes para a grama esmeralda.

A maior espessura dos tapetes de grama esmeralda proporcionou maior resistência dos mesmos, entretanto, retirou maior quantidade de solo e ficou mais pesado.

O aumento das doses de N aumentou a taxa de cobertura do solo pela grama bermuda reduzindo o tempo para formação do tapete.

O máximo acúmulo de fitomassa seca de rizomas + estolões + raízes foi proporcionado pela dose de 354 kg ha⁻¹ de N e a resistência dos tapetes com a dose de 365 kg ha⁻¹.

O período de aproximadamente 5,5 meses, com aplicações de doses entre 354 a 365 kg ha⁻¹ de N, foi considerada a época ideal para o corte dos tapetes de grama bermuda com qualidade.

A retirada das aparas cortadas durante o ciclo promoveu grande extração de nutrientes no cultivo de grama esmeralda e bermuda.

A concentração de N foliar e a cor verde da folha podem auxiliar na recomendação das doses de N em cobertura para a grama esmeralda e bermuda.

8. REFERÊNCIAS

ADELI, A.; VARCO, J. J.; ROWE, E. Swine effluent irrigation rate and timing effects on bermudagrass growth, nitrogen and phosphorus utilization, and residual soil nitrogen. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 32, p. 681-686, 2003.

AHMAD, I.; KHAN, M. A.; QASIM, A. M. Growth and development of different turfgrasses as influenced by nitrogen application and leaf nitrogen contents. **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalabad, v. 5, n. 2, p. 175-178, 2003.

ANDREUCCI, M. P. **Perdas nitrogenadas e recuperação aparente de nitrogênio em fontes de adubação em capim elefante**. 2007. 102 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BACKES, C. **Aplicação e efeito residual do lodo de esgoto em sistemas de produção de tapetes de grama esmeralda**. 2008. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

BACKES, C. et al. Tempo de produção do tapete de grama esmeralda zoysia japonica steud. em função de doses de lodo de esgoto. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 3., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, FCA, Departamento de Recursos Naturais, 2006. 1 CD-ROM.

BAESSO, M. M. et al. Determinação do “status” nutricional de nitrogênio no feijoeiro utilizando imagens digitais coloridas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 520-528, 2007.

BEARD, J. B. **Turfgrass: science and culture**. Englewood Cliffs: 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**, Madison, v. 42, p. 833-841, 2002.

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

BYRNES, B. H. Liqued fertilizers and nitrogen solutions. In: INTERNACIONAL FERTILIZER DEVELOPMENT CENTER. **Fertilizer manual**. Alabama: Kluwer Academic, 2000. chap. 2, p. 20-44.

CANTARELLA, H. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 120, p. 12-13, dez. 2007.

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

CHARBONNEAU, P. **Sod production**. Ontário: Government of Ontario, 2004. Disponível em: <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crop/facts/info_sod.htm>. Acesso em: 21 nov. 2004.

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

CHRISTIANS, N. E.; MARTIN, D. P.; WILKINSON, J. F. Nitrogen, phosphorus, and potassium effects on quality and growth of Kentucky bluegrass and creeping bentgrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, p. 564-567, 1979.

COELHO, S. J. **Influência de tipo de muda, espaçamento e adubação fosfatada, na formação de gramado com grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge)**. 1994. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

COSTA, M. C. G. **Eficiência agronômica de fontes nitrogenadas na cultura da cana-de-açúcar em sistema de colheita sem palha a fogo.** 2001. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF, 2006. 306 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

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

GODOY, J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. **Produção implantação e manutenção: anais...** Botucatu: UNESP, FCA, Departamento de Recursos Naturais, 2003. 1 CD-ROM.

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

GODOY, L. J. G. et al. Doses de nitrogênio e potássio na produção de grama esmeralda. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras v. 31, n. 5, p. 1326-1332, 2007a.

GODOY, L. J. G. et al. Doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado na nutrição e produção de tapetes de grama esmeralda. **Scientia Agraria Paranaensis**, Cascavel, v. 6, n. 1/2, p. 77-89, 2007b.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Calagem e adubação para gramados: como potencializar a produção e a manutenção. In: VILLAS BÔAS, R. L. et al. **Tópicos atuais em gramados.** Botucatu: UNESP, 2008. cap.1, p. 2-19.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Doses de nitrogênio para a produção de tapetes de grama Esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 8.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004, LAGES. **Anais...** Lages: UDESC, 2004. 1 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: UNESP, FCA, Departamento de Recursos Naturais, 2003. 1 CD-ROM.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Produção e consumo de gramas crescem no Brasil. **AGRIANUAL 2006**: anuário da agricultura brasileira, São Paulo, p. 35-38, 2005.

GURGEL, R. A. G. Principais espécies e variedades de grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. **Produção, implantação e manutenção**: anais... Botucatu: UNESP, FCA, Departamento de Recursos Naturais, 2003. 1 CD-ROM.

HALL, J. R.; MILLER, R. W. Effect of phosphorus season and method of sampling on foliar analysis of Kentucky Bluegrass. In: INTERNATIONAL TURFGRASS RESEARCH CONFERENCE, 2., 1974, Madison. **Proceedings...**: American Society of America, 1974. p. 155-171.

HUMMEL, N. W.; WADDINGTON, D. V. Sulfur-coated urea for turfgrass fertilization. **Soil Science Society of America Journal, Madison**, v. 48, p. 191-195, 1984.

HYLTON, L. O. Jr. et al. Phosphorus nutrition of Italian ryegrass relative to growth, moisture content, and mineral constituents. **Agronomy Journal, Madison**, v. 57, p. 505-508, 1965.

JONES, J. R. Turf analysis. **Golf Course Management, Chelsea**, v. 48, n. 1, p. 29-32, 1980.

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

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

KOSKE, T. J. **Sod production for Louisiana**. Saint Paul: LSU Agency Center, 1994.

Disponível em:

<http://www.lsuagcenter.com/en/lawn_garden/commercial_horticulture/turfgrass/sod_farming/Sod+Production+in+Louisiana.htm>. Acesso em: 10 dez. 2004.

KUNZ, K. The value of ammonium sulfate. In: WORKSHOP SOBRE MANEJO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SULFATADOS NA AGRICULTURA, 1., 2001, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: USP, ESALQ, 2001. p.15-19.

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: UNESP, FCA, Departamento de Recursos Naturais, 2003. 1 CD-ROM.

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

MANGIAFICO, S. S.; GUILLARD, K. Turfgrass reflectance measurements, chlorophyll, and soil nitrate desorbed from anion exchange membranes. **Crop Science**, Madison, v. 45, p. 259-265, 2005.

MELGAR, R.; CAMOZZI, M. E.; FIGUEROA, M. M. Nitrogenados. In: _____. **Guia de fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária, 1999. cap. 1, p. 13-25.

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

MURRAY, J. J. **Utilization of composted sewage sludge in sod production**. In: INTERNATIONAL TURFGRASS RESEARCH CONFERENCE, 4., 1991, Ontario. **Proceedings...** Ontario: University of Guelph, 1991. p.544.

PAULA, C. C. **Manual de cultivo de gramas e implantação de gramados**. Viçosa: UFV, Centro de Produções Técnicas, 1997. 62 p.

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

PIMENTA, C. H. Produção de gramas. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. **Produção, implantação e manutenção**: anais... Botucatu: UNESP, FCA, Departamento de Recursos Naturais, 2003. 1 CD-ROM.

PLANK, C. O.; CARROW, R. N. **Plant analysis**: an important tool in turf production. Athens: University of Georgia, College of Agriculture and Environmental Sciences, 2003. Disponível em: <<http://www.cropsoil.uga.edu/~oplank/plantanalysisisturf/index.html>>. Acesso em: 5 ago. 2003.

PRINCHETT, W. L.; HORN, G. C. Fertilization fights turf disorders. **Better Crops With Plant Food**, Norcross, v. 50, n. 3, p. 22-25, 1966.

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

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

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

SALVADOR, E. D.; MINAMI, K. Avaliação de diferentes substratos no cultivo de grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) em bandejas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 237-243, 2002.

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

TRENHOLM, L. E.; CARROW, R. N.; DUNCAN, R. R. Relationship of multispectral radiometry data to qualitative data in turfgrass research. **Crop Science**, Madison, v. 39, p. 763-769, 1999.

TURNER, T. R. **Soil test calibration studies for turfgrasses**. 1980. 120 p. Dissertation (PhD in Agronomy)-Pennsylvania State University, University Park, 1980.

WADDINGTON, D. V. et al. Effect of fertilization of 'Penncross' creeping bentgrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, p. 713-718, 1978.

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: UNESP, FCA, Departamento de Recursos Naturais, 2003. 1 CD-ROM.