

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO E PRODUÇÃO DE TAPETES DE GRAMA
ESMERALDA EM FUNÇÃO DE MANEJOS MECANIZADOS**

ALESSANDRO JOSÉ MARQUES SANTOS

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

BOTUCATU-SP

Setembro de 2012

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO E PRODUÇÃO DE TAPETES DE GRAMA
ESMERALDA EM FUNÇÃO DE MANEJOS MECANIZADOS**

ALESSANDRO JOSÉ MARQUES SANTOS

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero

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 (Energia na Agricultura)

BOTUCATU-SP

Setembro de 2012

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

S237i Santos, Alessandro José Marques, 1976-
Características físicas do solo e produção de tapetes de grama esmeralda em função de manejos mecanizados/ Alessandro José Marques Santos.- Botucatu : [s.n.], 2012
iv, 71 f. : il., color., grafs., tabs.

Tese(doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012
Orientador: Carlos Antonio Gamero
Co-Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas
Inclui bibliografia

1. Grama. 2. Solos - Manejo. 3. Solos - Preparo. 4. *Zoysia japonica*. 5. Solos - Compactação. I. Gamero, Carlos Antonio . 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: "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO E PRODUÇÃO DE
TAPETES DE GRAMA ESMERALDA EM FUNÇÃO DE MANEJOS
MECANIZADOS"

ALUNO: ALESSANDRO JOSÉ MARQUES SANTOS

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ANTONIO GAMERO
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

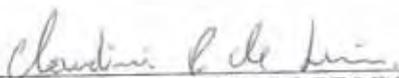
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS ANTONIO GAMERO



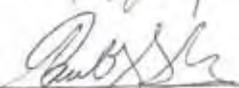
PROF. DR. MARIA HELENA MORAES



PROF. DR. CLAUDINEI PAULO DE LIMA



PROF. DR. LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY



PROF. DR. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

Data da Realização: 03 de setembro de 2012.

Aos meus pais

Airton Santos e Nadira Marques Santos,

Por sempre me apoiarem em todos os momentos,
e por serem as pessoas mais importantes da minha vida.

DEDICO

A minha esposa, **Clarice Backes**

Por estar sempre ao meu lado em todos os momentos, e estará sempre.

Ao meu sogro e minha sogra **Marcelino Backes**
e **Dilma Backes**, pelo apoio e confiança em mim depositada.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder vida, saúde, coragem e amor.

A Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade e infraestrutura oferecida pelo Curso de Pós-Graduação Energia na Agricultura, por intermédio do Departamento de Engenharia Rural.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pela bolsa concedida, sem a qual não seria possível realizar este trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero, por ter me aceitado como orientado e pelos ensinamentos.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, pela tarefa de me co-orientar e, principalmente, pela amizade.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva pelo apoio e colaboração na correção da tese, tornando a redação e o conteúdo mais adequados.

Ao Prof. Dr. Kléber Pereira Lanças pela contribuição.

Aos Professores do Departamento de Ciência do Solo, Professores Dr.(s) Iraê Amaral Guerrini, Sergio Lázaro de Lima, Dirceu Maximino Fernandes, Leonardo Theodoro Büll, Maria Helena Morais, pelo incentivo e ensinamentos durante o curso.

Aos funcionários do Departamento de Ciência do Solo, em especial ao Sr. Jair Vieira e as secretárias Sylvia Regina Garcia e Selma Regina Lopes Miranda.

Ao Prof. Dr. Marco Antonio Martin Biaggioni e ao atual coordenador do programa Prof. Dr. Adriano Wagner Ballarin, por toda colaboração.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Rural, em especial aos senhores Maury Torres da Silva, Silvio Sabatine Scolastici, Gilberto Winkler, Eduardo Biral e Ailton de Lima Lucas, pela atenção, amizade e serviços prestados e a secretária Rita de Cássia Miranda Gomes por sempre nos atender com presteza.

Aos Irmãos Xavier: Reginaldo, Aguinaldo e Reinaldo, pela seção da área para pesquisa e colaboração em termos de manejo, máquinas e equipamentos.

À biblioteca da FCA pelos auxílios nas referências bibliográficas e localização nas pesquisas dos bancos de dados.

Às secretárias da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP pelo bom atendimento e atenção durante o curso de pós graduação.

Aos amigos de Pós-Graduação pelo bom convívio e amizade, em especial a: Mauricio Roberto de Oliveira e Diógenes Martins Bardiviesso, pela ajuda incomensurável, Luís Vítor Crepalde Sanches, Aline Sandim, Suenon Furtado, Thomas Fiore, por sempre se fazerem presentes.

Enfim agradeço a todos que durante o doutorado me ajudaram a ser uma pessoa melhor em todos os sentidos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
4.1. Importância e características dos gramados.....	7
4.2 Sistemas de produção de gramas	9
4.3 Compactação do solo e desenvolvimento das gramas	11
4.4 Medidas indiretas de compactação do solo.....	14
4.5 Equipamentos mecanizados utilizados na produção de gramas	16
5 MATERIAL E MÉTODOS	18
5.1 Localização e caracterização da área experimental.....	18
5.2 Caracterização do solo	18
5.3 Parâmetros meteorológicos	20
5.4 Caracterização da grama utilizada.....	22
5.5 Delineamento experimental e tratamentos.....	22
5.6 Características dos equipamentos utilizados.....	23
5.7 Instalação e condução do experimento	26
5.8 Características avaliadas	28
5.8.1 Área de solo mobilizado e profundidade de preparo	28
5.8.2 Infiltração de água no solo	29
5.8.3 Densidade do solo.....	31
5.8.4 Porcentagem de agregados	31
5.8.5 Resistência mecânica do solo à penetração.....	33
5.8.6 Taxa de cobertura do solo pela grama	34
5.8.7 Massa de matéria seca de raízes, rizomas, folhas e caules	35
5.8.8 Resistência ao manuseio dos tapetes	35
5.9 Análise estatística	36

5.10 Cronograma de execução	37
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
6.1 Área de solo mobilizada e profundidade de preparo	38
6.2 Velocidade de Infiltração Básica (VIB) de água no solo.....	40
6.3 Densidade do solo.....	42
6.4 Porcentagem de agregados.....	44
6.5 Resistência mecânica do solo à penetração.....	46
6.6 Taxa de cobertura do solo pela grama	52
6.7 Fitomassa seca de parte aérea e sistema radicular.....	54
6.8 Resistência dos tapetes à tração.....	56
7 CONCLUSÕES.....	59
8 REFERÊNCIAS.....	60
ANEXOS	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado inicial da análise química do solo da área experimental.	20
Tabela 2. Resultado inicial da análise física do solo da área experimental.	20
Tabela 3. Velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetiva em função dos equipamentos utilizados nos preparos na cultura da grama esmeralda.	26
Tabela 4. Cronograma de execução do experimento.	37
Tabela 5. Área de solo mobilizada pelos equipamentos nos diferentes preparos do solo.	39
Tabela 6. Profundidade de trabalho dos equipamentos nos diferentes preparos do solo.	40
Tabela 7. Velocidade de infiltração básica (VIB) da água no solo em função dos preparos e das épocas de avaliação (58, 148 e 241 dias após o corte do tapete anterior - DAC).	41
Tabela 8. Densidade do solo em função dos preparos e das épocas de avaliação (58, 148 e 241 dias após o corte do tapete anterior - DAC).	43
Tabela 9. Diâmetro médio ponderado em função dos preparos e das épocas de coleta.	45
Tabela 10. Diâmetro médio geométrico em função dos preparos e das épocas de coleta.	45
Tabela 11. Índice de estabilidade de agregados em função dos preparos e das épocas de coleta.	46
Tabela 12. Resistência mecânica do solo a penetração em função dos diferentes preparos do solo e das épocas, nas camadas de 0,00-0,05 m.	49
Tabela 13. Resistência mecânica do solo à penetração em função dos diferentes preparos do solo e das épocas, na camada de 0,05-0,10 m.	50
Tabela 14. Resistência mecânica do solo à penetração em função dos diferentes preparos do solo e das épocas, nas camadas de 0,10-0,15 m.	50
Tabela 15. Resistência mecânica do solo à penetração em função dos diferentes preparos do solo e das épocas, nas camadas de 0,15-0,20 m.	51
Tabela 16. Teores de água do solo nos diferentes preparos do solo.	51
Tabela 17. Taxa de cobertura do solo pela grama esmeralda em função dos diferentes preparos do solo aos 58, 102, 148, 193, 241, 330 e 380 DAC.	52
Tabela 18. Massa seca da parte aérea (folha + caule) e do sistema radicular (raiz, rizoma e estolão) em função dos diferentes preparos do solo.	55

Tabela 19. Resistência dos tapetes de grama em função dos diferentes preparos do solo.	57
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista da área experimental.	19
Figura 2. Precipitação no município de Tatuí/SP, durante o período de janeiro de 2010 a março de 2011.	21
Figura 3. Temperaturas máxima, mínima e média mensal do ar no município de Tatuí/SP, durante o período de janeiro de 2010 a março de 2011.	21
Figura 4. Grama esmeralda (<i>Zoysia japonica</i> Steud.) (A) e área de grama esmeralda sendo colhida (B).	22
Figura 5. Croqui e dimensionamento das parcelas da área experimental.	23
Figura 6. Equipamento tipo “Estrelinha” (A); efeito do órgão ativo no solo (B).	24
Figura 7. Haste escarificadora (A); efeito da haste no solo (B).	24
Figura 8. Rolo compactador de superfície lisa utilizado após a irrigação.	27
Figura 9. Colhedora de tapetes de grama adaptada a um trator de pneus.	28
Figura 10. Perfilômetro utilizado na medição de área mobilizada.	29
Figura 11. Determinação da velocidade de infiltração básica da água no solo (VIB) através do método dos anéis concêntricos.	30
Figura 12. Aspecto dos agregados separados pelo método da via seca: solo retido na peneira de 2,00 mm (A); solo retido na peneira de 1,00 mm (B); solo retido na peneira de 0,500 mm (C); solo retido na peneira de 0,250 mm (D); solo retido na peneira 0,125 mm (E).	32
Figura 13. Penetrômetro eletrônico modelo PLG 1020, marca Falker (A), e determinações de resistência à penetração na área experimental (B).	33
Figura 14. Análise da imagem digital para determinar a taxa de cobertura do solo pela grama (adaptado de GODOY, 2005).	34
Figura 15. Amostras coletadas (A), folhas + caules (B), rizomas + estolões + raízes (C).	35
Figura 16. Equipamento para medir a resistência do tapete de grama.	36
Figura 17. Resistência mecânica do solo a penetração em função dos diferentes preparos do solo aos 58 e 102 DAC. E: estrelinha; H: haste.	47
Figura 18. Resistência mecânica do solo a penetração em função dos diferentes preparos do solo aos 148 e 193 DAC. E: estrelinha; H: haste.	47

Figura 19. Resistência mecânica do solo a penetração em função dos diferentes preparos do solo aos 241 e 330 DAC. E: estrelinha; H: haste.....	48
Figura 20. Taxa de cobertura do solo pela grama em função das épocas de avaliação. E: estrelinha; H: haste.....	54
Figura 21. Relação entre a resistência dos tapetes e a fitomassa seca de rizomas, raízes e estolões da grama esmeralda.	57

1 RESUMO

No sistema de produção de gramas a compactação nas camadas superficiais do solo, proporcionada pela passagem de um rolo compactador no momento da colheita, é favorável para facilitar o corte dos tapetes e obtenção de tapetes com boas características para a venda, porém esta compactação reflete no desenvolvimento da grama do próximo ciclo, uma vez que afeta as características físicas do solo. Para minimizar os efeitos desta compactação são utilizados, por alguns produtores, equipamentos de preparo do solo. Estes equipamentos devem mobilizar o solo de forma superficial de modo a não causar rugosidade excessiva, que pode prejudicar a qualidade do tapete formado. Dessa forma, objetivou-se no presente trabalho verificar os efeitos dos manejos mecanizados nas propriedades físicas do solo e na produção de tapetes de grama esmeralda. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco sequências de preparo do solo: controle (sem o uso de equipamentos); uma passada da estrelinha (1E); duas passadas da estrelinha (2E); uma passada do escarificador (1H) e uma passada do escarificador e uma da estrelinha (1H + 1E). Os tratamentos que receberam a passagem de 2E e 1H + 1E proporcionaram maior velocidade de infiltração básica de água no solo e maior taxa de cobertura do solo pela grama, avaliada aos 330 DAC. Nos tratamentos 2E e 1H + 1E houve redução da resistência mecânica do solo a penetração na camada de 0,00-0,05 m. Na camada de 0,05-0,10 m houve redução da resistência apenas quando utilizado o escarificador, com ou sem a passagem da estrelinha.

Para a massa seca de folhas + caules não houve influência dos tratamentos. Os tratamentos com 2E, 1H e 1H + 1E proporcionaram maior desenvolvimento de rizomas + estolões + raízes da grama esmeralda e aumento da resistência dos tapetes produzidos. A ausência de preparo e a utilização de apenas uma passagem da estrelinha não influenciaram as características físicas do solo de forma a proporcionar um bom desenvolvimento da grama esmeralda, resultando em tapetes de baixa qualidade. É necessária a utilização de equipamentos de preparo do solo na produção de tapetes de grama esmeralda. Nas condições em que foi realizado o trabalho, recomenda-se o preparo do solo com a passagem de 2E ou 1H + 1E.

PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL AND ZOYSIAGRASS PRODUCTION IN FUNCTION OF MECHANIZED MANAGERMENTS. Botucatu, 2012, 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ALESSANDRO JOSÉ MARQUES SANTOS

Adviser: CARLOS ANTONIO GAMERO

Co-adviser: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

2 SUMMARY

In the production system of grasses, surface soil compaction due to the use of compactors at harvesting favors and facilitates grass sod cutting and grass sods with good sales characteristics; however, compacting influences the development of the next grass cycle because it affects the soil physical characteristics. To minimize the effects of compacting, some producers use soil preparation equipment that raises the soil on the surface but does not cause excessive roughness which may harm the quality of the formed sod. Thus, this paper aimed to verify the effects of mechanized managements on the physical properties of the soil and on the production of zoysiagrass sods. The experimental design had random plots and four replications. The treatments consisted of five sequences of soil preparation: control (without the use of equipment); coultter blade disc harrow used once (1CB), coultter blade disc harrow used twice (2CB), surface chisel used once (1C), surface chisel and coultter blade disc harrow used once (1C + 1CB). The treatments with 2CB and 1C + 1CB provided greater basic water infiltration speed in the soil and higher rate of soil covering by the grass when evaluated at 330 days. In treatments 2CB and 1C + 1CB, there was a reduction of the mechanical resistance of the soil to penetration in the 0.00-0.05 m depth layer. In the 0.05-0.10 m depth layer, there was a decrease of resistance only when chisel was used, with or without rotary tiller use. For dry matter mass+stems, there was no influence of the treatments. The treatments with 2CB, 1C and 1C + 1CB provided a greater development of rhizomes+stolons+roots of zoysiagrass and the increase of resistance of produced sods. The

absence of preparation and a single utilization of rotary tiller did not influence the physical characteristics of the soil in order to provide a good development of zoysiagrass, and thus resulted in low-quality sods. It is necessary to use equipment to prepare the soil to produce zoysiagrass. Soil preparation utilizing 2CB or 1C + 1CB is recommended under the conditions this study was done.

Key-words: soil preparation equipment; soil management; mechanical resistance of the soil to penetration; sod quality.

3 INTRODUÇÃO

A presença dos gramados nos ambientes urbanos vem crescendo no Brasil e está colaborando, cada vez mais, para melhorar a qualidade de vida das pessoas, associada a oportunidades de lazer e práticas de esportes, além dos seus múltiplos benefícios ambientais, como melhoria no efeito da erosão superficial, captura do CO₂ atmosférico, dentre outros.

O aumento da demanda tem impulsionado o crescimento das áreas de produção de gramas em tapetes, que no Brasil é algo recente e necessita de estudos aprofundados pela comunidade científica sobre o manejo mais adequado. As técnicas atualmente difundidas, principalmente por produtores, diferem daquelas aplicadas a maioria das culturas comerciais.

Na produção de tapetes de grama, antes do corte, é realizada a passagem de um rolo compactador com a finalidade de promover uma pressão na camada superficial do solo e facilitar o corte do tapete. No entanto, apesar do benefício promovido no corte, é comum que a compactação ultrapasse a profundidade do limite do tapete, e o efeito dessa compactação irá refletir no desenvolvimento do grama do próximo ciclo, uma vez que afeta as características físicas do solo, tais como: infiltração de água, densidade e redução do oxigênio livre, entre outras.

Após o corte dos tapetes de grama e aplicação de corretivo e fertilizantes são utilizados, por alguns produtores, equipamentos de preparo do solo que visam minimizar a compactação proporcionada pela passagem do rolo compactador no momento da colheita. Estes equipamentos são fabricados de forma caseira e/ou adaptados de outras culturas e mobilizam o solo de forma superficial de modo a não causar rugosidade excessiva, que pode prejudicar a qualidade do tapete formado.

As hipóteses que fundamentam este estudo são: (1) os equipamentos utilizados por alguns produtores para o preparo do solo podem aumentar a aeração e infiltração de água, diminuir a resistência mecânica do solo à penetração e influenciar a qualidade e o tempo de formação dos tapetes de grama esmeralda? (2) o tapete gerado após os diferentes preparos apresentam resistência adequada?

Diante do exposto objetivou-se no presente trabalho verificar os efeitos dos manejos mecanizados nas propriedades físicas do solo e na produção de tapetes de grama esmeralda.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Importância e características dos gramados

Os gramados estão ocupando posição destacada na função de melhorar a qualidade de vida, principalmente, nos grandes centros urbanos, com o objetivo de embelezar, conservar o solo de erosões e melhorar o micro-clima local (PIMENTA, 2003).

Os riscos de erosão do solo são reduzidos devido ao hábito de crescimento denso da grama que causa abrandamento da velocidade das enxurradas, reduzindo a perda dos sedimentos, aumentando a infiltração da água no solo (LINDE et al., 1998). Segundo Turgeon (1996), os benefícios ambientais dos gramados estão relacionados com a proteção das casas e locais de lazer da poeira e lama, amenizando os efeitos da intensidade da luz e calor.

Devido à alta produtividade de material vegetal e falta de mobilização do solo, o gramado pode contribuir substancialmente para sequestrar carbono da atmosfera, diminuindo o efeito estufa. Qian e Follett (2002) em estudos para determinar a taxa e capacidade de sequestro de carbono em campos de golfe, verificaram que em 25 a 30 anos do estabelecimento dos gramados, as taxas médias de carbono sequestrado foram de 0,9 e 1,0 t

ha⁻¹ ano⁻¹ para “fairways” (área de caída de bolas iniciais) e “greens” (onde está localizado o buraco), respectivamente.

Acompanhando essa tendência global de associar qualidade de vida, tanto ao desenvolvimento tecnológico, como à cobertura vegetal e à natureza como forma de manutenção dos recursos naturais tão necessários para a vida, destaca-se o cultivo de gramas (PIMENTA, 2003).

As espécies de gramas de clima quente são as que mais se adaptam as condições climáticas brasileiras, caracterizando-se por possuírem capacidade de se desenvolverem em altas temperaturas, apesar de algumas variedades tolerarem geadas esporádicas e outras baixas temperaturas, mas sempre acima de zero graus Celsius (GURGEL, 2003). Dentre as gramas de clima quente em produção no Brasil, destacam-se as espécies denominadas São Carlos (*Axonopus compressus*), Batatais ou Bahia (*Paspalum notatum*), Santo Agostinho (*Stenotaphrum secundatum*) e Esmeralda (*Zoysia japonica*) (PIMENTA, 2003).

Do total da área cultivada no Brasil, cerca de 74% é de grama Esmeralda, 24% de grama São Carlos, 1,2% de grama bermudas e 0,8% de outros cultivares de gramas (ZANON; PIRES, 2010).

A espécie esmeralda, principal grama cultivada e mais comercializada no Brasil, tem crescimento rizomatoso-estolonífero, com folhas de textura fina a média, excelente densidade e coloração verde médio, muito usada em contenção de taludes e áreas com riscos de erosão (devido ao grande número de rizomas que produz), além de jardins residenciais, áreas públicas, parques industriais e campos esportivos (GURGEL, 2003). Apresenta, ainda, ótima capacidade de regeneração no caso de injúria e, em função da luminosidade exigida, tolera sombreamento leve (LORENZI; SOUZA, 2001).

As *Zoysias spp.* são gramíneas perenes adaptadas a uma ampla gama de ambientes (SCHWARTZ, 2008), sendo tolerantes ao frio e salinidade. Entretanto, seu crescimento é lento o que dificulta seu estabelecimento, podendo isso ser vantagem na manutenção por exigir menor frequência de cortes em relação a algumas outras gramíneas de estação quente (TRENHOLM; UNRUH, 2006).

4.2 Sistemas de produção de gramas

De acordo com Godoy (2005), os fatores que influenciam o crescimento das áreas de produção de gramas são: crescente demanda pelo produto e maior exigência do mercado, principalmente em localidades próximas aos grandes centros consumidores.

A produção de gramas no Brasil concentra-se nos Estados de São Paulo e Paraná, com áreas de 7.113 e 1.363 ha, respectivamente. Com áreas de produção bem menos expressivas estão os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Rio de Janeiro e mais recentemente Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e a região Nordeste (ZANON; PIRES, 2010).

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

A produção de grama para comercialização na forma de tapetes ou rolos envolve algumas operações não convencionais na agricultura como o plantio de “sprigs” (estolões), compactação do solo (uso de rolo compactador) e colheita de tapetes (colhedoras específicas), além de outras operações tradicionais como adubação, irrigação, controle de pragas, doenças e plantas invasoras (PIMENTA, 2003).

De acordo com Godoy e Villas Bôas (2003) no sistema de produção de tapetes de grama, certa compactação das camadas superficiais é desejada para facilitar o corte dos tapetes e para que estes fiquem inteiros e firmes (característica desejável para a venda). Esta compactação é realizada pela passagem de um rolo compactador na área onde serão cortados os tapetes e que, normalmente, é irrigada anteriormente a este processo. Segundo Brouwer (2004) passar o rolo compactador antes de colher permite cortar tapetes finos com e espessura mais uniforme.

Na prática, o que se procura são tapetes finos, porém que contenham boa quantidade de raízes e estolões que permitam dar resistência ao manuseio e promovam bom restabelecimento no local onde serão transplantados (BACKES et al., 2010a).

O solo também pode proporcionar maior resistência ao tapete. Lima (2009), estudando diferentes espessuras de corte de tapetes de grama esmeralda (0,9; 1,6 e 2,2 cm), verificou que a maior espessura (2,2 cm) proporcionou maior resistência dos tapetes (33,3 kgf). As espessuras de 0,9; 1,6 cm proporcionaram valores de resistência de 28,0; 31,5 kgf, respectivamente. De acordo com estes dados verifica-se que o aumento da espessura de corte proporciona acréscimos cada vez menores na resistência dos tapetes, pois da espessura 0,9 a 1,6 cm houve aumento da resistência de 3,5 kgf e da espessura de 1,6 a 2,2 cm este aumento foi de 1,8 kgf.

Na colheita da grama, cada vez que os tapetes são cortados, uma pequena camada de solo é levada. Logo, nestes sistemas, a retirada de nutrientes do local é grande, pois, além daqueles extraídos pelas plantas, uma parte contida numa camada mais superficial também é retirada da área e, portanto, estes solos podem ter sua fertilidade reduzida se não for realizada uma reposição adequada de nutrientes que vise atender a demanda das plantas para a produção do tapete e manter o nível adequado de fertilidade do solo (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003). Backes et al. (2010), estudando o efeito de doses de lodo de esgoto na produção de tapetes de grama esmeralda, verificaram que a máxima extração de nutrientes com a retirada do tapete foi de 198, 20, 92, 34, 10 e 38 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. Os autores quantificaram apenas os nutrientes retirados pelas plantas, sem considerar o solo.

Segundo os resultados de Lima (2009) a quantidade de solo exportado da área juntamente com o tapete de grama, de espessura de 1,6 cm, é de, aproximadamente, 250 t ha⁻¹. Considerando a densidade do solo de 1,2 kg dm⁻³ e os resultados das análises deste solo obtidas por Lima (2009) a quantidade de P, K, Ca e Mg retiradas com o solo do tapete de grama equivalem a: 2,0; 9,7; 104 e 25 kg ha⁻¹, respectivamente.

Além de levar quantidade considerável de nutrientes, Moraes et al. (2008) citam ainda que o corte dos tapetes de grama proporciona o selamento superficial do solo, principalmente naqueles de textura argilosa ou muito argilosa que são os utilizados para a produção. Ao se realizar a prática da escarificação superficial, a abertura de espaços porosos

no solo favorece a infiltração e retenção de água e o crescimento das raízes da grama nestes pontos, acelerando o fechamento das áreas para o próximo corte dos tapetes. De acordo com Backes et al. (2009), como prática no sistema de produção de grama, os produtores utilizam escarificadores a fim de melhorar também a eficiência da adubação, que é realizada superficialmente.

4.3 Compactação do solo e desenvolvimento das gramas

O termo compactação do solo refere-se ao processo que descreve o decréscimo de volume de solos não saturados quando determinada pressão externa é aplicada, a qual pode ser causada pelo tráfego de máquinas agrícolas, equipamentos de transporte ou animais (LIMA, 2004).

Richart et al. (2005) relatam também o efeito da compactação da gota de chuva, considerada fonte natural de compactação, pois quando cai sobre o solo descoberto, pode compactá-lo e desagregá-lo aos poucos.

As operações agrícolas, quando realizadas em solos úmidos com consistência acima dos índices de friabilidade, provocam aumento da área compactada do solo, o que pode reduzir a infiltração e, conseqüentemente, a disponibilidade de água para as plantas, comprometendo a produtividade (SECCO et al., 2004).

De acordo com Souza (1988) a utilização de implementos de discos, pode predispor à formação de camadas compactadas, à redução da estabilidade dos agregados e ao aparecimento, em maior número, de microporos, aumentando a propensão à perda de solo.

Segundo Klein e Libardi (2002) até mesmo o uso da irrigação provoca alterações nas características físicas do solo. Em estudo realizado em um Latossolo Vermelho, os autores concluíram que o manejo do solo em área irrigada aumentou a densidade do solo até à profundidade de 0,4 m, diminuindo a porosidade total e alterando a distribuição do diâmetro dos poros, acarretando a conseqüente diminuição do volume de macroporos e aumento de micro e criptoporos (poros com diâmetro menor que 0,0002 mm), sendo que, em

densidades superiores a $1,256 \text{ Mg m}^{-3}$ a porosidade de aeração passou a ser limitante (inferior a $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$).

Na produção de grama, diferenciada das demais culturas, a compactação é proporcionada também pela passagem de um rolo compactador liso na área onde serão cortados os tapetes e que, normalmente, é irrigada anteriormente a este processo. Além do intenso tráfego de máquinas durante o ciclo (roçadora, 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; VILLAS BÔAS, 2003).

A compactação excessiva pode limitar a adsorção e/ou absorção de nutrientes, infiltração e redistribuição de água, trocas gasosas e desenvolvimento do sistema radicular, resultando em decréscimo da produção, aumento da erosão e da potência necessária para o preparo do solo (BICKI; SIEMENS, 1991; SOANE, 1986).

Para Reichert et al. (2003), a qualidade física do solo está associada à boa infiltração, retenção e disponibilidade de água para as plantas. Quanto menor a infiltração da água de chuvas, maior o escoamento superficial que é intensificado pelo aumento na declividade e presença de pouca matéria vegetal na superfície do solo (MIGUEL et al., 2009). A taxa de infiltração de água é considerada, portanto, um bom indicativo desta qualidade (BERTOL et al., 2000).

Silva et al. (2006) em experimento realizado para avaliar os efeitos da compactação sobre os atributos físicos de dois solos verificaram que o incremento da microporosidade com a compactação aumentou a retenção de água no solo, mas este aumento não se expressou em termos de conteúdo de água disponível. A água disponível no solo foi de 48%, após uma compactação de 900 kPa.

Por outro lado, Stone et al. (2002) relatam que a compactação do solo reduz o volume de macroporos enquanto os microporos permanecem praticamente inalterados.

De acordo com Falleiro et al. (2003) as alterações edáficas provocadas pelos diferentes sistemas de preparo, podem requerer ajustes no manejo das culturas e nas recomendações de adubação e calagem. Estes ajustes podem ocorrer de acordo com a região, em decorrência das diferenças no manejo de culturas empregadas ou de fatores ligados ao clima e ao solo.

Para Godoy e Villas Boas (2003), no sistema de produção de gramas a quantidade de fertilizantes utilizada deve ser alta para elevar a concentração de nutrientes no solo e suprir a redução de aeração nas raízes e a absorção ativa de nutrientes, já que a compactação acaba diminuindo a eficiência de absorção de nutrientes pelas plantas.

Na planta, a compactação pode impedir o crescimento de raízes e diminuir o volume de solo explorado pelo sistema radicular (FOLONI et al., 2003, 2006; BEUTLER; CENTURION, 2004), além de alterar a profundidade, a ramificação e a distribuição dessas raízes no solo (CARDOSO et al., 2006; COLLARES et al., 2008).

A redução no crescimento das raízes é a resposta mais comum das plantas à presença de compactação do solo. A alongação de raízes no solo só é possível onde a pressão da raiz excede o impedimento ou a resistência mecânica do mesmo. Quando há compactação, com macroporosidade reduzida, a força de crescimento radial e longitudinal das raízes é insuficiente para deslocar as partículas de solo (GONÇALVES; STAPE, 2002). A presença de restrição ao crescimento provoca várias modificações morfológicas nas raízes, ou seja, há o aumento de diâmetro e diminuição no comprimento, tornando-as tortuosas (MORAES et al., 2008).

De acordo com Ali Harivandi (2002), a compactação do solo favorece o desenvolvimento de raízes superficiais e grossas, e que ocorre perda da cor verde da grama devido à indisponibilidade de nitrogênio na forma adequada, entre outros elementos.

Boufford e Carrow (1980) ao estudarem o efeito da intensidade e duração do tráfego sob as propriedades físicas do solo e desenvolvimento de *Tall fescue* (grama de clima frio), verificaram declínio na densidade de raízes em condições de cultivo onde o solo sofria maior intensidade de tráfego.

Carrow (1980) avaliando as respostas de três espécies de gramas de clima frio a solos submetidos a tratamento de compactação com rolo compactador, em gramados recreativos, pôde observar essa redução na qualidade geral da grama para todos os parâmetros avaliados independentemente da espécie. Porém, Silva (2008) trabalhando com diferentes espécies de grama (São Carlos, Esmeralda e Tifton 419) e dois níveis de compactação verificou a ausência de interação e de efeito da compactação sobre a produção de massa seca, atribuindo a existência de diferenças genotípicas quanto à tolerância à compactação do solo.

De acordo com Ali Harivandi (2002) a tolerância à compactação do solo, causado pelo tráfego intenso, está diretamente relacionado à capacidade genética da grama em suportar peso ou pressão que esmaga as folhas, caules e as coroas das plantas. A capacidade genética da grama de tolerar o tráfego é conhecida como tolerância ao desgaste. Ainda segundo o autor, as espécies pertencentes ao gênero *Zoysia* são altamente resistentes ao tráfego intenso e ao pisoteio.

Carribeiro (2010) verificou que incrementos na densidade do solo associados à redução do potencial de água no solo (30kPa) favoreceram o acúmulo de matéria seca nas raízes da grama esmeralda (*Zoysia japonica*), demonstrando que o aumento da disponibilidade de água no solo, ao reduzir a resistência à penetração das raízes, favoreceu o desenvolvimento das mesmas.

4.4 Medidas indiretas de compactação do solo

Alguns estudos têm utilizado a resistência à penetração e a densidade do solo para avaliar os efeitos dos sistemas de manejo no sistema radicular (FREDDI et al., 2007; COLLARES et al., 2008). Entretanto, não tem sido possível estabelecer relações funcionais desses atributos com o crescimento do sistema radicular e a produção das culturas, pois estas são influenciadas pelas complexas interações entre as fases sólida, líquida e gasosa do solo, dificultando a obtenção de valores críticos ao desenvolvimento e produtividade das culturas (BEUTLER et al., 2004).

Abreu et al. (2004) analisando integradamente, os resultados de resistência à penetração, densidade e porosidades demonstraram, aparentemente, que a resistência parece ser mais sensível na determinação da compactação do que a densidade e porosidades, especialmente para camadas pouco espessas, as quais caracterizam melhor a variação em propriedades mecânicas do solo. Esses resultados estão em consonância com os de Voorhees (1983), ao afirmar que a densidade do solo não é o fator mais limitante ao crescimento radicular, mas, sim, a resistência que o solo oferece ao crescimento das raízes, determinada por um penetrômetro. Contudo, nem sempre o limitante da produtividade das culturas é a resistência mecânica do solo, mas um conjunto de fatores, tais como: a própria

resistência do solo à penetração de raízes, o espaço aéreo destinado às trocas gasosas e a quantidade de água disponível para as plantas (SILVA, 2003).

Outros estudos utilizaram o grau de compactação como indicador do nível de compactação (CORRÊA et al., 1998; DIAS JUNIOR; ESTANISLAU, 1999; MIRANDA; DIAS JUNIOR, 1998), devido ao fato deste permitir uma normalização dos valores de densidade do solo iniciais através da densidade máxima obtida no ensaio de Proctor Normal.

Carribeiro (2010), trabalhando com potenciais de água no solo e níveis de compactação (1,21; 1,39; 1,49; 1,54 g cm⁻³), relata que solos com baixa densidade, independente do potencial de água considerado mostraram-se pouco favoráveis à manutenção da cobertura verde da grama esmeralda, sendo, portanto, inadequados para o desenvolvimento da mesma.

Backes (2008) observou resultados médios de resistência à penetração de 3,95; 10,15; 9,47 e 4,99 MPa nas profundidades de 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m, respectivamente, em área de produção de grama esmeralda, produzindo tapetes de qualidade comercial, demonstrando que o valor de 2 MPa não pode ser considerado como restritivo para a cultura da grama. De acordo com Beutler et al., (2004) e Serafim (2007), o valor de 2 MPa tem sido utilizado como limite crítico de resistência à penetração.

Ao realizar a passagem do rolo compactador os produtores não consideram a umidade e a pressão necessária para a obtenção de um tapete íntegro sem prejudicar as características físicas do solo e, conseqüentemente, a rebrota do ciclo seguinte. Santos et al. (2011) trabalhando com rolo compactador em crescentes números de passadas, com a aplicação de lâmina de 10 mm de água, verificaram que a maior resistência dos tapetes foi obtida quando foram realizadas quatro passadas do rolo, porém, não foi observada diferença nos tratamentos que receberam duas e três passadas. Além de não melhorar a qualidade do tapete colhido, a passagem excessiva do rolo compactador aumentou a densidade do solo (1,47 g cm⁻³) e a resistência à penetração, 3,5 e 6,5 MPa nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m, respectivamente.

Há uma hipótese de que a escarificação do solo minimiza a compactação resultante do corte dos gramados. Esta prática permite manipulação mecânica mínima do solo, mantêm o máximo possível de resíduos na superfície, possibilitando maior

infiltração de água, menor dano às unidades de estrutura e maior porosidade do solo, à medida que ocorre maior infiltração da água no solo (MORAES et al., 2008).

4.5 Equipamentos mecanizados utilizados na produção de gramas

Os diferentes equipamentos disponíveis para o preparo do solo provocam alterações nas suas propriedades químicas, físicas e biológicas. Cada equipamento trabalha o solo de maneira própria, alterando, de maneira diferenciada, estas propriedades. As intensidades de revolvimento do solo promovem modificações na sua agregação. Estas modificações tornam-se mais evidentes, conforme aumenta o tempo de uso da área (DE MARIA et al., 1999).

Com a compactação excessiva dos solos em áreas de produção de grama, o produtor é levado a fabricar equipamentos alternativos com chassis, órgãos ativos de semeadoras, grades, adubadoras, entre outros, para tentar diminuir este problema, visto que não são disponibilizados no mercado equipamentos para este fim (SANTOS et al., 2010a).

Dentre os equipamentos utilizados no preparo inicial do solo após o corte do tapete, tem-se aquele denominado pelos produtores de grama de “estrelinha”, que geralmente consiste de um chassi de grade intermediária de arrasto com seções paralelas, onde são adaptados discos planos de 16 polegadas, recortados em formato de estrela de oito pontas e com espaçamento entre discos de 15 cm (SANTOS et al., 2010a).

Pode existir grande variação nos formatos dos órgãos ativos das “estrelinhas”. São encontrados diferentes formatos dos discos com números de pontas reduzidos, o que proporciona maior penetração do órgão ativo no solo (SANTOS et al., 2010a).

Backes (2008) utilizando a “estrelinha” (grade de discos recortados em forma de estrela, contendo 10 discos distanciados entre si em 0,1 m) no preparo inicial, verificou que este implemento não influenciou na velocidade de fechamento do tapete e ainda promoveu corte das raízes e rizomas, diminuindo, dessa forma, a resistência dos tapetes, característica importante no sistema de produção de gramas.

A “estrelinha” normalmente não se limita ao preparo inicial, sendo utilizada de forma empírica pelos produtores também em determinados períodos, durante o ciclo de formação do tapete, com a finalidade de estimular a formação de raízes (SANTOS et al., 2010a).

A escarificação é uma das alternativas recomendadas frequentemente para reduzir a compactação, melhorando o desenvolvimento do sistema radicular das culturas (CUBILLA et al., 2003). Na produção de gramas em tapete, o crescimento de raízes e de rizomas é mais importante que o crescimento da parte aérea, pois terão maior influência na formação do tapete resistente na colheita e para o manuseio, aumentando o rendimento por área (GODOY, 2005).

Geralmente, antes da passagem da estrelinha, são utilizados equipamentos com hastes escarificadoras, com a finalidade de romper a camada superficial compactada podendo ou não adicionar, concomitantemente, os fertilizantes. O espaçamento entre hastes comumente é de 40 cm, com largura de ponteira de aproximadamente 2 cm. Estas promovem a abertura de um sulco na camada superficial (10 cm), com baixa mobilização do solo (SANTOS, 2010a).

Câmara e Klein (2005), estudando o efeito da escarificação nas propriedades de um Latossolo Vermelho Distrófico típico, constataram que a taxa inicial bem como a final de infiltração aos 120 minutos, foi afetada pelo manejo do solo, observando-se uma diferença na taxa inicial de infiltração a favor do plantio direto escarificado de 2,2 vezes e na taxa final de 3,77 vezes.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi instalado e conduzido em propriedade comercial de produção de grama no município de Tatuí-SP, distante aproximadamente 120 km da cidade de São Paulo, SP. As coordenadas geográficas da área são: 23°22'55'' Latitude Sul e 47°59'39'' Longitude Oeste de Greenwich e altitude média de 636 m.

O tipo climático predominante é Cwa, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 20,2 °C e pluviosidade média anual próxima a 1.260 mm (COELHO et al., 2003).

A área onde foi conduzido o experimento é utilizada para o corte de tapete de gramas há 28 anos, sem renovação. O início do experimento com os preparos do solo ocorreram 15 dias após a colheita dos tapetes (18 de janeiro de 2010).

5.2 Caracterização do solo

O solo onde foi instalado o experimento é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) A moderado de textura argilosa, suavemente ondulado, de acordo

com o mapa pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999). A declividade média do terreno é de aproximadamente 3% (Figura 1).



Figura 1. Vista da área experimental.

Para a caracterização química inicial e composição granulométrica foram coletadas amostras (compostas de 10 subamostras simples) na camada de 0,00 – 0,20 m, em toda a área experimental, com a utilização de um trado tipo sonda. Com o auxílio de um enxadão foram retiradas também 10 amostras (torrões) em toda a área experimental para determinação da densidade do solo (Ds) pelo método do torrão parafinado.

A análise química foi realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas, determinando-se o pH (em CaCl_2), matéria orgânica, H e Al^{+3} , Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^+ e P(resina) segundo a metodologia adaptada de Raij et al., (2001). A soma de bases (SB), CTC e saturação por bases (V%) foram calculados de acordo com os dados obtidos. A composição granulométrica foi realizada no Laboratório de Física do Solo do mesmo Departamento e a densidade do solo (Ds) no Laboratório de Mecânica do Solo do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas, conforme metodologia da Embrapa (1997).

Os resultados da caracterização química e física do solo são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultado inicial da análise química do solo da área experimental.

Camada	pH	M.O.	P _{resina}	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
m	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----						
0 – 0,20	5,2	26	9	30	0,6	32	13	45,6	75,6	61
	B	Cu		Fe		Mn		Zn		
	-----mg dm ⁻³ -----									
0 – 0,20	0,21	0,7		28		1,1		0,2		

Tabela 2. Resultado inicial da análise física do solo da área experimental.

Camada	Areia total	Silte	Argila	Textura	Densidade
m	-----g kg ⁻¹ -----				---kg dm ⁻³ ---
0 – 0,20	294	207	499	Argilosa	1,42

5.3 Parâmetros meteorológicos

Os dados de precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima e mínima absoluta e temperatura máxima, mínima e média mensal do ar (graus Celsius), no município de Tatuí, no período de janeiro de 2010 a março de 2011, foram obtidos do monitoramento climatológico do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) pertencente ao Instituto Agrônomo de Campinas (CIIAGRO *On line*, 2011).

Foram selecionadas as determinações no período compreendido entre a implantação do primeiro ciclo e o final do segundo (Figuras 2 e 3).

A precipitação pluviométrica na área apresentou comportamento dentro dos padrões esperados, com inverno com baixa pluviosidade e verão, principalmente em janeiro de 2011, com elevada precipitação (350 mm no mês).

A temperatura também mostrou variação ao longo do ano, com baixas temperaturas no inverno, que afetam significativamente o desenvolvimento de gramas como a esmeralda.

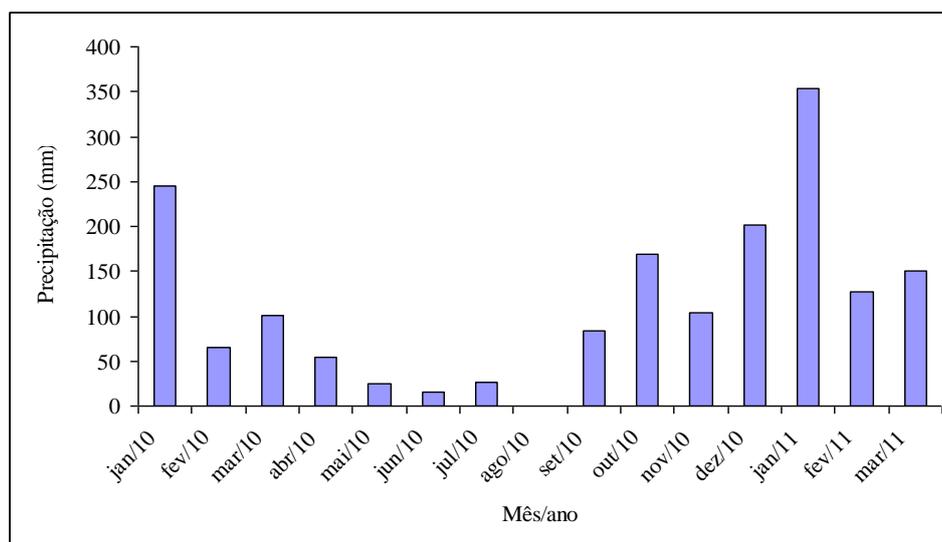


Figura 2. Precipitação no município de Tatuí/SP, durante o período de janeiro de 2010 a março de 2011.

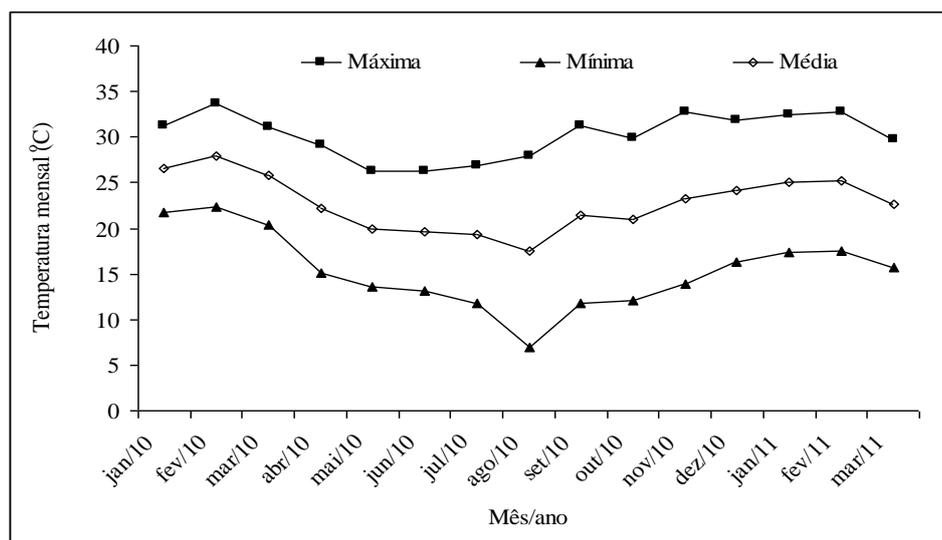


Figura 3. Temperaturas máxima, mínima e média mensal do ar no município de Tatuí/SP, durante o período de janeiro de 2010 a março de 2011.

5.4 Caracterização da grama utilizada

Foi utilizada a espécie *Zoysia japonica* Steud. conhecida, popularmente, como grama esmeralda. Esta espécie é rizomatosa e estolonífera, portanto, pode ser colhida em área total, visto que após a colheita ficam rizomas subsuperficiais capazes de rebrotar para cobrir novamente o solo (Figura 4). Foi escolhida esta espécie pela sua importância econômica, pois de acordo com Zanon e Pires (2010) das gramas cultivadas no Brasil, 74% é esmeralda.



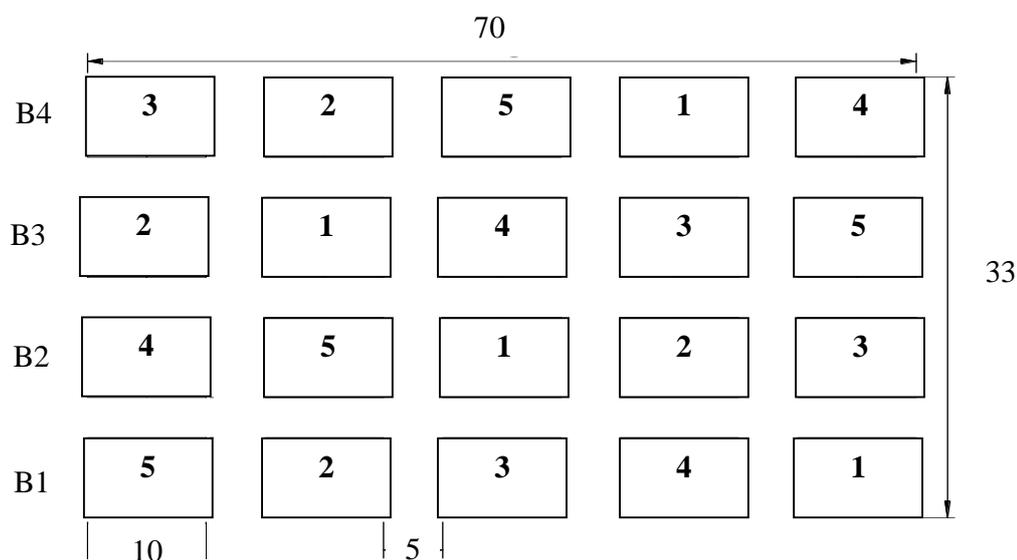
Figura 4. Grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) (A) e área de grama esmeralda sendo colhida (B).

5.5 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco preparos do solo: 1) controle (sem o uso de equipamentos); 2) uma passada da estrelinha; 3) duas passadas da estrelinha; 4) uma passada do escarificador e 5) uma passada do escarificador e uma da estrelinha, conforme Figura 5.

As parcelas experimentais mediam 10 x 6 m e foram separadas uma das outras dentro de um mesmo bloco, por 5 m, espaço este utilizado para facilitar manobras do trator e equipamentos. Do mesmo modo, entre blocos, foi mantido espaçamento de 3 metros.

Foi demarcada bordadura de 0,5 m em toda a parcela, a partir do qual numa faixa de 1 m foram retiradas amostras para determinação de densidade, agregados, umidade do solo e infiltração da água no solo.



Tratamentos

1. Controle
2. Uma passada da estrelinha
3. Duas passadas da estrelinha
4. Uma passada do escarificador
5. Uma passada do escarificador e uma da estrelinha

B1 a B4 - Blocos

Unidade métrica - m

Figura 5. Croqui e dimensionamento das parcelas da área experimental.

5.6 Características dos equipamentos utilizados

Foram utilizados dois equipamentos de preparo do solo. A “estrelinha” também conhecida como aerador de solo, que consiste, geralmente, de chassi de grade intermediária de arrasto com secções paralelas, portando 20 discos planos de 16 polegadas com recortes em formato de estrela de 8 pontas, com espaçamento entre discos de 15 cm

(Figura 6). O escarificador superficial possui sistema de acoplamento montado, e apresenta como características espaçamento entre hastes de 40 cm e largura da ponteira de aproximadamente 2 cm (Figura 7). Para aumentar o peso sobre as seções do equipamento foram adicionadas caixas metálicas (contendo solo e brita) com peso aproximado de 500 kg em cada eixo.

Para a passagem dos equipamentos (estrelinha e escarificador) foi utilizado o trator marca New Holland, modelo TL75E, motor MWM International, com 55,2 kW. Para a passagem da estrelinha foi utilizada a marcha 4 II a 2.000 rpm e para tracionar o escarificador foi utilizada a 2 II a 2.000 rpm.

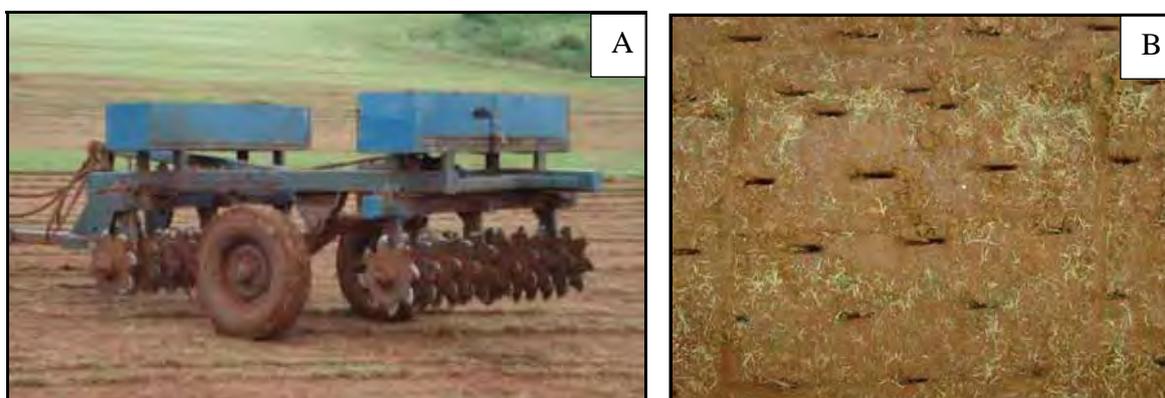


Figura 6. Equipamento tipo “Estrelinha” (A); efeito do órgão ativo no solo (B).

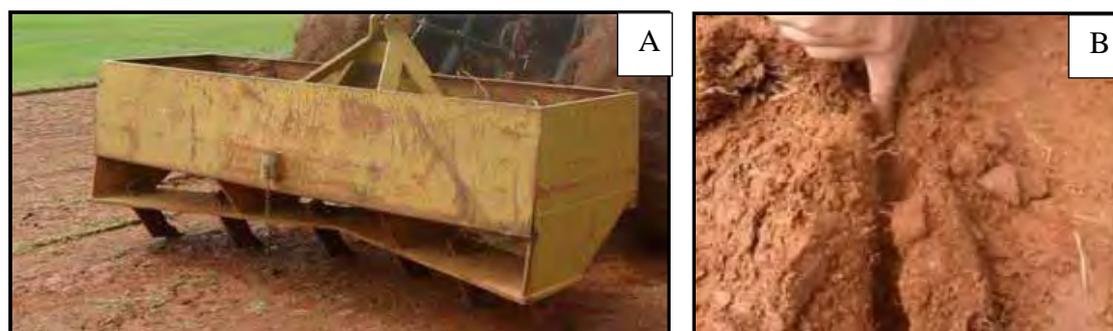


Figura 7. Haste escarificadora (A); efeito da haste no solo (B).

O monitoramento da velocidade de deslocamento nas operações de preparo foi realizado diretamente, com o auxílio de um cronômetro de bolso, fixando um ponto de referência no conjunto trator-equipamento, determinando-se o tempo total para percorrer as parcelas, obtendo-se a velocidade de deslocamento através da equação:

$$Vel = (L/\Delta t) \times 3,6 \quad (1)$$

Em que:

Vel = velocidade de deslocamento do conjunto (km h^{-1});

L = comprimento das parcelas (20 m);

Δt = tempo para percorrer as parcelas (s);

3,6 = fator de conversão (m s^{-1} para km h^{-1}).

A capacidade de campo efetiva nas operações de preparo do solo foi determinada pela relação entre a área útil da parcela trabalhada e o tempo gasto no percurso da parcela, por meio da equação.

$$CCE = (A_{tr}/\Delta t) \times 0,36 \quad (2)$$

Em que:

CCE = capacidade de campo efetiva (ha h^{-1});

A_{tr} = área útil da parcela trabalhada (m^2);

Δt = tempo gasto no percurso da parcela experimental (s);

0,36 = fator de conversão.

Os dados de velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetiva são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetiva em função dos equipamentos utilizados nos preparos na cultura da grama esmeralda.

Equipamentos	Velocidade de deslocamento -----km h ⁻¹ -----	Capacidade de campo -----ha h ⁻¹ -----
Estrelinha	8,2	1,30
Escarificador	3,8	0,64

5.7 Instalação e condução do experimento

A cultura da grama foi conduzida de acordo com os manejos convencionais do produtor (adubação, controle de insetos pragas e plantas daninhas, roçadas, irrigação).

A adubação inicial foi realizada aos 22 dias após o corte dos tapetes anteriores (25/01/2010), com a aplicação de 800 kg ha⁻¹ do fertilizante misto (mistura de grânulos) de fórmula 04-14-08, totalizando 32, 117 e 64 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Todo o P (fósforo) foi adicionado neste período. O restante do N (nitrogênio) foi aplicado em cobertura, parcelado em três vezes, e o K (potássio) em mais uma vez. A adubação total aplicada durante o ciclo foi de 375 kg ha⁻¹ de N, 112 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 157 kg ha⁻¹ de K₂O.

A fonte de N utilizada foi o sulfato de amônio aplicado aos 60 (04/03/2010), 115 (28/04/2010) e 241 (01/09/2010) dias após o corte dos tapetes, sendo a área irrigada até 24 horas após a aplicação. A fonte de K foi o cloreto de potássio (KCl) aos 115 (28/04/2010) dias após o corte do tapete anterior.

O controle de plantas daninhas na área experimental foi realizado manualmente. A irrigação foi efetuada por aspersão, via canhão hidráulico, nos períodos de baixa ou nenhuma precipitação pluviométrica, de acordo com o manejo do produtor. Foram realizadas 10 irrigações durante o ciclo da cultura, nas datas de 08/02/2010, 04/03/2010, 22/04/2010, 21/06/2010, 02/08/2010, 18/08/2010, 09/10/2010, 04/11/2010, 02/12/2010 e 07/02/2011, com a aplicação de aproximadamente 20 mm de lâmina de água em cada data.

Para manter a folha da grama em altura adequada (2 a 3 cm), de modo a evitar o auto sombreamento, foram realizadas quatro roçadas durante a condução do experimento, nos períodos de maior crescimento da grama. Foi utilizada a roçadora acoplada aos três pontos do trator (sistema hidráulico), sendo acionada pela tomada de força, com posicionamento de trabalho central. O último corte foi realizado um dia antes da colheita para ficar na altura ideal de comercialização (3 cm) e facilitar a colheita do tapete.

Um dia antes da colheita dos tapetes foi realizada a irrigação com um sistema autopropelido aplicando-se uma lâmina média de água de 10 mm.

Antecedendo a colheita, a área total do experimento recebeu compactação realizada com rolo de superfície lisa com diâmetro de 0,90 m e largura de 2 m e 10 toneladas. Este rolo teve a função de compactar a camada superficial do solo, o que facilita o corte do tapete. Nesta área o equipamento foi passado duas vezes (Figura 8).



Figura 8. Rolo compactador de superfície lisa utilizado após a irrigação.

A colheita foi realizada mecanicamente utilizando-se uma colhedora acoplada ao trator de marca New Holland, modelo 5030, motor Ford, com 55,2 kW de potência. A colhedora utilizada é de marca REMAQ com massa de 1,3 toneladas e de

capacidade de colheita diária de aproximadamente 6.000 m² de tapetes, operando com velocidade entre 4 a 5 km h⁻¹. As características do equipamento são: plataforma de corte com curso de 0,12 m; largura e comprimento dos tapetes colhidos de 0,625 x 0,40 m; espessura média de corte de 0,016 m; apresenta contador digital de tapetes colhidos (Figura 9).

Foram colhidos 30 tapetes por parcela, com espessura de aproximadamente 0,016 m, aos 380 dias após o corte do tapete anterior (12,7 meses).



Figura 9. Colhedora de tapetes de grama adaptada a um trator de pneus.

5.8 Características avaliadas

5.8.1 Área de solo mobilizado e profundidade de preparo

Para a determinação da área de solo mobilizada pelos equipamentos utilizou-se um perfilômetro de madeira com 40 hastes graduadas em centímetros, espaçadas a cada 0,05 m, instalado sobre marcadores de madeira (Figura 10). A área de solo mobilizada e a profundidade de preparo foram determinadas logo após a passagem dos equipamentos. Foi

avaliado dois fenômenos decorrentes da operação de preparo do solo: a profundidade de preparo do solo e a sua área mobilizada. Efetuou-se o levantamento do perfil da superficial natural (antes do preparo) e de fundo (após os preparos), conforme a metodologia descrita por Lanças (1987). Após a obtenção dos dados dos perfis estes foram tabulados, plotados e calculados no programa Microsoft Excel, obtendo a área de solo mobilizado.

Os dados de área de solo mobilizada e profundidade de preparo foram obtidos no dia 25/01/2010, logo após a passagem dos equipamentos.



Figura 10. Perfilômetro utilizado na medição de área mobilizada.

5.8.2 Infiltração de água no solo

Para determinação de velocidade de infiltração básica (VIB) foram instalados no solo cilindros concêntricos e uma proveta graduada para determinar o volume de água aplicada no cilindro interno (Figura 11). O primeiro com diâmetro de 40 cm (maior) tem a finalidade de diminuir os chamados efeitos de bordadura e infiltração lateral, e o segundo com 20 cm (menor), onde a água é mantida em determinado nível. Ambos cilindros com 30

cm de altura foram enterrados a aproximadamente 5 cm no solo, sendo nivelados em relação ao solo com auxílio de um nível de pedreiro. Para facilitar à instalação dos anéis no solo as bordas inferiores possuíam bisel.

Aplicou-se nos cilindros uma lâmina de água de aproximadamente 5 cm, sendo que no cilindro interno mediu-se o volume aplicado em intervalos fixos de tempo, durante o período médio de duas horas. Foram determinados 4 pontos por parcela, totalizando 80 pontos amostrais.

A infiltração da água no solo foi determinada aos 58, 148 e 241 dias após o corte do tapete anterior (DAC).



Figura 11. Determinação da velocidade de infiltração básica da água no solo (VIB) através do método dos anéis concêntricos.

5.8.3 Densidade do solo

Para determinação da densidade do solo foram escavadas trincheiras de 0,15 m de profundidade com o auxílio de um enxadão, e retiradas quatro amostras por ponto, com aproximadamente 0,05 m de diâmetro no perfil escavado, na profundidade de 0,10 m. Estas foram acondicionadas em sacos plásticos e enviadas ao Laboratório de Mecânica do Solo do Departamento de Engenharia Rural para determinação da densidade conforme metodologia já citada anteriormente.

Para a determinação da densidade do solo foi utilizado o método do torrão parafinado em função da impossibilidade de utilizar o método do anel volumétrico devido à compactação excessiva do solo e em função da grande massa de raízes formadas pela grama. A densidade do solo foi determinada em três momentos: aos 58, 148 e 241 DAC.

5.8.4 Porcentagem de agregados

Foram coletadas amostras na profundidade de 0,0-0,10 m, utilizando-se pá-de-corte, enxadão, sacos plásticos e fitas identificadoras. As amostras foram enviadas para o Laboratório de Física do Solo no Departamento de Recursos Naturais para a determinação da porcentagem de agregados por classe de tamanho, pelo método por via seca (Figura 12), sendo realizada conforme a metodologia descrita por Embrapa (1997).

O diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e o índice de estabilidade de agregados (IEA%), foram calculados segundo as equações propostas por Castro Filho et al. (1998):

$$DMP = \left(\sum (MA_i d_i) / MAT \right) \quad (3)$$

$$DMG = \exp \left(\sum (MA_i \ln (d_i)) / MAT \right) \quad (4)$$

$$\text{IEA\%} = \frac{[\text{PESO DE AGREGADOS} - \text{FRAÇÃO} < 0,25 \text{ mm}]}{\text{PESO TOTAL DA AMOSTRA}} \times 100 \quad (5)$$

Em que:

MA = massa de agregados da classe (g)

d_i = diâmetro médio da classe (mm)

MAT = massa total de agregados (g)

Os dados de diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e o índice de estabilidade de agregados (IEA%) foram obtidos aos 58, 148 e 241 DAC.

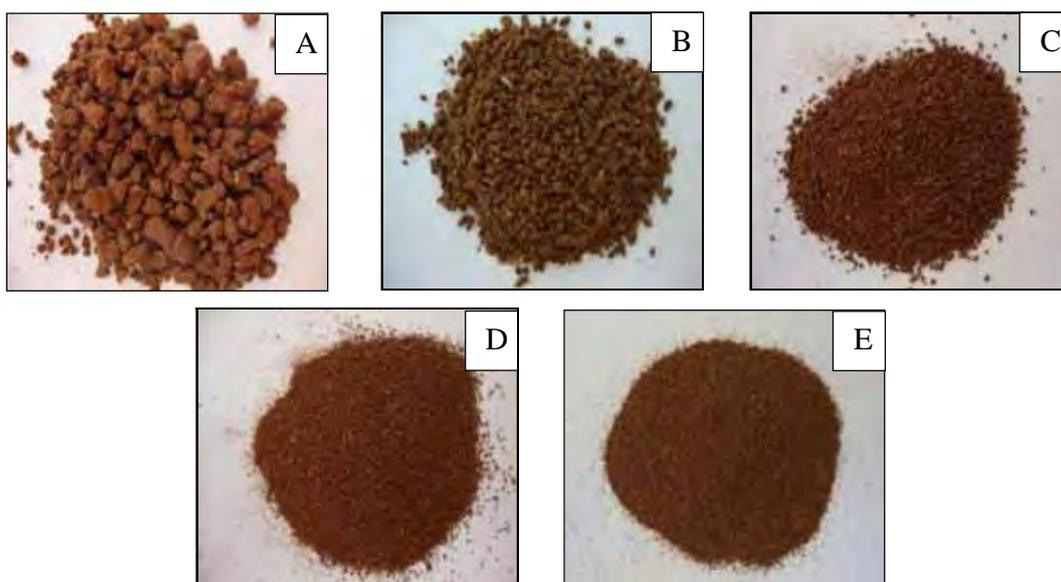


Figura 12. Aspecto dos agregados separados pelo método da via seca: solo retido na peneira de 2,00 mm (A); solo retido na peneira de 1,00 mm (B); solo retido na peneira de 0,500 mm (C); solo retido na peneira de 0,250 mm (D); solo retido na peneira 0,125 mm (E).

5.8.5 Resistência mecânica do solo à penetração

A resistência mecânica do solo à penetração foi mensurada utilizando-se penetrômetro eletrônico modelo PLG 1020, Falker (Figura 13), que possui um sistema informatizado de coleta e armazenamento de dados. Foram realizadas 10 medidas em cada parcela experimental, na profundidade de 0,00 a 0,40 m. As determinações foram realizadas aleatoriamente devido à dificuldade de demarcação de pontos específicos, já que a grama cobre todo o solo e ocorrem roçadas frequentes na área. Os dados obtidos foram subdivididos em quatro faixas de profundidade (0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0-15-0,20 m), sendo considerado o valor médio em cada faixa.

Os dados de umidade foram determinados nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, utilizando-se o método gravimétrico padrão, descrito por Embrapa (1979).

Os valores de resistência à penetração foram obtidos aos 58, 102, 148, 192, 241 e 330 DAC.

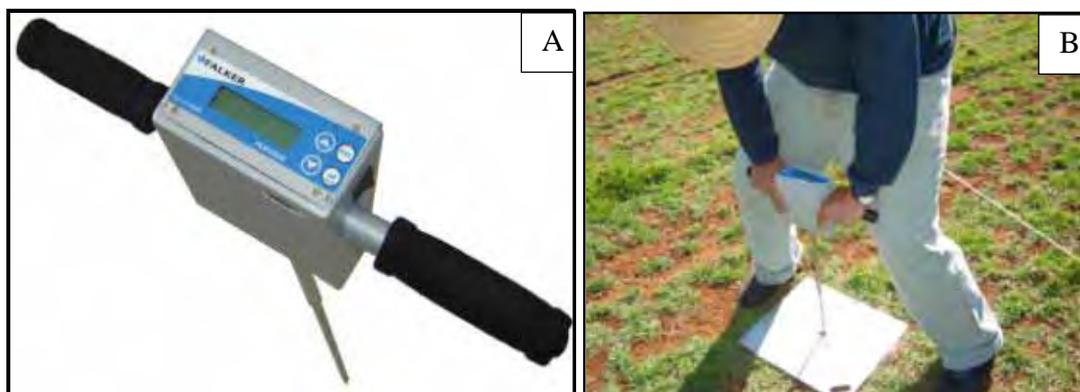


Figura 13. Penetrômetro eletrônico modelo PLG 1020, marca Falker (A), e determinações de resistência à penetração na área experimental (B).

5.8.6 Taxa de cobertura do solo pela grama

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

As imagens foram descarregadas em um 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 (pixels) de uma determinada cor (e suas tonalidades) existente na imagem.

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

A TCS pela grama esmeralda foi determinada aos 58, 102, 148, 193, 241, 330 e 380 DAC.

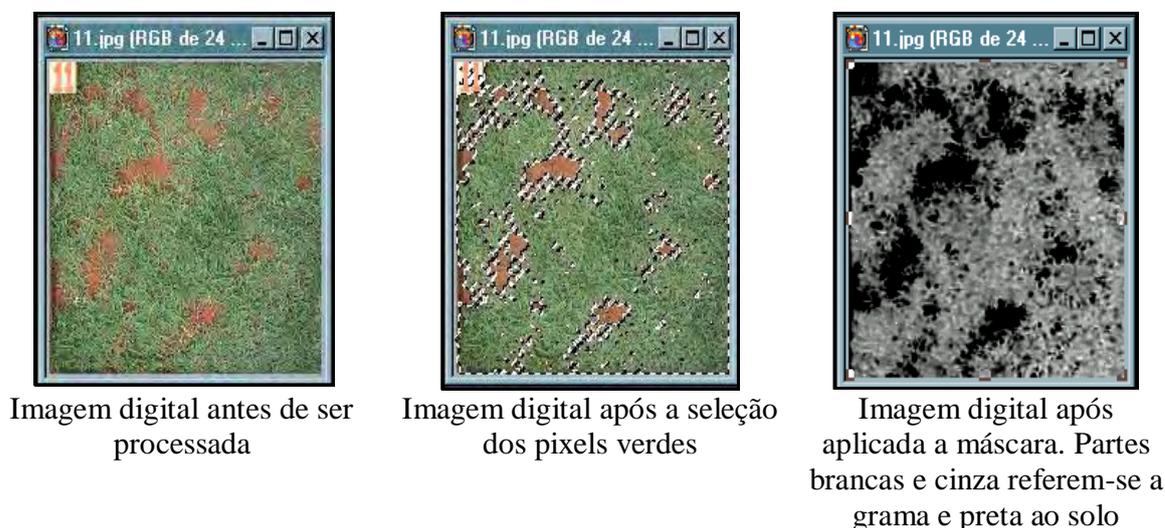


Figura 14. Análise da imagem digital para determinar a taxa de cobertura do solo pela grama (adaptado de GODOY, 2005).

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

Para determinar a massa de matéria seca, no momento da colheita, foram coletadas, dos tapetes, quatro frações de 6,8 cm de diâmetro por parcela. Cada amostra foi acondicionada em saco plástico identificado e armazenado em geladeira (10 °C).

As amostras foram lavadas para retirar o solo aderido do material vegetal, separando-se manualmente as partes vegetais em folhas + caules, rizomas + estolões + raízes (Figura 15). Cada parte foi lavada em água deionizada, colocada em sacos de papel e seca em estufa de circulação e renovação forçada de ar por 72 horas, na temperatura de 65°C que após seca foi pesada para determinação da fitomassa. Os valores de fitomassa foram convertidos para kg ha^{-1} .



Figura 15. Amostras coletadas (A), folhas + caules (B), rizomas + estolões + raízes (C).

5.8.8 Resistência ao manuseio dos tapetes

Para a determinação da resistência dos tapetes, foi utilizado um equipamento de ensaio de resistência, conforme metodologia descrita por Santos et al. (2010b). O procedimento do ensaio iniciou-se com a fixação das extremidades superior e inferior dos tapetes nos pontos de fixação do equipamento (Figura 16). Em seguida, por meio de uma manivela de acionamento tracionou-se o sistema até o completo rompimento do tapete, registrando a força de ruptura, em kgf, em dinamômetro de carga analógico. Essas avaliações foram realizadas em seis tapetes para cada repetição, logo após a colheita.



Figura 16. Equipamento para medir a resistência do tapete de grama.

5.9 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa “SISVAR”, versão 4.2 (Ferreira, 2003). As médias dos tratamentos foram comparadas por meio da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.10 Cronograma de execução

Tabela 4. Cronograma de execução do experimento.

DATA	ATIVIDADE EXECUTADA
18/01/2010	Implantação do experimento.
19/01/2010	Determinação do perfil natural da área.
25/01/2010	Preparo da área e adubação de plantio com os respectivos tratamentos e determinações: área mobilizada, profundidades de preparo, velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetiva do conjunto.
02 a 05/03/2010	Primeira coleta de dados: densidade, resistência à penetração, agregados do solo, fotos para taxa de cobertura, infiltração da água no solo, umidade do solo.
15/04/2010	Segunda coleta de dados: resistência à penetração, fotos para taxa de cobertura, umidade do solo.
31/05/2010	Terceira coleta de dados: densidade, resistência à penetração, agregados do solo, fotos para taxa de cobertura, infiltração da água no solo, umidade do solo.
15/07/2010	Quarta coleta de dados: resistência à penetração, fotos para taxa de cobertura, umidade do solo.
01/09/2010	Quinta coleta de dados: densidade, resistência à penetração, agregados do solo, fotos para taxa de cobertura, infiltração da água no solo, umidade do solo.
29/11/2010	Sexta coleta de dados: resistência à penetração, fotos para taxa de cobertura, umidade do solo.
17/01/2011	Fotos para taxa de cobertura.
26/03/2011	Colheita dos tapetes formados, análise de resistência dos tapetes e coleta para a determinação de massa seca da parte aérea e do sistema radicular.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Área de solo mobilizada e profundidade de preparo

Verifica-se que para área de solo mobilizada houve diferença estatisticamente significativa entre os preparos, com maior mobilização quando realizada a passagem de duas estrelinhas (2E) na área (Tabela 5). O resultado mais expressivo para 2E pode ser justificado pela mobilização mais uniforme na parcela experimental, proporcionada pelo espaçamento reduzido (0,15 m) entre os discos (estrelas de oito pontas), além de que este foi passado na mesma área por duas vezes seguidas.

Apesar da maior profundidade de trabalho proporcionada pelo escarificador, a passagem deste equipamento (1H) resultou em menor área de solo mobilizada, em função do maior espaçamento entre as hastes (0,40 m), resultando em pequenas áreas trabalhadas.

Embora as hastes mobilizem menor área de solo, há possibilidade dos equipamentos promoverem o corte e rompimento de raízes e rizomas, enfraquecendo a resistência dos tapetes, uma vez que a rede formada por estas estruturas dificulta o rompimento dos tapetes na colheita. Backes et al. (2009) verificaram menor resistência dos tapetes quando utilizaram a estrelinha (três passadas) no início do ciclo e atribuíram este efeito ao corte das raízes e rizomas no momento do preparo.

No sistema de produção de gramas a mobilização do solo deve ser mínima, pois existe a necessidade de se manter o nivelamento da área para que não ocorram dificuldades na colheita dos tapetes. Caso haja grande movimentação ou maior rugosidade poderá ocorrer desuniformidade de espessura no momento da colheita, o que promoverá variações na sua resistência.

Tabela 5. Área de solo mobilizada pelos equipamentos nos diferentes preparos do solo.

Tratamentos	Área de solo mobilizada
	-----cm ² -----
Uma estrelinha (1E)	296 b
Duas estrelinhas (2E)	472 a
Uma haste (1H)	96 c
Uma haste + uma estrelinha (1H + 1E)	366 b
CV%	13,92

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se na Tabela 6 que houve influencia dos tratamentos para a profundidade de trabalho. O maior valor foi obtido quando utilizou-se apenas 1H, porém este não diferiu do tratamento 1H + 1E. Os tratamentos com 1E e 2E não diferiram estatisticamente da 1H + 1E. A profundidade máxima de trabalho verificada com os diferentes preparos foi de aproximadamente 4 cm para a estrelinha, chegando a 6,4 cm com o escarificador. O equipamento de hastes escarificadoras possui maior profundidade de trabalho (em função da sua concepção), porém devido ao espaçamento entre as hastes (0,40 m) pode ter seu efeito melhorado se utilizado juntamente com a estrelinha. Beltrame (1983) relata que para a maximização do desempenho do escarificador não se pode ignorar os parâmetros distância entre hastes, teor de água do solo e da profundidade de trabalho, além da velocidade de operação. A adequação desses parâmetros pode aumentar a capacidade operacional e a qualidade do trabalho realizado.

A haste utilizada no experimento apresentou relação distância/profundidade de 6,15; diferente daquelas obtidas por Spoor e Godwin (1978) (1 a 1,5); Godwin et al. (1984) ($1,4 \pm 0,25$); Benez et al. (1991) (1,5 a 2). Esta diferença sugere que

por este parâmetro, as hastes deveriam estar espaçadas de 9,75 cm, para atingirem a relação em torno de 1,5 conforme a literatura.

Tabela 6. Profundidade de trabalho dos equipamentos nos diferentes preparos do solo.

Tratamentos	Profundidade de trabalho
	-----cm-----
Uma estrelinha (1E)	4,2 b
Duas estrelinhas (2E)	3,8 b
Uma haste (1H)	6,4 a
Uma haste + uma estrelinha (1H + 1E)	5,2 ab
CV%	17,94

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Outra característica que pode ser observada refere-se à disposição dos órgãos ativos no chassi dos equipamentos. Harvey (1985) pesquisou a influência da disposição das mesmas em relação à linha de deslocamento do equipamento e verificou que a configuração em “V”, ou seja, a haste central mais a frente que as laterais, se mostrou mais eficiente quando comparada as hastes dispostas em linha.

Para o atendimento das condições e necessidades na produção de grama, deve-se procurar melhorias nas características construtivas dos equipamentos de hastes, com especificidades para esta cultura, uma vez que os equipamentos utilizados são construídos por produtores sem o uso dos conhecimentos já adquiridos em outros trabalhos de pesquisa.

6.2 Velocidade de Infiltração Básica (VIB) de água no solo

A velocidade de infiltração básica de água no solo foi influenciada pelos diferentes preparos e também pelas épocas avaliadas (Tabela 7). Aos 58 DAC o tratamento que promoveu maior valor de VIB foi 2E, não diferindo, porém de 1H + 1E. Os tratamentos 1E, 1H e 1H + 1E são iguais estatisticamente. O controle promoveu menor valor

de VIB, não diferindo dos tratamentos 1E e 1H. Aos 148 DAC o solo que recebeu a passada de 1H + 1E apresentou maior valor de VIB, não diferindo do tratamento com 2E. O tratamento com 2E foi semelhante ao que recebeu apenas 1H, que não diferiu dos tratamentos controle e 1E. Aos 148 DAC os tratamentos que promoveram maiores valores de VIB foram 2E e 1H + 1E. Nesta determinação o tratamento que recebeu a haste também proporcionou elevado valor de VIB, não diferindo, porém dos tratamentos controle e 1E.

Tabela 7. Velocidade de infiltração básica (VIB) da água no solo em função dos preparos e das épocas de avaliação (58, 148 e 241 dias após o corte do tapete anterior - DAC).

Tratamentos	Velocidade de infiltração básica (VIB)		
	Épocas de avaliação (DAC)		
	58	148	241
	-----mm h ⁻¹ -----		
Controle	20 c B	48 c A	49 b A
1E	29 bc B	52 c A	51 b A
2E	56 a B	93 ab A	92 a A
1H	32 bc B	70 bc A	71 ab A
1H + 1E	49 ab B	104 a A	93 a A
CV%		19,16	

Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A maior mobilização do solo proporcionou maior infiltração da água no solo quando comparados com os tratamentos que não foram mobilizados e aqueles que receberam apenas uma mobilização. Das características do solo, a capacidade de infiltração é uma das principais, pois reflete a capacidade máxima que o solo tem em permitir a entrada de água no seu interior, sob determinadas condições de compactação, tornando-se num dos parâmetros mais importantes que afetam a irrigação, prática de extrema importância na produção de gramas.

O tratamento controle proporcionou baixos valores de VIB principalmente pela compactação superficial que não foi rompida, o que reduz significativamente a infiltração e pode aumentar, dessa forma, o escoamento superficial. Este

escorrimento superficial em área de produção de gramas causa, entre outros efeitos, o baixo aproveitamento da adubação devido ao escoamento do adubo, visto que esta prática é realizada na superfície do solo.

Verifica-se que os maiores valores de VIB foram obtidos na determinação realizada aos 148 DAC (104 mm h^{-1}) e 241 DAC (92 mm h^{-1}). Tal efeito entre as épocas de amostragem pode ser explicado pela morte e decomposição de raízes que aos 148 DAC geraram maiores quantidades de “canais” facilitando a percolação da água. A redução desse valor aos 241 DAC pode ser explicada pela nova formação de raízes que formando uma malha diminuiu a percolação em relação à medida realizada aos 148 DAC. Segundo Bernardo et al. (2005) valores de VIB maior que 30 mm h^{-1} são considerados altos. Valores menores que 30 mm h^{-1} foram obtidos apenas no controle e quando realizada a passagem da estrelinha na primeira avaliação realizada. Mesmo sendo um Latossolo, de textura argilosa, este não foi fator limitante à capacidade de infiltração. De acordo com Costa et al. (1999) a estrutura granular apresentada por este tipo de solo favorece o processo de infiltração.

6.3 Densidade do solo

Aos 58 DAC não foi observada a influencia dos tratamentos para a densidade do solo. Nas demais épocas (148 e 241 DAC) houve influencia do preparo do solo e também das épocas avaliadas (Tabela 8). Aos 148 DAC as maiores densidades foram obtidas no controle, ou seja, área que não recebeu nenhum tipo de preparo, não diferindo, porém do tratamento que recebeu apenas uma passagem da estrelinha. Os tratamentos com 2E, 1H e 1H + 1E proporcionaram redução da densidade do solo. Aos 241 DAC apenas o controle proporcionou maior valor de densidade. Os demais tratamentos foram iguais estatisticamente entre si. O aumento da densidade do solo interfere diretamente sobre o crescimento das plantas o crescimento pode torna-se limitado principalmente pela alteração nos espaços porosos do solo.

A densidade encontrada no tratamento controle, quando comparada a outras culturas, é extremamente restritiva ao crescimento radicular. Corsini e Ferraudo (1999) consideram a densidade $1,40 \text{ g cm}^{-3}$ restritiva para desenvolvimento radicular da cultura do

milho. No entanto, Carribeiro (2010), trabalhando com grama esmeralda em cultivo protegido, relata que incrementos na densidade do solo de 1,45 a 1,47 g cm⁻³ favoreceram o crescimento da parte aérea e das raízes da planta. Solos com baixa densidade, independente do potencial de água considerado (30, 40, 50, 60 e 70 kPa), mostraram-se pouco favoráveis a manutenção da cobertura verde da grama, sendo, portanto, inadequados para o desenvolvimento da mesma. De acordo com Duble (2012) para a maioria dos sistemas grama recomenda-se uma densidade entre 1,4 e 1,6 g m⁻³.

Quando analisada a densidade do solo no decorrer do ciclo da cultura, verifica-se que para o controle não houve diferença entre as três épocas de avaliação, possivelmente pelo menor desenvolvimento do sistema radicular em função de não ter recebido nenhum preparo. O tratamento que recebeu apenas uma passada da estrelinha proporcionou redução da densidade somente aos 241 DAC, evidenciando baixo desenvolvimento radicular nos primeiros meses devido à menor mobilização do solo. Nos demais tratamentos foram verificados a redução da densidade do solo a partir dos 148 DAC.

Tabela 8. Densidade do solo em função dos preparos e das épocas de avaliação (58, 148 e 241 dias após o corte do tapete anterior - DAC).

Tratamentos	Densidade do solo		
	Épocas de avaliação (DAC)		
	58	148	241
	-----kg dm ⁻³ -----		
Controle	1,43 a A	1,43 a A	1,40 a A
1E	1,42 a A	1,40 ab A	1,31 b B
2E	1,44 a A	1,33 c B	1,30 b B
1H	1,49 a A	1,32 c B	1,32 b B
1H + 1E	1,46 a A	1,35 c B	1,32 b B
CV%	2,76		

Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos demonstram que a mobilização do solo promoveu modificações na sua densidade, principalmente se consideradas as avaliações

realizadas aos 148 e 241 DAC. Pode-se sugerir que as diferenças da densidade não foram efeito direto dos tratamentos e sim indireto, promovido pelo crescimento diferenciado das raízes. Esta hipótese se fundamenta no fato da amostragem aos 58 DAC não apresentar diferença significativa. Os resultados demonstram a capacidade das raízes das gramas em se desenvolverem em solos compactados, e neste sentido todos os tratamentos promoveram efeitos de incentivar o desenvolvimento radicular que levou a diminuição da densidade do solo ao longo do ciclo da cultura. Embora a maior parte do sistema radicular das gramas se concentre, principalmente entre 10 a 15 cm superficiais do solo, ele ocupa praticamente toda a área, o que pode ter proporcionado estes resultados.

6.4 Porcentagem de agregados

Os resultados de agregados do solo foram avaliados em função dos diferentes preparos e das épocas, sendo observado efeito significativo apenas para as épocas (Tabelas 9, 10 e 11). Verifica-se que, independente da época avaliada, os índices de diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio global (DMG) e índice de estabilidade de agregados (IEA), não apresentaram alterações significativas, demonstrando que os preparos não modificaram suficientemente os agregados do solo, provavelmente pela pouca intensidade de mobilização dos equipamentos e dos modos de preparo. Câmara (2004) relata que o preparo do solo com escarificador pode manter, e até melhorar a parte física, por desagregar o mínimo possível a sua estrutura e preservar uma cobertura morta capaz de proteger a superfície da radiação solar e do impacto das gotas da chuva.

Para os três índices determinados verifica-se que houve aumento dos 68 aos 151 DAC. Este resultado pode ser atribuído ao crescimento e desenvolvimento radicular da cultura da grama, e a disponibilização de matéria orgânica no solo o que proporciona maior ação cimentante dos agregados do solo. As gramíneas proporcionam maior formação de agregados do solo devido a maior densidade de raízes, às periódicas renovações do sistema radicular e a uniformidade de distribuição de exsudatos, que estimulam a atividade microbiana, promovendo maior agregação (MIELNICZUK, 1999), ou durante seu

crescimento, o qual aproxima as partículas e as mantém fortemente unidas pelas forças de coesão geradas durante a absorção de água (ZONTA et al., 2006).

Tabela 9. Diâmetro médio ponderado em função dos preparos e das épocas de avaliação.

Tratamentos	Diâmetro médio ponderado (DMP)			
	Épocas de avaliação (DAC)			
	58	148	241	Média
	-----mm-----			
Controle	1,62	2,01	2,14	1,94
1E	1,71	1,87	1,97	1,85
2E	1,74	1,99	1,88	1,87
1H	1,77	1,93	1,93	1,88
1H + 1E	1,79	2,03	1,86	1,89
Média	1,73 B	1,98 A	1,96 A	-
CV%	8,40			

Letras iguais maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Diâmetro médio geométrico em função dos preparos e das épocas de avaliação.

Tratamentos	Diâmetro médio geométrico (DMG)			
	Épocas de avaliação (DAC)			
	58	148	241	Média
	-----mm-----			
Controle	1,02	1,52	1,59	1,38
1E	1,11	1,29	1,41	1,27
2E	1,14	1,42	1,32	1,29
1H	1,16	1,35	1,36	1,29
1H + 1E	1,19	1,47	1,30	1,32
Média	1,13 B	1,41 A	1,40 A	-
CV%	14,23			

Letras iguais maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Índice de estabilidade de agregados em função dos preparos e das épocas de avaliação.

Tratamentos	Índice de estabilidade de agregados (IEA)			
	Épocas de avaliação (DAC)			
	58	148	241	Média
	-----%-----			
Controle	90,1	94,0	95,0	93,1
1E	91,0	92,1	93,4	92,1
2E	91,5	93,8	92,8	92,7
1H	91,3	93,2	93,8	92,7
1H + 1E	92,1	93,8	93,0	93,0
Média	91,2 B	93,4 A	93,6 A	
CV%	1,84			

Letras iguais maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.5 Resistência mecânica do solo à penetração

Para a resistência à penetração foi observado o efeito dos preparos do solo nas camadas de 0,00-0,05 m em todas as épocas analisadas e na camada de 0,05-0,10 m aos 58, 102, 148, 193 e 241 DAC (Figuras 17, 18 e 19). Nas demais profundidades não foram verificadas a influencia dos tratamentos, sendo este fato justificado pela profundidade de trabalho dos equipamentos que não ultrapassam os 0,10 m.

Na camada de 0,00-0,05 m o menor valor de resistência à penetração foi observado no tratamento onde utilizou-se 1H + 1E, não diferindo porém de 2E. O tratamento com 2E proporcionou resultados iguais ao que recebeu a passagem de 1H. Os maiores valores de resistência foram obtidos nos tratamento controle e 1E, ou seja, quanto menor a área de solo mobilizada, menor a descompactação do solo, justificando os resultados obtidos. Na camada de 0,05-0,10 m as menores resistências foram obtidas quando foi utilizada

a haste escarificadora, com ou sem a complementação da estrelinha. Isto se justifica, uma vez que a haste atingiu profundidade maior em relação à estrelinha.

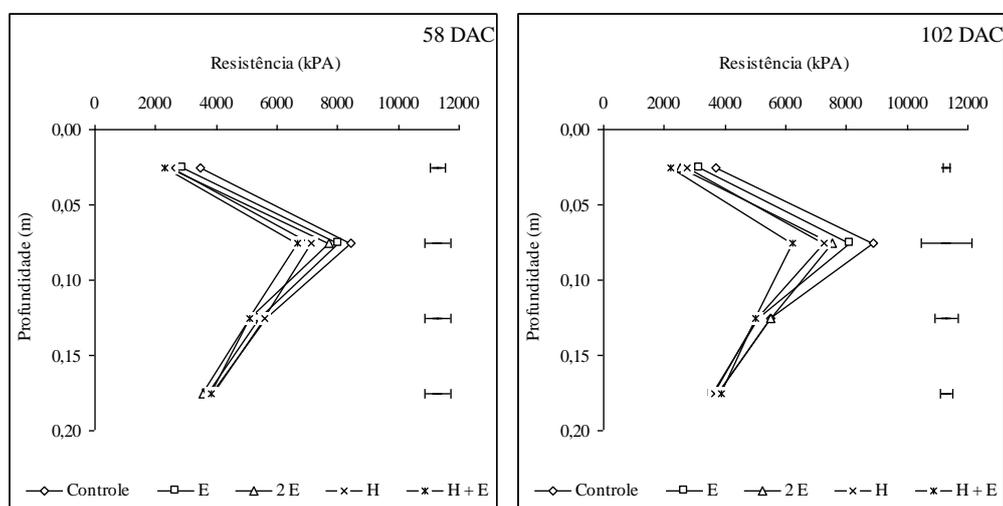


Figura 17. Resistência mecânica do solo à penetração em função dos diferentes preparos do solo aos 58 e 102 DAC. E: estrelinha; H: haste.

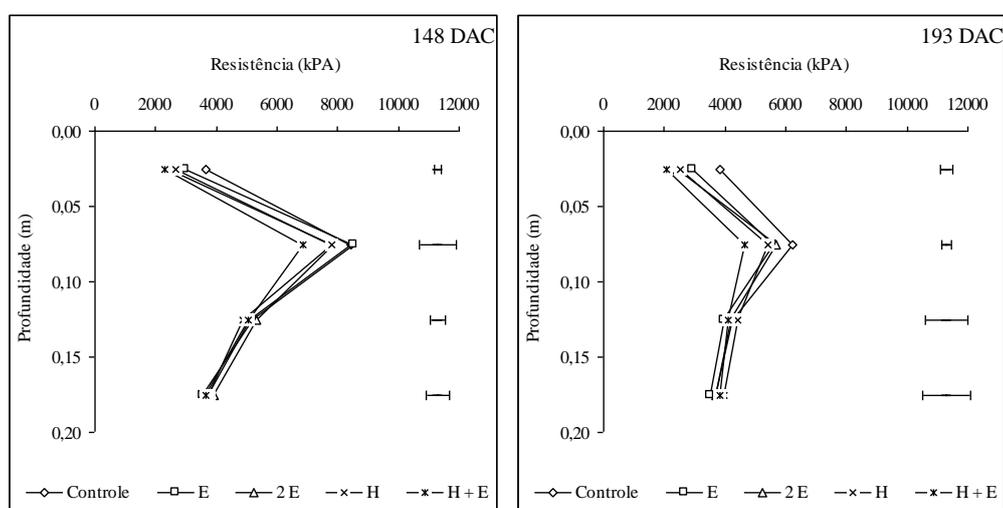


Figura 18. Resistência mecânica do solo à penetração em função dos diferentes preparos do solo aos 148 e 193 DAC. E: estrelinha; H: haste.

A camada mais compactada foi a de 0,05-0,10 m atingindo valores de até 8.879 kPa. Os níveis críticos de resistência do solo para o crescimento das plantas variam com o tipo de solo e com a espécie cultivada. De acordo com Canarache (1990) e Silva et al.

(2002), solos com IC acima de 2000 kPa indicam uma possibilidade de compactação, limitando o crescimento radicular para a maioria das culturas. Possivelmente estes limites não são restritivos para a grama, visto que ocorre a formação de tapetes com essa compactação. Backes (2008), trabalhando em um solo de textura muito argilosa com a grama esmeralda também verificou maior compactação do solo na camada de 0,05-0,10 m atingindo valor médio de 10.155 kPa, não sendo este valor restritivo ao desenvolvimento da cultura. Santos et al. (2011) também verificaram maiores valores na camada de 0,05-0,10 m (6.500 kPa) em função do manejo do solo no momento da colheita ou seja, do número de passadas do rolo compactador. A camada de 0,00-0,05 m, quando comparada com a de 0,05-0,10 m apresenta-se menos compactada possivelmente pela maior quantidade de matéria orgânica e maior concentração de raízes e rizomas que em função do seu crescimento, pode promover a descompactação do solo.

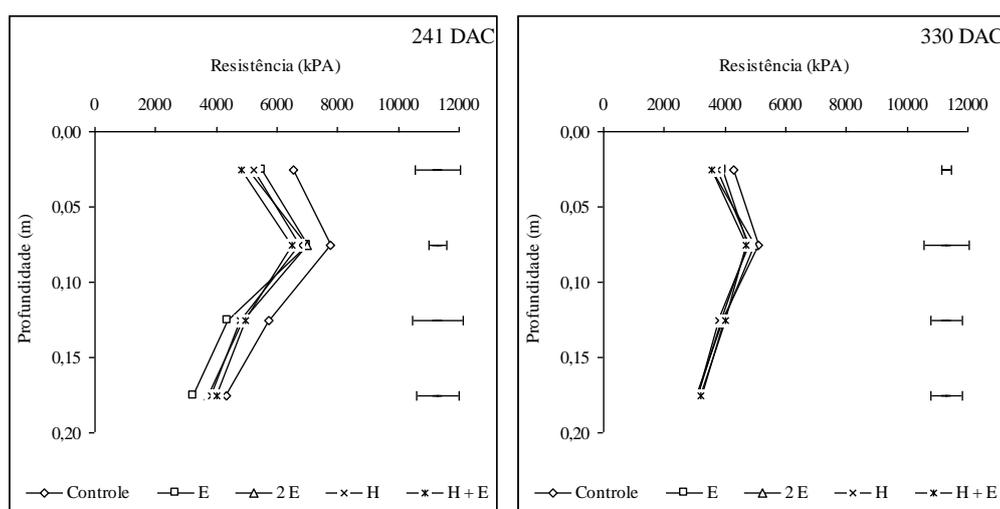


Figura 19. Resistência mecânica do solo à penetração em função dos diferentes preparos do solo aos 241 e 330 DAC. E: estrelinha; H: haste.

De acordo com Lanças (2000), a compactação não é uma propriedade do solo e sim o efeito da variação de algumas de suas propriedades, devido à ação de cargas externas, tais como o tráfego de máquinas e a ação de ferramentas agrícolas. Para gramados, segundo Godoy e Villas Bôas (2003) a compactação pode ter um aspecto favorável no momento do corte da grama, permitindo maiores facilidades nesta operação. O efeito

observado de compactação tem como causa principal a pressão exercida pelo rolo compactador aliado a irrigação aplicada para que este efeito seja mais intenso. Como efeito secundário, pode-se atribuir a compactação ao tráfego de tratores acoplados de roçadoras, adubadoras, aplicadores de herbicidas, etc.

Quando comparada as épocas de avaliação, verifica-se que na camada de 0,00-0,05 m, aos 241 DAC, houve maiores valores de resistência, independente do preparo utilizado (Tabela 12), possivelmente devido aos teores de água. Na camada de 0,05-0,10 m os menores valores de resistência à penetração foram observados aos 193 e 330 DAC para todos os preparos testados (Tabela 13).

Na camada de 0,10-0,15 m, verifica-se na média, os mesmos resultados, ou seja, menores valores nas épocas de 193 e 330 DAC (Tabela 14). Na camada de 0,15-0,20 m foi obtido menor valor de resistência aos 330 DAC (Tabela 15). De um modo geral, pode-se atribuir a diminuição da resistência em função do desenvolvimento de rizomas e raízes na área, que colaboraram para redução da compactação conforme discutido no item 6.2, com exceção para o período de 241 DAC, onde o baixo teor de água no solo (Tabela 16) pode proporcionar valores mais elevados de resistência.

Tabela 12. Resistência mecânica do solo à penetração em função dos diferentes preparos do solo e das épocas, nas camadas de 0,00-0,05 m.

Preparos do solo	Dias após o corte do tapete anterior					
	58	102	148	193	241	330
	Profundidades 0,00-0,05 m					
	-----kPA-----					
Controle	3455 C	3683 C	3646 C	3849 BC	6554 A	4282 B
1E	2908 C	3166 C	2957 C	2948 C	5502 A	3916 B
2E	2453 C	2504 C	2424 C	2440 C	5040 A	3573 B
1H	2546 C	2764 C	2684 C	2544 C	5231 A	3730 B
1H +1E	2321 C	2226 C	2310 C	2088 C	4842 A	3570 B
Média	2736	2868	2804	2774	5434	3814
CV%	6,58					

Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Resistência mecânica do solo à penetração em função dos diferentes preparos do solo e das épocas, na camada de 0,05-0,10 m.

Preparos do solo	Dias após o corte do tapete anterior					
	58	102	148	193	241	330
Profundidades 0,05-0,10 m						
-----kPA-----						
Controle	8424 AB	8879 A	8444 AB	6208 C	7767 B	5082 D
1E	8026 A	8143 A	8530 A	5578 B	6976 A	4755 B
2E	7696 AB	7521 A	7835 A	5675 C	6976 B	4957 C
1H	7141 A	7264 A	7823 A	5432 B	6742 A	4773 B
1H + 1E	6670 A	6206 A	6841 A	4638 B	6474 A	4680 B
Média	7591	7602	7895	5506	6987	4849
CV%	7,99					

Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14. Resistência mecânica do solo à penetração em função dos diferentes preparos do solo e das épocas, nas camadas de 0,10-0,15 m.

Preparos do solo	Dias após o corte do tapete anterior					
	58	102	148	193	241	330
Profundidades 0,10-0,15 m						
-----kPA-----						
Controle	5650	5494	5111	4254	5722	3921
1E	5404	5098	5189	3950	4355	3879
2E	5097	5515	5338	4196	4865	3973
1H	5582	5052	4879	4431	4767	3783
1H + 1E	5095	5005	5050	4083	4942	4010
Média	5366 A	5233 A	5113 A	4183 B	4830 A	3913 B
CV%	10,54					

Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Resistência mecânica do solo à penetração em função dos diferentes preparos do solo e das épocas, nas camadas de 0,15-0,20 m.

Preparos do solo	Dias após o corte do tapete anterior					
	58	102	148	193	241	330
	Profundidades 0,15-0,20 m					
-----kPA-----						
Controle	3822	3738	3731	3718	4322	3088
1E	3996	3613	3580	3501	3261	3119
2E	3545	3740	3928	3709	3729	3243
1H	3893	3673	3727	3973	3840	3102
1H + 1E	3851	3865	3669	3845	4009	3202
Média	3762 A	3726 A	3727 A	3749 A	3832 A	3151 B
CV%	11,87					

Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 16. Teores de água do solo nos diferentes preparos do solo.

Preparos do solo	Dias após o corte do tapete anterior											
	58		102		148		193		241		330	
	Profundidades (m)											
-----%-----												
	0-0,10	0,10-0,20	0-0,10	0,10-0,20	0-0,10	0,10-0,20	0-0,10	0,10-0,20	0-0,10	0,10-0,20	0-0,10	0,10-0,20
Controle	26	29	26	29	26	30	26	29	22	24	24	27
1E	27	29	26	29	25	28	25	28	22	24	23	26
2E	27	29	26	29	25	28	24	28	22	24	23	26
1H	28	29	26	29	25	29	24	28	22	24	23	26
1H + 1E	28	29	26	29	25	28	24	28	22	24	23	26

E: estrelinha; H: haste.

6.6 Taxa de cobertura do solo pela grama

A taxa de cobertura do solo pela grama não foi influenciada pelos tratamentos apenas na primeira época de avaliação (58 DAC) (Tabela 17). Verifica-se que aos 102 DAC o tratamento 1E e controle obtiveram taxa de coberturas menores significativamente, diferenciando-se apenas do tratamento com 2E. O tratamento com 2E proporcionou maiores resultados, não diferindo, porém dos que receberam a passagem de 1H e 1H + 1E. Aos 148 DAC verificou-se também os melhores resultados quando utilizada 2E, que apresentou diferença significativa apenas do controle e 1E. Os tratamentos com 1H + 1E, 1H e 1E proporcionaram resultados iguais estatisticamente e este último (1E) não diferiu do controle.

Tabela 17. Taxa de cobertura do solo pela grama esmeralda em função dos diferentes preparos do solo aos 58, 102, 148, 193, 241, 330 e 380 DAC.

Tratamentos	Taxa de cobertura do solo pela grama						
	Épocas de avaliação						
	58	102	148	193	241	330	380
	-----%-----						
Controle	26,7 a	36,1 c	37,3 c	46,6 b	47,6 b	85,5 b	98,4 b
1E	27,6 a	37,6 bc	38,6 bc	46,5 b	49,5 b	86,3 ab	98,4 b
2E	25,9 a	42,2 a	43,5 a	50,6 a	55,4 a	90,4 a	99,4 a
1H	25,8 a	41,0 ab	42,3 ab	47,9 ab	54,1 a	88,6 ab	98,6 b
1H + 1E	25,9 a	41,0 ab	42,3 ab	50,1 a	54,1 a	90,4 a	99,5 a
CV%							3,87

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. E – estrelinha, H – haste.

Aos 193 DAC, verifica-se que os tratamentos 2E e 1H + 1E proporcionaram maiores incrementos nas taxas de cobertura do solo, quando comparados aos tratamentos controle e 1E e aos 241 DAC os tratamentos 2E, 1H e 1H + 1E foram superiores, diferenciando dos tratamentos controle e 1E. Evidencia-se que os maiores incrementos das

taxas de cobertura podem estar associados aos tratamentos que proporcionam maior área de solo mobilizado.

Aos 330 DAC os tratamentos com 2E e 1H + 1E proporcionaram as maiores taxas de cobertura do solo, porém diferenciaram apenas do controle, que atingiu uma TCS média de 85,5%. Todos os tratamentos que receberam algum manejo mecanizado proporcionaram resultados iguais estatisticamente. Aos 380 DAC as maiores taxas de cobertura foram obtidas nos tratamentos 2E e 1H + 1E, com 99,4% de TCS. Os tratamentos que proporcionaram maiores mobilizações do solo favoreceram o crescimento das gramas e conseqüentemente aumentaram a velocidade de fechamento dos tapetes formados. O incremento na TCS foi de apenas 1,1% quando comparado ao controle. Maiores valores de taxa de cobertura em relação ao tratamento controle são observados em experimentos com adubação, principalmente a nitrogenada (GODOY, 2005; BACKES, 2008; LIMA, 2009).

Quando comparada as avaliações realizadas aos 330 e 380 DAC verifica-se que o tratamento que recebeu 2E apresentou crescimento de 8,5%, com taxa de cobertura passando de 90,5 a 99%. Já para o controle esta taxa de crescimento foi de 13% passando de 85,0 a 98%, ou seja, o controle apresentou crescimento maior no final do ciclo. Estes resultados podem ser explicados pelo tempo de fechamento dos tapetes, que foi elevado e também pelas boas condições climáticas que podem ter influenciado na uniformização das taxas de cobertura.

Verifica-se na Figura 20 que o tempo de formação de tapetes foi maior em relação ao tempo médio de 12 meses para a colheita da grama esmeralda, no Brasil, citado por Pimenta (2003). Este maior período para a produção dos tapetes neste experimento pode ser explicado pelo tempo que vem sendo produzido na área, com aproximadamente 28 anos sem que ocorra renovação. As condições climáticas também podem ter influenciado, principalmente devido às baixas temperaturas verificadas no ano agrícola (Figura 3).

Houve aumentos expressivos da taxa de cobertura dos 58 aos 102 DAC e dos 241 aos 330 DAC. No primeiro intervalo (58 aos 102 DAC) os incrementos foram de 9, 16, 10, 15 e 15% para o controle, 1E, 2E, 1H e 1H + 1E, respectivamente. Este primeiro aumento está relacionado às condições favoráveis do clima, verificadas nesta época. A partir de março as temperaturas começaram a cair, reduzindo o crescimento da grama. O aumento observado a partir dos 241 DAC está relacionado ao início da primavera, devido o aumento na

temperatura média e a quantidade de chuvas, além do aumento na quantidade de horas luz por dia (fotoperíodo), que influenciam diretamente no crescimento das gramas. O aumento nas taxas de cobertura observado neste intervalo (241 aos 330 DAC) foi de 38, 35, 37, 34 e 36% para o controle, 1E, 2E, 1H e 1H + 1E, respectivamente.

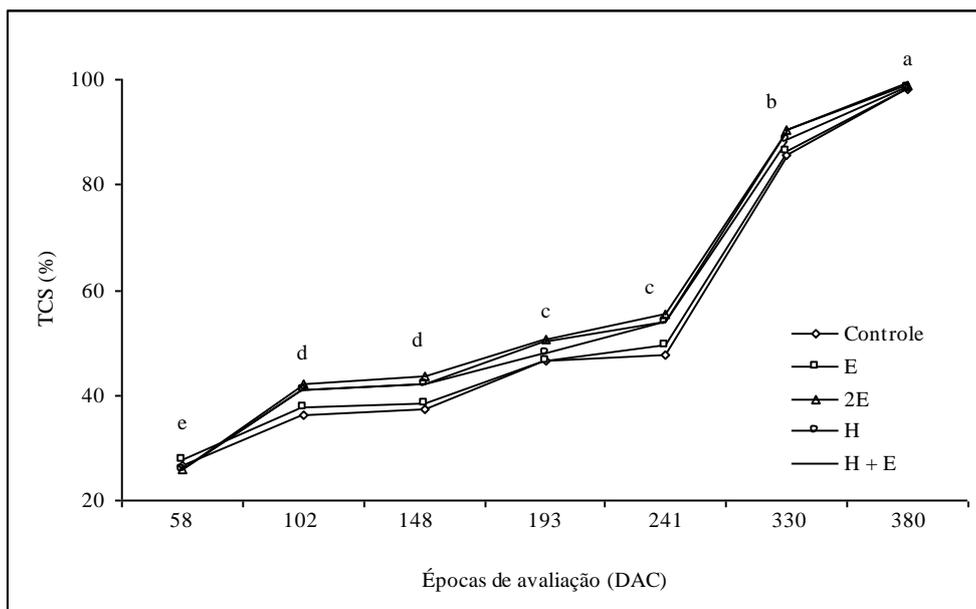


Figura 20. Taxa de cobertura do solo (TCS) pela grama em função das épocas de avaliação. E: estrelinha; H: haste.

Nos intervalos de 102 aos 148 DAC e 193 aos 241 DAC não foi observados aumentos na taxa de cobertura do solo pela grama em todos os tratamentos avaliados. Esta paralisação do crescimento das gramas deve-se as condições climáticas ocorridas.

6.7 Fitomassa seca de parte aérea e sistema radicular

Mesmo tendo apresentado diferença na taxa de cobertura do solo pela grama, verifica-se que para a massa seca de folhas + caules não houve influência dos tratamentos. Para o sistema radicular ocorreu efeito dos preparos do solo (Tabela 18). O menor

desenvolvimento de rizomas + raízes + estolões foi obtido no controle, quando não foi utilizado nenhum tipo de preparo e no tratamento que recebeu apenas uma passada de estrelinha. Uma maior mobilização do solo pode ter proporcionado a modificação da estrutura do solo, refletindo no maior desenvolvimento do sistema radicular da cultura da grama. O potencial produtivo da grama é determinado principalmente por fatores relacionados ao clima, ao solo e a espécie envolvida e limitações relacionadas com o desenvolvimento dessa cultura podem estar diretamente ligadas ao fator solo. Porém, Silva (2008) não verificou a influencia da compactação no desenvolvimento da grama esmeralda. Carribeiro (2010) relata que o aumento da densidade favorece o crescimento da parte aérea e das raízes da planta. Nestes trabalhos a compactação foi produzida no solo antes do estabelecimento das plantas, o que não ocorreu neste estudo, onde os efeitos da compactação foram produzidos durante o ciclo da cultura e em vários anos de produção.

Tabela 18. Massa seca da parte aérea (folha + caule) e do sistema radicular (raiz, rizoma e estolão) em função dos diferentes preparos do solo.

Tratamentos	Massa seca	
	Parte aérea (folha + caule)	Sistema radicular (Raiz, rizoma e estolão)
	-----kg ha ⁻¹ -----	
Controle	5690 a	3593 c
1E	5819 a	3955 bc
2E	6100 a	4650 a
1H	5702 a	4528 ab
1H + 1E	5401 a	4643 a
CV%	8,80	5,99

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores valores de massa seca do sistema radicular foram obtidos nos tratamentos 2E e 1H + 1E, porém estes não diferiram do tratamento 1H. Os tratamentos que receberam a passagem de 1H e 1E proporcionaram resultados iguais estatisticamente e o controle não diferiu apenas do tratamento com 1E.

Nos tratamentos controle e 1E verifica-se uma redução de aproximadamente de 800 kg ha⁻¹ da fitomassa de raízes + rizomas + estolões em relação aos tratamentos que mobilizaram mais o solo (2E, 1H e 1H + 1E). O maior desenvolvimento do sistema radicular pode proporcionar menor retirada de solo da área, pelo fato de que principalmente os rizomas ocupam o volume do solo. Lima (2009) trabalhando com doses de N-ajifer e espessuras de corte de tapete verificou que no tratamento que proporcionou a formação do tapete de grama adequado, com boa resistência e adequada formação do sistema radicular (300 kg ha⁻¹ de N-ajifer + P e K), a quantidade de solo retirada da área foi de aproximadamente 235 t ha⁻¹. Entretanto, no tratamento que forneceu de 300 kg ha⁻¹ de N-ajifer onde o desenvolvimento do sistema radicular foi menor, a quantidade de solo retirada da área foi em média de 256 t ha⁻¹.

Alguns autores comprovaram que a maior produção de estolões, rizomas e raízes proporciona boa resistência ao tapete para ser manuseado após a colheita (LIMA et al., 2010; BACKES, 2008). Dessa forma, pode-se adequar os modos de preparo, recomendando-se aqueles que favorecem uma maior produção destas estruturas.

6.8 Resistência dos tapetes à tração

Para a resistência dos tapetes de grama à tração foi observada influencia dos diferentes preparos do solo (Tabela 19). A maior resistência dos tapetes foi obtida nos tratamentos 2E, 1H e 1H + 1E em comparação com os outros tratamentos.

De acordo com a Figura 21, pode-se admitir que a maior produção de estolões + rizomas + raízes foi responsável pela maior resistência dos tapetes. Houve correlação positiva, com coeficiente de correlação linear (r) igual a 0,66 **. De acordo com a equação obtida nesta correlação, a cada 1000 kg de fitomassa seca de raízes + rizomas + estolões aumenta-se a resistência em 7,4 kgf.

Tabela 19. Resistência dos tapetes de grama em função dos diferentes preparos do solo.

Tratamentos	Resistência dos tapetes
	-----kgf-----
Controle	18,5 b
Uma estrelinha (1E)	20,9 b
Duas estrelinhas (2E)	24,1 a
Uma haste (1H)	24,1 a
Uma haste + uma estrelinha (1H + 1E)	24,5 a
CV%	5,56

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

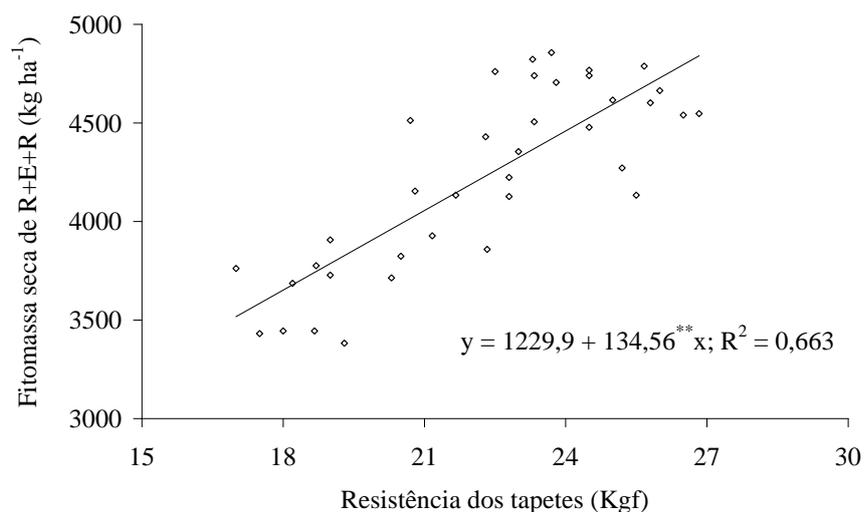


Figura 21. Relação entre a resistência dos tapetes e a fitomassa seca de rizomas, raízes e estolões da grama esmeralda.

Lima et al. (2010) também obtiveram correlação positiva entre a formação do sistema radicular e a resistência de tapetes de grama bermuda submetidos a aplicação de doses de N. Portanto, todos os fatores que afetam a formação de raízes e rizomas, como a compactação excessiva, influenciam na resistência dos tapetes.

Backes et al. (2009), em experimento com uso de doses de lodo de esgoto com e sem escarificação superficial do solo na produção e qualidade de tapetes de grama esmeralda, verificaram que o uso da estrelinha não influenciou a velocidade de fechamento do tapete e ainda promoveu corte das raízes e rizomas, diminuindo, dessa forma, a resistência dos tapetes. Vários fatores influenciam no desenvolvimento radicular das gramas. De acordo com os autores citados, a estrelinha foi passada por três vezes consecutivas o que pode ter influenciado negativamente na resistência das estruturas. Portanto, há um ponto de equilíbrio entre o dano causado no corte da grama e a formação de nova massa.

7 CONCLUSÕES

Os tratamentos que receberam a passagem de 2E e 1H + 1E proporcionaram maior velocidade de infiltração básica de água no solo e maior taxa de cobertura do solo pela grama, avaliada aos 330 DAC.

Nos tratamentos 2E e 1H + 1E houve redução da resistência mecânica do solo à penetração na camada de 0,00-0,05 m. Na camada de 0,05-0,10 m houve redução da resistência apenas quando utilizado o escarificador, com ou sem a passagem da estrelinha.

Os tratamentos com 2E, 1H e 1H + 1E proporcionaram maior desenvolvimento de rizomas + estolões + raízes da grama esmeralda e aumento da resistência dos tapetes produzidos.

A ausência de preparo e a utilização de apenas uma passagem da estrelinha não influenciaram de forma significativa as características físicas do solo de forma a proporcionar um bom desenvolvimento da grama esmeralda, resultando em tapetes de baixa qualidade.

É recomendada a utilização de equipamentos de preparo do solo na produção de tapetes de grama esmeralda.

Para o preparo do solo recomenda-se o uso por duas vezes do equipamento denominado “estrelinha” (2E) ou utilizar o escarificador e “estrelinha” (H + E).

8 REFERÊNCIAS

ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Escarificação mecânica e biológica para redução da compactação em Argissolo franco arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, p. 519-531, 2004.

ALI HARIVANDI, M. **Turfgrass traffic and compaction: problems and solutions**. Berkeley: University of Califórnia, Agriculture and Natural Resources, 2002. 6 p. Disponível em: <<http://ucanr.org/freepubs/docs/8080.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2012.

BACKES, C. **Aplicação e efeito residual do lodo de esgoto em sistemas de produção de tapetes de grama esmeralda**. 2008, 152p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, SP, 2008.

BACKES, C. et al. Uso de lodo de esgoto na produção de tapetes de grama esmeralda. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 4, p. 1045-1050, 2009.

BACKES, C. et al. Resultados de pesquisas sobre a produção de grama: resistência e espessura de corte de tapetes. In: GODOY, L. J. G. et al. **Tópicos atuais em gramados II**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2010a. 205p.

BACKES, C. et al. Produção, acúmulo e exportação de nutrientes em grama esmeralda adubada com lodo de esgoto. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 69, p. 413-422, 2010b.

BELTRAME, L. F. S. Avaliação de desempenho de três subsoladores em Latossolo vermelho-escuro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 7, n. 1, p. 37-52. 1983.

BENEZ, S. H.; BICUDO, S. J.; LANÇAS, K. P. Subsolador: Influência do número de hastes, largura da sapata e profundidade de trabalho em alguns parâmetros relacionados à mobilização do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991. Londrina. **Anais...**Londrina: SBEA/IAPAR, Vol.2, 1991. p. 925-40.

- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 611p
- BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem capim elefante anão cv. Mott. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, p. 1047-1054, 2000.
- BEUTLER, A. N. et al. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo na produtividade de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 575-580, 2004.
- BEULTER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF v.39, n.6, p.581-588, 2004.
- BICKI, T. J.; SIEMENS, J. C. Crop response to wheel traffic soil compaction. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 34, p. 909-913, 1991.
- BOUFFORD, R. W.; CARROW, R. N. Effects of intense short-term traffic on soil physical properties and turfgrass growth. **Transactions of the Kansas Academy of Sciences**, Manhattan, v. 83, n. 2, p. 78-85, 1980.
- BROUWER, G. J. Máquinas para produção de gramas. In: SIGRA – Simpósio sobre Gramados 2. 2004. Manejo de gramas na produção e em gramados formados: **anais...**, Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade estadual Paulista, 2004. 1 CD-ROM.
- CÂMARA, R. K. **Influência da escarificação do solo sob sistema plantio direto nas propriedades do solo e na cultura da soja**. 2004. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2004.
- CÂMARA, R. C.; KLEIN, V. A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 789-796, 2005.
- CANARACHE, A. Penetrometer a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil & Tillage Research**, v. 16, p. 51-70, 1990.
- CARDOSO, E. G. et al. Sistema radicular da soja em função da compactação do solo no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 493-501, 2006.
- CARROW, R. N. Influence of soil compaction on three turfgrass species. **Agronomy Journal**, Manhattan, v. 72, p. 1038 -1042, 1980.

CARRIBEIRO, L. S. **Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama esmeralda**. 2010, 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Irrigação e Drenagem)– Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, SP, 2010.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCH, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, p. 527-538, 1998.

CIIAGRO ON LINE. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Disponível em: <<http://ciiagro.iac.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 de agosto de 2011.

COELHO, M. R. et al. **Levantamento pedológico (1:5.000) da unidade de pesquisa e desenvolvimento de Tatuí (APTA sudoeste Paulista – SAA – SP)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos 2003. CD-ROM – (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.21).

COLLARES, G. L. et al. Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 933-942, 2008.

CORSINI, P. C.; FERRAUDO, A. S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 289-298, 1999.

CORRÊA, J. B. D. et al. Efeito da compactação na concentração foliar de nutrientes na cana-de-açúcar em três tipos de solos. In: FERTBIO'98, 1998, Lavras. **Anais...** Lavras: [s.n.], 1998. p. 57.

COSTA, E. L. et al. Infiltração de água em solo, determinada por simulador de chuvas e pelo método dos anéis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 3, n. 2, p. 131-134, 1999.

CUBILLA, M. et al. Plantas de cobertura do solo: uma alternativa para aliviar a compactação em sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS, v. 71, p. 29-32, 2002.

DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 703-709, 1999.

DIAS JUNIOR, M. de S.; ESTANISLAU, W. T. Grau de compactação e retenção de água de latossolos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 45-51, 1999.

DUBLE, R. **Turfgrass rootzones**. Disponível em: <<http://turfdiag.com/turfgrassrootzones.htm>>. Acesso em: 24 out. 2012.

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

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, 1979. 235p.

FALLEIRO, R. M. et al. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 1097-1104, 2003.

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

FREDDI, O. da S. et al. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 627-636, 2007.

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; LIMA, S. L. de. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, p. 947-953, 2003.

FOLONI, J. S. S.; LIMA, S. L. de; BÜLL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, p. 49-57, 2006.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: SIGRA – Simpósio sobre Gramados 1. 2003. Produção Implantação e Manutenção: **anais...**, Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade estadual Paulista, 2003. 1 CD-ROM.

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

GODWIN, R. J.; SPOOR, G.; SOOMRO, M. S. The effect of tine arrangement on soil forces and disturbance. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 30, p. 47-56, 1984.

GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. 498p.

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

- HARVEY, W. O. Investigation into deep tillage of soil using multiple-tine shares. **Tropical Agricultural**, New York, v. 62, n. 3, p.178-184, 1985.
- KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, p. 857-867, 2002.
- LANÇAS, K. P. **Subsolador**: desempenho em função de formas geométricas de hastes, tipos de ponteiros e velocidade de deslocamento. 1987. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1987.
- LANÇAS, K. P. Diagnóstico e controle localizado da compactação do solo. IN: Congresso Internacional Do Agronegócio Do Algodão/Seminário Estadual Da Cultura Do Algodão, 5. 2000. Cuiabá, **Anais**. Cuiabá: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, 2000. p.25-32.
- LIMA, C. L. R de. et al. Heterogeneidade da compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pomar de laranja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 409-414, 2004.
- LIMA, C. P. **Nutrição, produção e qualidade de tapetes de grama bermuda e esmeralda influenciada pela adubação nitrogenada**. 2009, 139p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, SP, 2009.
- LIMA, C. P. et al. Bermuda grass sod production as related to nitrogen rates. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 371-377, 2010.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas Ornamentais do Brasil, arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001. 1088 p.
- LINDE, D. T.; WATSCHKE, T. L.; JARRETT, A. R. Surface runoff comparison between creeping bentgrass and perennial ryegrass turf. **Journal Turfgrass Management**, New York, v. 2, p. 11-33, 1998.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, 1999, p. 1-8.
- MIGUEL, F. R. M.; VIEIRA, S. R.; GREGO, C. R. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 11, p. 1513-1519, 2009.
- MIRANDA, E. E. V.; DIAS JUNIOR, M. S. Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1998, Brasília. **Resumos...** Brasília: [s.n.], 1998. CD-ROM.

- MORAES, M. H.; CORÁ, J. E.; ALMEIDA, A. B. Compactação em gramados: como avaliar e propostas para minimizar o problema. In: VILLAS BÔAS, R. L. et al. **Tópicos atuais em gramados I**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2008. 205p.
- OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 64 p.
- PIMENTA, C. H. Produção de gramas. In: SIGRA – Simpósio sobre Gramados 1. 2003. Produção Implantação e Manutenção: **anais...**, Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade estadual Paulista, 2003. 1 CD-ROM.
- QIAN, Y. L.; FOLLETT, R. F. Assessing soil carbon sequestration in turfgrass systems using long-term soil testing data. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, p. 930–935, 2002.
- RAIJ, B. van et al. **Análises químicas para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC; FUNDAG, 2001. 285 p.
- RICHART, A. et al. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.
- REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, RS, v. 27, p. 29-48, 2003.
- SANTOS, A. J. M. et al. Equipamentos para descompactação superficial do solo: estudo de casos. In: GODOY, L. J. G. et al. **Tópicos atuais em gramados II**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2010a. 205p.
- SANTOS, A. J. M. et al. Equipamento para medição da resistência ao manuseio de tapetes de grama. **anais...**, Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade estadual Paulista, 2010b. CD-ROM.
- SANTOS, A. J. M. et al. Qualidade de tapetes de grama esmeralda em função do manejo do solo adotado no momento da colheita. **anais...** Uberlândia: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência da Solo, 2011. CDROM.
- SCHWARTZ, B. M. **Zoysiagrass evaluation for DNA content, sting nematode response, nitrogen management, and estimates of heritability for turfgrass performance traits**. 2008, 127p. Dissertação, University of Florida, 2008.
- SECCO, D. et al. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, p. 797-804, 2004.

- SERAFIM, M. E. **Desenvolvimento de um penetrógrafo de bancada visando a determinação do intervalo hídrico ótimo (IHO) em diferentes sistemas de produção.** 2007. 79p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.
- SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; IMHOFF, S. Intervalo hídrico ótimo. In: MORAES, M. H.; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. **Qualidade física do solo: métodos de estudo-sistemas de preparo e manejo do solo.** Jaboticabal: Funep, 2002, p.1-18.
- SILVA, C. M. K. **Morfofisiologia de gramas ornamentais e esportivas: aspectos anatômicos, morfológicos e de manejo.** 2008, 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção vegetal) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, Passo Fundo - RS, 2008.
- SILVA, V. R. **Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração, intervalo hídrico ótimo e parâmetros físico-hídricos influenciando a produção de culturas anuais.** Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2003. 180p.
- SILVA, R. S.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M. Atributos físicos de dois Latossolos afetados pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, PB, v.10, n.4, p.842-847, 2006.
- SOANE, B. D. Process of soil compaction under vehicular traffic and means of alleviating it. In: LAL, R.; SANCHEZ, P.A.; CUMMINGS, R.W. **Land clearing and development in the tropics.** Rotterdam: Balkema Publisher, 1986. p.265-297.
- SOUZA, C. M. **Efeito do uso contínuo de grade pesada sobre algumas características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, e sobre o desenvolvimento das plantas e absorção de nutrientes pela cultura de soja.** 1988. 105p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SPOOR, G.; GODWIN, R. J. An experimental investigation in the dup haseming of by rigid times. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 23, p. 243-58.1978
- STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro: I. nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 6, n. 2, p. 213-218, maio/ago. 2002.
- TRENHOLM, L. E.; UNRUH, J. B. **New and not so new lawn grasses for Florida.** Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 2006. IFAS Publication Number: ENH1033. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/document_ep288>. Acesso em: 20 de fev. de 2011.
- TURGEON, A.J. **Turfgrass Management**, 4th Ed., pp: 1-3. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1996.

TURNER, T. R. **Nutrient management guidelines for sod production in Maryland.** University of Maryland. Turfgrass Technical Update, T-114, 2003. Disponível em: <<http://www.mdturfcouncil.org/edu/pdfs/TT-02.pdf>>. Acesso em: 22 de setembro de 2010.

VOORHEES, W.B. Relative effectiveness of tillage and natural forces in alleviating wheel-induced soil compaction. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v. 47, p. 129-133, 1983.

ZONTA, E. et al. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 07-52.

ZANON, M.; PIRES, E. C. Situação atual e perspectivas do mercado de grama no Brasil. In: GODOY, L.J.G.; MATEUS, C.M.D'A.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R.L. **Tópicos atuais em gramados II**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2010. 205p.

ANEXOS

Anexo 1. Resumo da análise de variância da área de solo mobilizada e da profundidade em função de preparos do solo.

Causa de variação	G.L.	Área de solo mobilizada	Profundidade de preparo
		-----quadrado médio (significância)-----	
Preparo	4	100713**	5,189*
Bloco	3	2046 ns	0,821 ns
Erro	24	1835	0,776
Total	39		
CV%		13,96	17,94

*, **, ns: significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo.

Anexo 2. Resumo da análise de variância da velocidade de infiltração básica (VIB) de água no solo em função de preparos do solo e das épocas de avaliação.

Causa de variação	G.L.	Velocidade de Infiltração básica (VIB)
		-----quadrado médio (significância)-----
Preparo (P)	4	4745,97**
Época (E)	2	8296,76**
P X E	8	170,74*
Bloco	3	146,87 ns
Erro	42	135,93
Total	59	
CV%		19,16

*, **, ns: significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo.

Anexo 3. Resumo da análise de variância da densidade do solo em função de preparos do solo e das épocas de avaliação.

Causa de variação	G.L.	Densidade do Solo	
		-----quadrado médio (significância)-----	
Preparo (P)	4	0,006339**	
Época (E)	2	0,074805**	
P X E	8	0,006159**	
Bloco	3	0,003224 ns	
Erro	42	0,001458	
Total	59		
CV%		2,76	

** , ns: significativo a 1% de probabilidade e não significativo.

Anexo 4. Resumo da análise de variância do diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e índice de estabilidade de agregados do solo (IEA) em função de preparos do solo e das épocas de avaliação.

Causa de variação	G.L.	Agregados do solo		
		DMP	DMG	IEA
				-----quadrado médio (significância)-----
Preparo (P)	4	0,013 ns	0,021 ns	1,469 ns
Época (E)	2	0,388**	0,512**	36,50**
P X E	8	0,038 ns	0,042 ns	2,886 ns
Bloco	3	0,066 ns	0,071 ns	2,646 ns
Erro	42	0,251	0,035	2,898
Total	59			
CV%		8,40	14,23	1,84

** , ns: significativo a 1% de probabilidade e não significativo.

Anexo 5. Resumo da análise de variância da resistência do solo a penetração em função de preparos do solo e das épocas de avaliação nas profundidades de 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m.

Causa de variação	G.L.	Resistência			
		Profundidade (m)			
		0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20
-----quadrado médio (significância)-----					
Preparo (P)	4	6768427**	7908019**	580031 ns	400085 ns
Épocas (E)	5	23112624**	31838234**	16484195**	7641285**
P X E	20	97988*	435679*	233762 ns	144234 ns
Bloco	3	32061 ns	2103015 ns	535952 ns	1417514 ns
Erro	87	50234	289723	329091	304785
Total	119				
CV%		6,58	7,99	11,45	14,25

*, **, ns: significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo.

Anexo 6. Resumo da análise de variância da taxa de cobertura do solo (TCS) pela grama esmeralda em função de preparos do solo e das épocas de avaliação.

Causa de variação	G.L.	TCS
		-----quadrado médio (significância)-----
Preparo (P)	4	88,02528**
Épocas (E)	6	14387,54**
P X E	24	8,6839*
Bloco	3	38,7553 ns
Erro	102	4,6786
Total	139	
CV%		3,84

*, **, ns: significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo.

Anexo 7. Resumo da análise de variância da fitomassa seca de folhas + caule e raízes + rizomas + estolões da grama esmeralda em função de preparos do solo.

Causa de variação	G.L.	Fitomassa Seca	
		Folhas + Caule	Raízes + Rizomas + Estolões
		-----quadrado médio (significância)-----	
Preparo	4	254651 ns	907538**
Bloco	3	539826 ns	15492 ns
Erro 2	12	255220	65250
Total	19		
CV%		8,80	5,98

*, **, ns: significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo.

Anexo 8. Resumo da análise de variância da resistência de tapetes de grama esmeralda em função de preparos do solo.

Causa de variação	G.L.	Resistência dos Tapetes
		-----quadrado médio (significância)-----
Preparo	4	27,775**
Bloco	3	1,8845 ns
Erro 1	12	1,5537
Total	19	
CV%		5,56

*, **, ns: significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo.