

THIARA SILVESTRE NASCIMENTO

**USO DE DIFERENTES GRAMATURAS DE GEOTÊXTIL NO RECOBRIMENTO DO
TUBO GOTEJADOR ENTERRADO**

Botucatu - SP

2017

THIARA SILVESTRE NASCIMENTO

**USO DE DIFERENTES GRAMATURAS DE GEOTÊXTIL NO RECOBRIMENTO DO
TUBO GOTEJADOR ENTERRADO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestra em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Botucatu –SP

2017

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

Nascimento, Thiara Silvestre, 1991-
N244u Uso de diferentes gramaturas de geotêxtil no recobri-
 mento do tubo gotejador enterrado / Thiara Silvestre Nas-
 cimento. - Botucatu: [s.n.], 2017
 65 p.: fots. color., grafs. color., tabs.

 Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista
 Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2017
 Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas
 Inclui bibliografia

 1. Gramado ornamental. 2. Gramado esportivo. 3. Irri-
 gação localizada. 4. Irrigação por gotejamento. I. Villas
 Bôas, Roberto Lyra. II. Universidade Estadual Paulista
 "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade
 de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “USO DE DIFERENTES GRAMATURAS DE GEOTÊXTIL NO RECOBRIMENTO DO TUBO GOTEJADOR ENTERRADO”

AUTORA: THIARA SILVESTRE NASCIMENTO

ORIENTADOR: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

COORIENTADOR: ROBERTO BOTELHO FERRAZ BRANCO

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


Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu


Prof. Dr. LEANDRO CAIXETA SALOMAO

Depto de Engenharia Agrícola / Instituto Federal Goiano - Câmpus de Urutai


Dra. CARCLINE DE MOURA D ANDRÉA MATEUS

Pós-Doutoranda no Depto de Solos e Recursos Ambientais / UNESP - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

Botucatu, 31 de agosto de 2017.

A minha mãe Silvia Silvestre por todo o carinho me ensinando os bons princípios da vida, necessários para construção de um bom caráter.

A meu irmão Thiago Silvestre, Wilson Almeida e Maria Costa pelo companheirismo e apoio para superar todos os obstáculos encontrados pelo caminho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que mesmo quando parecia impossível terminar o mestrado, ele fez de meus sonhos o sonho dele.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas e coorientador Roberto Botelho pela atenção concedida, e por todos os ensinamentos acadêmicos transmitidos, bem como os da vida.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-FCA/UNESP – Irrigação e Drenagem Campus de Botucatu pelos ensinamentos transmitidos e paciência durante a minha fase de recuperação,

Ao Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão, por me orientar na graduação e incentivar para seleção de mestrado

Aos funcionários do Departamento de Solo, Jair, Silvia, Felipe, José Carlos, Dpierre, Noel. Aos Amigos da UNESP GRASS, Flavia Motta, Tatiane Bortoleto, Rafael Barcelos, Mauricio, Thomaz, Carol,

A Carol, Mariana, Raimundo e todos os amigos pela amizade e suporte para realização deste trabalho.

Ao Emerson Rocha (LR Gramas) por disponibilizar os tapetes de grama bermuda e esmeralda para realização do experimento.

RESUMO

A irrigação localizada tem sua importância dentro da agricultura brasileira principalmente pelo baixo consumo de água, em função da crise hídrica que o país vem enfrentando nos últimos anos, mas também pelo menor gasto em energia e elevada uniformidade de distribuição de água. Porém um dos problemas enfrentados quando este sistema é colocado subsuperficialmente. O entupimento dos emissores, ocasionado pelas partículas do solo ou intrusão radicular objetivou avaliar diferentes gramaturas de geotêxtil na cobertura dos gotejadores instalados subsuperficialmente como uma lâmina física para impedir ou minimizar o entupimento dos emissores no cultivo de gramas cultivadas. Os gotejadores receberam cobertura com diferentes gramaturas de geotêxtil, como uma barreira física para impedir ou minimizar o grau de entupimento. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, município de Botucatu - SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com oito tratamentos: T1 sem geotêxtil, T2 geotêxtil não tecido agulhado em polipropileno (N26.1), T3 geotêxtil não tecido agulhado em polipropileno (N30.1) e T4 geotêxtil não tecido agulhado em polipropileno (N40.1), com cinco repetições, e duas gramíneas, totalizando 40 unidades experimentais em vasos de 25 litros. Observou-se que as espécies de gramas cultivadas não apresentaram resultados significativos, ao analisar as imagens pelo WinRhizo, em número de raízes, comprimento e volume entre espécies e tratamentos aos 30, 60, 90 e 120 (DAP). A massa fresca avaliada das aparas apresentaram resultados significativos entre tratamentos e não entre espécies, sendo a gramatura N.30 superior aos demais resultados. A intrusão radicular considera nulo, pois não houve nenhuma raiz aderida nos emissores.

Palavras-chave: gramado ornamental, gramado esportivo, irrigação localizada, irrigação por gotejamento.

ABSTRACT

Local irrigation is important in Brazilian agriculture, mainly because of the low water consumption, due to the water crisis that the country has been experiencing in recent years, but also due to the lower energy expenditure and high uniformity of water distribution. But one of the problems faced when this system is placed subsurface. Emitter clogging, caused by soil particles or root intrusion, aimed to evaluate different geotextile weights in the coverage of drippers installed subsuperficially as a physical blade to prevent or minimize the clogging of the emitters in the cultivation of cultivated grams. The drippers were coated with different geotextile weights as a physical barrier to prevent or minimize the degree of clogging. The experiment was conducted in a greenhouse at the Department of Soils and Environmental Resources of the Faculty of Agronomic Sciences, UNESP, municipality of Botucatu - SP. The experimental design was a randomized complete block (DBC), with eight treatments: T1 without geotextile, T2 polypropylene nonwoven geotextile (N26.1), T3 polypropylene nonwoven geotextile (N30.1) and T4 nonwoven geotextile needle in polypropylene (N40.1), with five replicates, and two grasses, totaling 40 experimental units in 25-liter pots. It was observed that the species of grams cultivated did not present significant results, when analyzing the images by WinRhizo, in number of roots, length and volume between species and treatments at 30, 60, 90 and 120 (DAP). The fresh mass evaluated from the chips showed significant results between treatments and not between species, being the weight N.30 higher than the other results. Root intrusion considers null, since there was no root attached to the emitters.

Keywords: ornamental lawn, sports lawn, localized irrigation, drip irrigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Temperaturas e umidades, médias mensais do ar no município de Botucatu/SP, durante o período de janeiro de 2016 a julho de 2016	29
Figura 2 – Vasos para o cultivo das gramas esmeralda e bermuda	30
Figura 3 – Geotêxtil fixado com braçadeira de plástico diretamente no emissor	31
Figura 4 – Corte e implantação das gramas bermuda e esmeralda para inserção nos vasos	33
Figura 5 – Fertirrigação sendo realizada no experimento	36
Figura 6 – Equipamento scanner (CI - 600 Cano Scan)	37
Figura 7 – Clorofilômetro digital, modelo Field Scout CM1000	38
Figura 8 – Equipamento Soil Moisture Kit, modelo – Moisture type HH2	38
Figura 9 – Leituras dos tensiômetros nas espécies de grama bermuda e esmeralda	52
Figura 10 – Sistema radicular da grama Bermuda	56
Figura 11 – Sistema radicular da grama Esmeralda	56
Figura 12 – Coeficiente de Uniformidade da Irrigação antes e após a implantação do Experimento	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Resultado da análise química e física do Latossolo Vermelho	28
Tabela 2	– Característica técnica do geotêxtil não tecido a serem estudados	30
Tabela 3	– Índice quantitativo e qualitativo de intrusão radicular	39
Tabela 4	– Comprimento do sistema radicular aos 30, 60, 90 e 120 DAP.....	41
Tabela 5	– Área projetada de raiz aos 30 DAP	42
Tabela 6	– Área projetada de raiz aos 60 DAP	42
Tabela 7	– Área projetada de raiz aos 90 DAP	43
Tabela 8	– Área projetada de raiz aos 120 DAP	43
Tabela 9	– Massa fresca e resumo da análise de variância aos 30 DAP	44
Tabela 10	– Massa fresca e resumo da análise de variância aos 60 DAP	45
Tabela 11	– Massa fresca e resumo da análise de variância aos 90 DAP.....	45
Tabela 12	– Massa fresca e resumo da análise de variância aos 120 DAP.....	46
Tabela 13	– Média e resumo da análise de variância de cor verde (ICV) aos 30 DAP	48
Tabela 14	– Média e resumo da análise de variância de cor verde (ICV) aos 60 DAP.....	48

Tabela 15 – Média e resumo da análise de variância de cor verde (ICV) aos 90 DAP	49
Tabela 16 – Média e resumo da análise de variância de cor verde (ICV) aos 120 DAP	50
Tabela 17 - Média e análise de variância da umidade do solo aos 30 DAP	51
Tabela 18 - Média e resumo da análise de variância da umidade do solo aos 60 DAP	51
Tabela 19 – Média e resumo da análise de variância da massa fresca (F+ C+ E) da planta aos 125 DAP	53
Tabela 20 - Média e resumo da análise de variância da massa seca (F + C+ E) da planta aos 125 DAP	54
Tabela 21 - Média e resumo da análise de variância da massa fresca da raiz aos 125 DAP	55
Tabela 22 - Média e resumo da análise de variância da massa seca da raiz aos 125 DAP	55
Tabela 23 - Média e resumo da análise de variância das raízes aderidas ao geotêxtil	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1. Cultivo de grama no brasil	21
2.2. Grama esmeralda (<i>Zoyzia Japonica</i> Steud.)	22
2.3. Grama bermuda (<i>Cynodon Dactylon</i> .)	22
2.4. Sistema radicular das gramíneas.	22
2.5. Irrigação por gotejamento subsuperficial	23
2.6. Fertirrigação	24
2.7. Manejo da irrigação	25
2.8. Geotêxtil.	25
2.8.1 Geotêxtil tecido	25
2.8.2 Geotêxtil não tecido	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Localização da área experimental	28
3.2 Caracterização do solo	28
3.3 Parâmetros meteorológicos	28
3.4 Instalação do experimento	29
3.4.1 Delineamento experimental	29
3.4.2 Tipos de gramatura de geotêxtil	30
3.4.3 Sistema de irrigação	30
3.4.4 Fixação do geotêxtil ao emissor	31
3.4.5 Uniformidade de distribuição da água na irrigação.	31
3.4.6 Correção do solo	32
3.4.7 Instalação dos tubos acrílicos para uso no scanner (CI-600)	32
3.4.8 Implantação das gramas cultivas	33
3.4.9 Manejo da irrigação	34
3.5. Fertirrigação	35
3.6. Características avaliadas	36
3.6.1 Avaliação do sistema radicular das gramas cultivas	36
3.6.2 Acúmulo de aparas das gramas	37

3.6.3 Intensidade de cor verde das folhas das gramas	38
3.6.4 Umidade do solo	38
3.6.5 Definição de índice de intrusão radicular (IIR)	38
3.6.6 Fitomassa da parte aérea e raízes	39
3.6.7 Raízes aderidas ao geotêxtil	39
3.7. Análise estatística	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Avaliação do sistema radicular das gramas cultivadas	40
4.2 Acúmulo de aparas das gramas	44
4.3 Intensidade de cor verde das folhas das gramas	47
4.4 Umidade do solo	50
4.5 Definição do índice de intrusão radicular.....	52
4.6 Massa fresca e seca da parte aérea e sistema radicular	53
4.7 Raízes aderidas no geotêxtil	56
4.8 Uniformidade do sistema de irrigação.....	57
5. CONCLUSÕES	59
6. REFERÊNCIAS	60

1. INTRODUÇÃO

Os estudos envolvendo gramas cultivadas tem experimentado grande expansão nos últimos anos, justificados pela crescente demanda de áreas verdes gramadas em condomínios, áreas públicas, centros esportivos e recreativos e canteiros das rodovias. Este aumento tem sido acompanhado pela introdução de novas espécies de gramas e de tecnologias como a irrigação, adubação, uso de defensivos e reguladores de crescimento.

A irrigação tem sido cada vez mais empregada na área de gramados ornamentais e esportivos, pela resposta da planta à água e pela diversidade de equipamentos e diminuição dos custos dos sistemas de irrigação.

Na irrigação de gramados o sistema mais comumente utilizado é a aspersão, que permite adequada distribuição de água e, com o uso de aspersores escamoteáveis, não há limitações quanto ao uso da área e tratos culturais necessários para a manutenção do gramado, como o corte da grama.

A crise de água ocorrida em 2015 gerou grande discussão sobre o uso urbano da água tratada e solo formas de melhoraria na eficiência do uso da água aplicada. Neste sentido é conhecido que no sistema de gotejamento a água é utilizada de forma mais eficiente pelas plantas e, portanto, pode gerar economia na água utilizada na irrigação de gramados. No entanto, a linha de gotejamento sobre o gramado gera um grande problema, uma vez que, além do aspecto visual, há grandes dificuldade no manejo do gramado.

A linha de gotejamento enterrada tem sido utilizada em várias culturas, principalmente nas perenes, visando economia de água (há diminuição da água evaporada), menor desenvolvimento de plantas daninhas, os nutrientes são aplicados mais próximo do sistema radicular, (mais eficiência na adubação) e a possibilidade do uso de água de reuso com menor risco ao homem. Por outro lado, no gotejo enterrado pode ocorrer problemas de intrusão de raízes no emissor, vindo a mudar sua vazão ou em casos mais extremos a entupir o sistema.

As gramíneas apresentam sistema radicular volumoso e, portanto, a possibilidade de entupimento dos emissores pode ser elevada. A grama mais utilizada em áreas residências no Brasil é a esmeralda, porém a grama bermuda é aquela que tem o crescimento da parte aérea mais rápido e consequentemente do sistema radicular.

A possibilidade de colocar algum material para dificultar ou não permitir o contato da raiz com o emissor, parece ser uma alternativa para aumentar a durabilidade do sistema de gotejamento enterrado em áreas de gramado.

O geotêxtil é um material constituído por fibras classificadas em natural (algodão, lã) ou química. Durante a fabricação do geotêxtil polímeros são acrescentados para melhoria do produto final. Dentre as fibras destacam-se aquelas provenientes de polímeros sintéticos a base de poliamida (1%), poliéster (12%), polipropileno (85%) e polietileno (2%). O geotêxtil é definido por gramatura, expressa em g/m² e espessura. Este material pode servir como elemento filtrante e ao mesmo tempo como barreira para a passagem de raízes.

A combinação do gotejamento enterrado recoberto com geotêxtil pode favorecer o uso desse sistema de irrigação em gramados, dificultando ou impedindo a intrusão de raízes nos emissores.

Já está sendo difundida hipótese que geotêxtil possa viabilizar o uso de gotejadores enterrados em áreas de gramados ornamentais e esportivos, e que o impedimento para o entupimento do emissor se relacione com a gramatura do geotêxtil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTIVO DE GRAMAS NO BRASIL

O início do cultivo de gramado no Brasil ocorreu em torno de 1974 (GODOY e VILLAS BOAS, 2005). As expansões das áreas de cultivo tiveram aumento importante e já em 2009 a área plantada alcançou 16.790 hectares de área plantada (ZANON e PIRES, 2010).

As principais gramas cultivadas no Brasil são Esmeralda, Santo Agostinho, Bermuda, sendo consideradas espécies de clima quente, que apresentam maior adaptabilidade. Já a grama Esmeralda vem tomando destaque no comercio de vendas e implantação em áreas verdes gramadas.

2.2 GRAMA ESMERALDA (*Zoysia Japonica Steud.*)

A grama Esmeralda é originária do Japão sendo conhecida como Zóisia silvestre, grama zóisia ou apenas zóisia. É uma gramínea herbácea rizomatosa e muito ramificada. As suas características são de folhas estreitas, crescimento rápido e de cor verde intenso (LORENZI; SOUZA, 2001); com diferentes texturas de folhas e tonalidades de verde, formando um perfeito tapete. Quando cortada com frequência, podendo apresentar altura até 15 mm.

Segundo Silva (2008) a capacidade de regeneração da grama rizomatosas é grande pois apresentam gemas que ficam protegidas, no interior de solo e proporcionam a renovação no caso de corte e dano ao gramado. Por esse motivo, tais variedades servem perfeitamente para gramados esportivos, onde o desgaste é intenso, principalmente nas áreas superficiais do campo.

Uma das vantagens da grama esmeralda é que no solo ocorre o entrelaçamento dos estolões penetrantes, que se enraízam facilmente. Outro aspecto é que suas folhas proporcionam homogeneidade da superfície, quando bem cortada, podendo ser considerada opção para campos de futebol e outras atividades esportivas (ARRUDA; HENRIQUES,1995).

Segundo Lorenzi. Souza, (2001) a grama esmeralda apresenta ótima capacidade de regeneração, baixa frequência de poda e luminosidade necessária exigida, conseguindo desenvolver em áreas sombreadas leves.

2.3 GRAMA BERMUDA (*Cynodon dactylon* x *Cynodon. Tranvaalensis*)

A grama Bermuda é originária do leste da África. Foi introduzida nos Estados Unidos e expandiu por toda área. Nos Estados Unidos houve algumas modificações afim de sua utilização em gramados esportivos. No Brasil foi introduzida primeiramente no campo de golfe e recentemente implantada nas áreas de campos de futebol, playgrounds, apresentando ser bastante macia e resistente ao pisoteio (LAURETTI, 2003).

A grama Bermuda é uma grama bastante adaptada a clima quente, tendo seu desenvolvimento limitado em clima temperado, mesmo a pleno sol. É uma planta com elevada capacidade de regeneração e por isso tem sido a mais indicada para campos de futebol, uma vez que após o dano proporcionado pelo jogo, sua recuperação é muito rápida. Esta recuperação, porém, depende de água, adubação e poda (LAURETTI, 2003 citado por BACKES et al., 2010).

Segundo Gurgel (2003) a grama Bermuda apresenta limitações de uso pois não se adapta em áreas sombreadas, apresenta pouco rendimento em áreas de baixa drenagem, solos compactados e não tolera áreas de baixas temperaturas.

2.4 SISTEMA RADICULAR DAS GRAMÍNEAS

O sistema radicular das plantas possui sustentação para reserva e absorção de água e nutrientes. De acordo com Christians (1998) em determinada profundidade do sistema radicular é considerado uma diferenciação, pois gramas de clima quente, pelo fato de apresentar tolerância a seca, sua frequência de irrigação é menor, e demonstra sistema radicular mais profundo (90 cm ou mais) relacionada as de climas frios (30 a 45 cm de profundidade) obtendo maior probabilidade do estresse hídrico.

As gramas que se adapta em clima quente é dividida em dois grupos, sendo de melhor compreensão em suas características e aplicações a diferentes situações, ou seja:

Rizomatosas – o seu desenvolvimento vegetativo está vinculado aos rizomas sub-superficiais.

Estoloníferas – o seu desenvolvimento vegetativo está ligado aos estolões superficiais.

A grama Esmeralda e Bermuda por serem rizomatosas apresentam sistema radicular mais desenvolvido, já as variedades consideradas estoloníferas, não consegue suportar tráfego intenso, danificando os estolões que são superficiais. São gramas mais sensíveis ao pisoteio, não devendo ser usadas em áreas de tráfego intenso, e menos ainda em gramados esportivos.

A compactação no solo ocasiona danos no desenvolvimento das plantas, portanto sua forma de crescimento é afetada pelo sistema radicular no solo (ALI HARIVANDI, 2005). O solo denso dificulta a absorção de água e nutrientes, prejudicando assim no desenvolvimento de raízes e folhas das plantas.

O equipamento scanner CL- 600 e software WinRHIZO utilizado na pesquisa permitiu a observação do crescimento radicular e o comportamento ao longo do tempo, sendo que seu desenvolvimento e função de raiz são de vital importância para a adaptação das plantas para um ambiente, onde ajuda a examinar a atividade raiz e saúde, que são indicadores críticos de planta ou o desempenho das culturas.

2.5 IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL

A água é considerada um fator essencial no manejo de grama, pois a água tem como finalidade manter a coloração e crescimento nos períodos de estiagem (ALBUQUERQUE, 2009).

A instalação dos emissores em irrigação por gotejamento pode ocorrer de duas formas: superficial e subsuperficial. Os emissores superficiais se localizam sobre o solo e no subsuperficial encontra no interior do perfil. Neste último caso, pode-se dizer que a irrigação subsuperficial apresenta maior índice de aproveitamento de água pelo sistema, devido á menor perda por evaporação vinculada na eficiência da irrigação (NOGUEIRA et al., 2000).

A irrigação por gotejamento subsuperficial a água geralmente é disponibilizada diretamente na região de maior concentração radicular da cultura, através de emissores com baixa intensidade de aplicação. O principal problema encontrado neste sistema é o entupimento por intrusão radicular nos emissores, sendo o desenvolvimento da cultura ao longo prazo (SOUZA, 2012).

O sistema de irrigação subsuperficial caracteriza por diminuir o volume água, porém, o investimento na instalação é mais elevado, necessitando de equipamento específico para o enterrio das mangueiras. Por outro lado, o bulbo molhado fica mais próximo do sistema radicular (TESTEZLAF, 2002).

Para Souza (2012) existe poucas informações disponíveis em relação a intrusão radicular em gotejadores enterrados, a respeito de gotejadores que possuam mecanismos físicos com a função de obstruir a entrada da raiz nos mesmos.

2.6 FERTIRRIGAÇÃO

A fertirrigação é uma das técnicas mais eficientes e econômicas utilizadas em fertilizantes sob as plantas, considerando umas das práticas mais utilizadas para aplicação de nutrientes via água. E por apresentar benefícios em relação às doses de aplicação sobre o solo e aumentar a produtividade e absorção de macro e micronutrientes de acordo com as recomendadas pelo cultivo (MAROUELLI & SOUSA, 2011).

O sistema irrigação por gotejamento é utilizado muitas vezes com fertilizantes, aplicando na superfície ou dentro do solo, por meio de gotas ou pequeno filete de água onde apresenta um melhor aproveitamento na aplicação de nutrientes pela cultura vinculada a sua eficiência. Mas é importante observar quando e quanto aplicar, ou seja, em um determinado período adequado para que não prejudique o rendimento da planta (VILLAS BÔAS et al., 1999).

A utilização de equipamentos para injeção de fertilizantes é importante, possibilitando uma maior uniformidade em sua aplicação sobre o cultivo, de forma mais detalhada o sistema de irrigação faz esta distribuição de nutrientes via água com intuito de muitos produtores atingir sua produtividade (SOUSA & SOUSA, 1992; SOUSA & SOUSA, 1993).

O resultado da aplicação de nutrientes em áreas gramadas pode ser observado em sua aparência no desenvolvimento das folhas, identificando sua coloração e índice nas aplicações, tornando precisas para suprir a necessidade nutricional da planta proporcionando boa qualidade (PLANK E CARROW, 2003).

2.7 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

O manejo da irrigação possibilita um dimensionamento adequado do quanto e quando aplicar de água. A quantidade de água vinculada ao sistema radicular da planta influencia no desenvolvimento da cultura, assim a aplicação em quantidade adequada supre suas necessidades hídricas. A umidade se apresentar baixa, prejudica o rendimento, não oferecendo quantidade suficiente para a cultura (SAAD, 2009).

O clima é um dos principais fatores na determinação da demanda de água pelas culturas. Um dos fatores que apresenta modificação, em ambiente protegido, é a evaporação. Neste ambiente há menor evaporação em relação a condição externa, diminuição da radiação solar, velocidade do vento, segundo resultados de pesquisas desenvolvidas por Prados (1986), Fernandez, Orgaz e Lopez- Gálvez (1995), Alves e Klar (1996), Martins et al. (1999), Braga e Klar (2000), Buriol et al. (2001), Cunha (2001), Cunha, Escobedo e Klosowski (2002), Fernandes, Corá e Araújo (2004), Rezende et al. (2004) e Vásquez et al. (2005).

Para o manejo da irrigação foram utilizados tensiômetros para medir a tensão de água no solo para informar quando irrigar, a princípio seu funcionamento baseia-se entre a solução do solo e água contida no interior do aparelho (COELHO; TEIXEIRA, 2004).

De acordo com Braga e Calgaro (2010), os tensiômetros são muito utilizados pela sua facilidade de manuseio, porém sua precisão é menor comparada com manômetro de mercúrio. Este equipamento é um fator importante, pois sua instalação no campo e de elevada importância para seu funcionamento adequado.

O controle da irrigação consiste em um manejo racional, auxiliando o produtor a necessidade hídrica da cultura, temendo que sua produtividade sofra um déficit hídrico.

2.8 GEOTÊXTIL

A utilização e fabricação do geotêxtil no Brasil iniciaram na década de 70, a partir de quando houve uma grande expansão de aplicação no mercado, sendo um material utilizado por diversas finalidades - drenagem (coleta e condução de um

fluido), filtração (retenção de partículas de solo), separação (evita a mistura de matérias da natureza diferente) e até mesmo com um material impermeável a líquidos ou vapores.

O geotêxtil é um material constituído por fibras sintéticas classificada em natural ou química. Os naturais (lã, algodão, linho, etc.), são raramente utilizadas devido o seu comportamento biodegradável. As químicas são constituídas por fibras de polímeros sintéticas.

Segundo Koerner (2005), os principais polímeros na fabricação de fibras são: poliamida (1%), poliéster (12%), polipropileno (85%) e o polietileno (2%). No processo de fabricação os polímeros são acrescentados para melhoria do produto final.

As propriedades físicas do geotêxtil é obtida em ensaios para definir suas características a seguir:

Gramatura – é definida por unidade de área, expressa em g/m^2 .

Espessura – concebe na distância entre duas superfícies rígidas equivalentes que comprimem o geotêxtil e é expressa em mm.

O geotêxtil não tecido apresenta uma compressão elevada, sua espessura está vinculada a tensão aplicada.

2.8.1 GEOTÊXTIL TECIDO

A sua constituição é feita por tipos de polímeros, sendo arranjos de fitas ou filamentos. É um produto oriundo do entrelaçamento de fios, monofilamentos ou laminetes (fitas), seguindo direções preferenciais denominadas tramas sentido transversal e longitudinal.

2.8.2 GEOTÊXTIL NÃO TECIDO

São fabricados basicamente com o mesmo tipo do composto anterior, por fibras cortadas ou filamentos contínuos, distribuídos aleatoriamente, em vez de processos de tecelagem os filamentos são lançados de forma aleatória os quais são interligados por processos mecânicos como em uma esteira rolante. A gramatura, espessura, resistência e permeabilidade depende do lançamento de dos filamentos influenciado a nível industrial.

A ligação desses filamentos é consolidada de um dos seguintes processos:

Agulhagem - e esteira passa por uma região constituída por pequenas agulhas, que atravessa sobre os filamentos, entrelaçando-os;

Processo térmico - através de aquecimento, os pontos de contato entre os filamentos fundem-se gerando gêotextil;

Resinagem - a ligação dos filamentos é feita por resina acrílica.

Há dois tipos de fibras que podem ser utilizados na confecção de geotêxtil não tecido, os filamentos contínuos e as fibras cortadas, ao passo que as fibras cortadas apresentam comprimento reduzido, cerca de 50 a 100 mm (KOERNER, 1998).

A sua característica está associada a diferentes espessuras, tornando o material com maior resistência química e mecânica por diversas formas de fabricação (LIMA, 2003).

Os valores de comercialização do geotêxtil não tecido são descritos pela Empresa ISSO Imp. Ltda (2014), sendo que estes valores são nas seguintes gramaturas: N.26 – R\$ 1,70, N.30 – R\$ 2,55 e N.40 – R\$ 3,40 por m².

O geotêxtil não tecido fabricado pelo processo de agulhagem apresenta boas características mecânicas, proporcionando boa propriedade para filtração e separação, vinculada a uma boa adaptabilidade e excelente propriedade para proteção (PAVCO, 2009).

A utilização de geotêxtil no recobrimento de linhas laterais apresenta fatores que se destaca principalmente por reduzir os custos ambientais causados pelo descarte sistemático de gotejadores obstruído e impedir o avanço das raízes em direção aos emissores evitando o entupimento de partículas do solo e intrusão radicular. Além de ser um material de baixo custo, contribui para aumentar a vida útil das linhas laterais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, município de Botucatu, SP, localizado entre os paralelos 22°30' a 23°05' de latitude sul e os meridianos 48°15' a 48°52' de longitude Oeste Greenwich, e altitude média de 830 metros.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O solo utilizado no experimento é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) de textura média (EMBRAPA, 1997). Uma amostra desse solo foi retirada e encaminhada para o laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, município de Botucatu – SP. As características químicas e físicas analisadas constam na (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do Latossolo Vermelho Distrófico de textura média utilizado no experimento para o preenchimento dos vasos de 25 l.

pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmol _c /dm ³							
4,1	10	5	7	40	1,4	10	4	20	56	28
			B	Cu	Fe	Mn	Zn			
			mg dm ⁻³							
			0,26	1,0	36	1,0	0,4			

3.3 PARAMETROS METEOROLÓGICOS

Os dados de temperatura e umidade média mensal do ar (°C), no período de janeiro de 2016 a julho de 2016 foram obtidos pela estação meteorológica do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas, que fica a 20 metros do local onde o experimento foi conduzido. Deve-

se considerar, no entanto, que a estação de medida se encontra fora do ambiente protegido onde o experimento foi conduzido.

Foram selecionados os dados meteorológicos no período compreendido entre a implantação e final do experimento apresentada na (Figura 1).

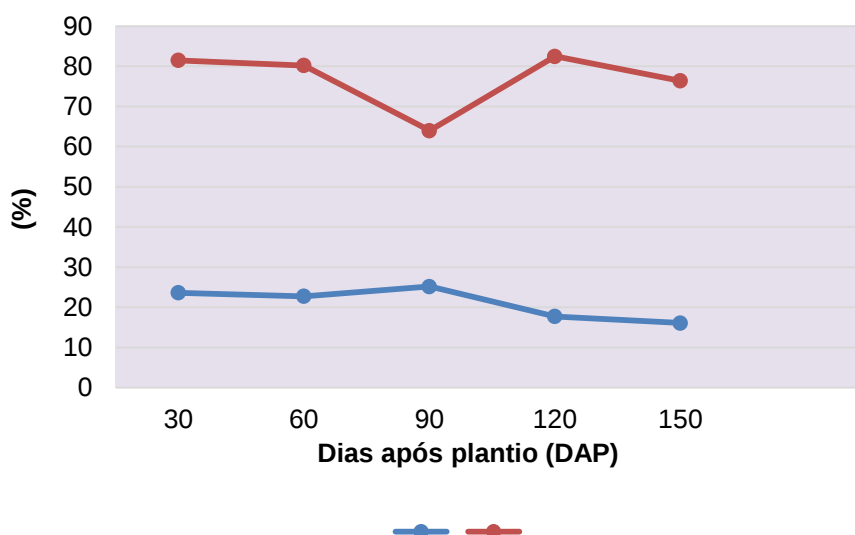


Figura 1. Temperatura e umidade, sendo média do ar no município de Botucatu -SP, no período de janeiro de 2016 a julho de 2016.

3.4 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

3.4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento adotado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 4, sendo 2 espécies de gramada cultivada (bermuda e esmeralda) e quatro tratamentos: T1 – gotejador sem geotêxtil, T2 - gotejador com geotêxtil não tecido agulhado em polipropileno (N26.1), T3 - gotejador com geotêxtil não tecido agulhado em polipropileno (N30.1) e T4 - gotejador com geotêxtil não tecido agulhado em polipropileno (N40.1), com cinco repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Desse total de vasos, vinte e quatro foram selecionados para inserção do tubo acrílico, para avaliar o desenvolvimento do sistema radicular das gramíneas com equipamento scanner CI-600 e software Winrhizo que trabalha sob Windows e usa uma esqueletização para medir os parâmetros de raiz (Figura 2).



Figura 2. Vasos de 25 l utilizados para o cultivo das espécies de grama e condução do sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial.

3.4.2 TIPO DE GRAMATURAS DE GEOTÊXTIL

Os três tipos de geotêxtil não tecido utilizados no experimento são fabricados pelo processo de agulhagem, sendo eles N 26.1, N 30.1 e N 40.1, cujas propriedades hidráulicas como permeabilidade, peso e espessura estão descritas na (Tabela 2).

Tabela 2. Características técnicas do geotêxtil não tecido estudados.

Características técnicas	Tipos de geotêxtil não tecido		
	N 26.1	N 30.1	N 40.1
Permeabilidade normal (cm/s)	0,45	0,45	0,42
Peso (g/m ²)	200	250	350
Espessura (mm)	2,2 a 2,7	2,5 a 3,0	2,7 a 3,3

3.4.3 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial foi instalado com um reservatório de 250 l e uma bomba 1/4 c.v com linha lateral de 16 mm de diâmetro e emissores espaçados a 0,50 m com vazão de 1,7 L h⁻¹, sendo que as

linhas laterais foram espaçadas a 0,60 m. Foi utilizado filtro de disco para filtragem e manômetro que se manteve a pressão de 15 m.c.a.

Os vasos de plástico foram perfurados 10 cm abaixo de sua bordadura nas laterais para a passagem do tubo gotejador com as gramaturas de geotêxtil costurada de acordo com cada tratamento.

3.4.4 FIXAÇÃO DO GEOTÊXTIL AO EMISSOR

O geotêxtil foi envolvido no emissor e fixado com braçadeira de plástico, impedindo o movimento na fita gotejadora (Figura 3).



Figura 3. Geotêxtil fixado com braçadeira de plástico diretamente no emissor.

3.4.5 UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação avaliada seguiu o método proposto por Keller & Karmeli (1975), adaptada para os tratamentos. A coleta de água foi realizada em 4 emissores localizados nas seguintes posições: primeiro gotejador, gotejador localizada a 1/3 e 2/3 da distância total da linha e último gotejador. Este procedimento foi realizado em todas as linhas laterais do experimento.

O índice de uniformidade de distribuição é dado pela aplicação de água na divisão entre a média de 25% das menores vazões pela média de todas as vazões observadas.

Com os dados coletados, foram estimados o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC).

$$CUC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \quad (\text{eq 1})$$

n - número de observações;

X_i - lâmina de água aplicada no ponto sobre a superfície do solo;

$\bar{X}$ - lâmina média aplicada.

Sendo que este resultou apresentou maior que 90 %, indica que o sistema de irrigação foi bem dimensionado.

3.4.6 CORREÇÃO DO SOLO

O solo foi corrigido quanto a acidez utilizando calcário dolomítico (PRNT= 95%) aplicado na dose de 21,8 g /vaso, para elevar a saturação por bases a 60%. Para isso, o solo e o calcário foram misturados em betoneira e retornados ao vaso, mantidas na umidade de 70% da capacidade de campo para que ocorresse a reação, pelo método de pesagem durante sete dias.

3.4.7 INSTALAÇÃO DOS TUBOS ACRÍLICOS PARA USO DO SCANNER (CI-600)

Antes da instalação dos tapetes de grama foram colocados tubos de acrílico com a finalidade de utilizá- los para avaliação do sistema radicular, sendo enterrados no solo. Estes tubos têm as seguintes dimensões: 64 mm de diâmetro interno, 70 mm de diâmetro externo e 30 cm de comprimento e foram colocados a 5 cm do centro de cada vaso e 2 cm do emissor. As bordas inferiores e superiores do tubo foram vedadas com uma tampa de vinil preta com espessura de 2 a 3 mm para evitar a entrada de água e luz.

O início das avaliações do sistema radicular utilizando o acesso dos tubos e o equipamento Root Scanner (Scanner CI-600) ocorreu após 20 dias do transplante dos tapetes de grama.

3.4.8 IMPLANTAÇÃO DAS GRAMÍNEAS

As gramas esmeralda (*Zoysia japonica steud.*) e bermuda (*Cynodon dactylon x Cynodon. Tranvaalensis*) foram retiradas em tapetes de 40 cm x 60,2 cm, de uma área de produção em Itapetininga - SP. Após a retirada dos tapetes, foram encaminhados para a Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP e cortados de acordo com o diâmetro do vaso, com auxílio de uma ferramenta composta por um tubo de aço zincado de 12 polegadas e 5 cm de altura. Este instrumento permitiu o corte da grama na dimensão do diâmetro do vaso. Além disso, foi também recortado o diâmetro do tubo acrílico, nos 24 vasos escolhidos para a realização das análises do scanner (Figura 4).

A grama esmeralda é ornamental obtendo característica rizomatosa, sendo que o seu tempo de recuperação é maior comparado a grama bermuda, até que reestabeleça, pode chegar a 15 cm de altura, muito indicada para jardins residências, playground e condomínios.

Uma das características da grama bermuda que apresenta folhas estreitas com coloração verde intenso, ciclo de vida longo (perene), 40 cm na altura máxima de suas folhas, possui crescimento acelerado, suas raízes são profundas o que possibilita obter uma melhor resistência a pisoteio, sua aparência é bem semelhante ao da grama esmeralda (*Zoysia Japonica*), tendo como principal atrativo e diferença: alta capacidade de regeneração e rapidez ao desgaste excessivo. Para quem procura grama para campo de futebol prevendo jogos frequentes durante a semana precisa.



Figura 4. Corte e implantação das gramas bermuda e esmeralda nos vasos de 25 l.

3.4.9 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Em cada tratamento utilizou-se três tensiômetros, instalados na profundidade de 15 cm local onde se concentra maior quantidade de raízes das gramíneas. O controle da irrigação era feito utilizando os tensiômetros.

As irrigações foram realizadas sempre que a média das leituras dos três tensiômetros a 15 cm de profundidade (MOREIRA et al. 1999). A lâmina aplicada teve como referência o resultado da seguinte equações:

Disponibilidade Total de Água no Solo (DTA)

$$DTA = (Cc - PM) / 10 * da$$

$$DTA = (5 - 10) / 10 * 1,3 \quad (eq\ 2)$$

$$DTA = 0,325 \text{ mm/cm}$$

Onde:

DTA = disponibilidade total de água no solo, [mm/cm];

Cc = capacidade de campo, [%];

PM = ponto de murcha, [%];

da = densidade aparente do solo, [g/cm³].

Disponibilidade Real de Água no Solo (DRA)

$$DRA = DTA . f$$

$$DRA = 0,325 . 0,3 \quad (eq\ 3)$$

$$DRA = 0,0975 \text{ mm.m}^{-1}$$

Onde:

DRA = disponibilidade real de água (mm.m⁻¹)

DTA = disponibilidade total de água (mm.m⁻¹)

f = fator de disponibilidade

Como a lâmina de irrigação (L) a ser aplicada deve ser equivalente a disponibilidade real de água (DRA) e não a disponibilidade total de água (DTA), tem-se:

$$L = \text{DRA} \cdot Z$$

$$L = 0,0975 \cdot 30 \quad (\text{eq 4})$$

$$L = 2,92 \text{ mm}$$

Sendo que a Irrigação Total Necessária:

$$\text{ITN} : \text{DRA} / \text{Ef} \cdot 100$$

$$\text{ITN} = 3 / 80 \cdot 100 \quad (\text{eq 5})$$

$$\text{ITN} = 3,65 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-1}$$

Onde:

ITN = irrigação total necessária ($\text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$)

DRA = disponibilidade real de água ($\text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$)

Ef = eficiência de aplicação (%)

De acordo com os cálculos, determina a lâmina total de água necessária para elevar a tensão de água do solo até a capacidade de campo de 70%.

Os cálculos foram feitos, sendo que a grama esmeralda foi diferente da grama bermuda, sendo aplicou uma lâmina de 50% a mais devido a sua necessidade hídrica observada visualmente, que foi aplicada manualmente.

3.5. FERTIRRIGAÇÃO

A adubação foi realizada na fertirrigação, com auxílio do injetor de fertilizantes marca Dosatron, sempre no período da manhã, no mesmo horário, de acordo com as recomendações de Godoy e Villas Bôas (2010) para nutrição das gramas.

A adubação fosfatada foi realizada após o estabelecimento dos tapetes nos vasos, utilizando-se como fonte o superfosfato simples na dose de 100 de P_2O_5 kg ha^{-1} . A adubação nitrogenada aplicada de cobertura foi de 300 kg ha^{-1} , na forma

de uréia, dividida em quatro aplicações durante o ciclo. Assim, foram aplicadas 75 kg de nitrogênio, 25 kg superfosfatos simples e 38 kg de cloreto de potássio em intervalos de 30 dias. Essas quantidades de nitrogênio e potássio foram baseadas em doses médias usadas pelos produtores de grama que são valores diferenciados entre a produção e condução da manutenção do gramado (Figura 5).

De acordo ARAÚJO (2003), para adubação de manutenção em gramado, recomenda adubo químico NPK, de fórmula 0-18-6 ou 0-15-8, sendo 50g por m² de preferência, nos meses de chuva garantindo a presença tanto do fósforo quanto do potássio necessários, após o plantio do gramado (Figura 5).



Figura 5. Fertirrigação utilizada no experimento.

3.6. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

3.6.1. AVALIAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR

Após o estabelecimento das gramas cultivadas nos vasos foram geradas imagens do sistema radicular a cada 15 dias com auxílio do equipamento Root Scanner CI - 600 (Figura 6) inserido no tubo de acrílico. As raízes presentes nas imagens foram quantificadas por meio do software de análise de imagens WinRhizo fornecendo os valores de comprimento total, área e volume do solo explorado pelas raízes e quantidade de raízes.



Figura 6. Equipamento scanner (CI - 600 Cano Scan).

3.6.2. ACÚMULO DE APARAS DAS GRAMAS

A avaliação do acúmulo de aparas da parte aérea foi realizada em cortes com intervalo de 15 dias. Os cortes foram realizados utilizando-se tesoura para grama elétrica, mantidas após o corte foram de 1 cm. Após o corte as folhas (aparas) foram recolhidas e colocadas em saco de papel, sendo pesadas em balança digital com precisão 0,01 g.

3.6.3. INTENSIDADE DE COR VERDE DAS FOLHAS DAS GRAMAS

A intensidade de cor verde das gramas bermuda e esmeralda foi medida com o equipamento clorofilômetro digital, modelo Field Scout CM1000. Este equipamento avalia a intensidade de cor verde por transmitância, emitindo um laser e determinando uma faixa de leitura. Para padronização da faixa de leitura foi adotada a altura para a leitura de 50 cm, o que significou no vaso uma largura de avaliação de 26 cm. Estas leituras foram feitas uma vez por mês, sendo uma leitura por vaso (Figura 7).



Figura 7. Clorofilômetro digital, modelo Field Scout CM1000.

3.6.4. UMIDADE DO SOLO

As leituras da umidade do solo foram realizadas com um sensor portátil, da Soil Moisture Kit, modelo – Moisture Type HH2, meter 4.0. Este equipamento é composto por um sensor de umidade, que através de hastes registram a umidade do solo, medida através de uma onda eletromagnética no solo. A haste contendo os sensores foram enterradas no solo em 3 posições por vaso, sendo o resultado do vaso a média das leituras observadas (Figura 8).



Figura 8. Equipamento Soil Moisture Kit, modelo – Moisture type HH2.

3.6.5. DEFINIÇÃO DO ÍNDICE DE INTRUSÃO RADICULAR (IIR)

A avaliação da intrusão radicular nos emissores foi realizada utilizando o coeficiente de uniformidade de distribuição de água, obtido antes do início do

experimento, na montagem do sistema de irrigação e ao final do experimento. Foi realizada também a obstrução visual por parte das raízes junto ao orifício do equipamento (emissor), gerando os índices de intrusão radicular (severidade de entupimento).

Os índices de intrusão radicular e suas respectivas vazões persistentes (residuais) estão descritos por Hernandez (2010) em processos laboratoriais organizados na (Tabela 3).

Tabela 3. Índice quantitativo e qualitativo de Intrusão Radicular.

ÍNDICES DE INSTRUSÃO RADICULAR (IIR)					
Qualitativo	NULO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Quantitativo	0%	2,5 – 17,5%	20 – 40%	42,5 – 67,5%	70 – 100%

FONTE: Adaptado de Hernandez (2010)

3.6.6. FITOMASSA DA PARTE ÁEREA E RAÍZES

A fitomassa fresca da parte aérea e raízes foi separada para cada vaso e determinada por meio de uma balança digital com precisão 0,01 g / vaso. Após a determinação, foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 60°C até que a massa permanece constante, sendo em seguida feito à pesagem da fitomassa seca.

3.6.7. Raízes aderidas ao geotêxtil

Após a obstrução de cada vaso, todas raízes foram coletas e feito a pesagem de acordo com cada tratamento, por meio de uma balança digital com precisão 0,01 g / vaso.

3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, as médias foram comparadas através do teste de

Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Ressaltando que foi utilizado o pacote estatístico SAS System for Windows®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação do sistema radicular das gramas cultivadas

Os resultados obtidos na avaliação por imagem do sistema radicular com o equipamento scanner (CI - 600 Cano Scan) e quantificado pelo software de análise de imagens WinRhizo, não apresentaram resultados significativamente diferentes para a gramatura de geotêxtil utilizadas para recobrimento dos emissores nem para as espécies de gramas, sendo das características das raízes: número de raízes, comprimento e volume de raízes no solo aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio (DAP).

O comprimento do sistema radicular foi observado para grama bermuda crescimento até os 60 DAP e para grama esmeralda o maior comprimento de raízes ocorreu aos 90 DAP.

O comprimento radicular observado para a testemunha (sem o geotêxtil) não diferenciou dos tratamentos, onde pode ser observado que os geotêxtis de diferentes gramaturas utilizados cobrindo os gotejadores (Tabela 4), o que significa que o geotêxtil não interferiu na distribuição de água no vaso, e que na testemunha não houve efeito negativo promovido pelas raízes, que poderiam obstruir a irrigação e afetar a formação de raízes.

Mesmo não apresentando resultado estaticamente significativo, as variações do comprimento de raízes entre espécies e as diferentes épocas, pode estar ligada ao momento de corte, uma vez que é conhecido o efeito de diminuição de raízes em função da poda de parte aérea.

De acordo Backes et al. (2010) afirmam que é necessário que haja equilíbrio na adubação, pois se a adubação for excessiva, aumentarão as aparas e comprometerão o desenvolvimento de rizomas + estolões e raízes, permitindo o desenvolvimento de tapetes com menor resistência. Sendo assim, observou-se que o rendimento de raízes foi afetado tanto pela altura de poda como pela frequência.

Tabela 4. Comprimento do sistema radicular das gramas esmeralda e bermuda aos 30, 60, 90 e 120 DAP nas diferentes gramaturas de geotêxtil.

DAT	Test	N26	N30	N40	Média	Test	N26	N30	N40	Média
----- Bermuda -----						----- Esmeralda -----				
----- cm -----										
30	223	195	239	143	200	244	185	261	353	261
60	385	330	307	128	288	370	441	454	335	400
90	374	361	433	361	382	401	449	483	440	443
120	347	324	421	383	369	238	371	416	467	373
Média	332	303	350	254	310	313	362	404	399	369

As raízes que se desenvolveram ao lado do tubo acrílico, indicam que o máximo comprimento radicular amostrado foi alcançado ao 90 DAP, permanecendo próximo ao valor máximo na avaliação dos 120 DAT. Apesar de não haver diferença estatística, o maior comprimento de raiz ocorreu quando se utilizou o geotêxtil N.30 para as duas espécies de grama.

Quando a área projetada foi avaliada (cm^2/cm^2), aos 30 e 60 DAP houve diferença entre as espécies de gramas, onde maiores resultados foram observados na grama esmeralda. A diferença observada nesta época de área projetada acompanha o comprimento radicular, onde se observa maior comprimento na grama esmeralda, porém neste caso a diferença não foi significativa. Para as demais épocas amostradas as diferenças observadas não foram significativas entre as espécies e também em relação as gramaturas de geotêxtil aos 90 e 120 DAP na (Tabela 5 e 6).

A princípio havia a suspeita de que o geotêxtil por ser um material sintético, poderia liberar substâncias que limitassem o crescimento das raízes. Mesmo este material, permanecendo sob o solo e sob a influência da população microbiana ou na presença de N do solo, poderia ocorrer a decomposição do geotêxtil segundo a espessura da gramatura, o que não foi observado.

Tabela 5. Área projetada de raiz e resumo da análise de variância das duas espécies de grama, aos 30 DAP com recobrimento de diferentes gramaturas de geotêxtil sobre os emissores.

Espécie	Área projetada da raiz (30 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				Média
	Testemunha	N26	N30	N40	
	-----cm ² -----				
Bermuda	16,95	19,17	23,24	16,11	18,87 B
Esmeralda	25,21	37,01	26,74	32,57	30,38 A
Média	21,08	28,09	24,99	24,34	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,030				
Gramatura (G)	0,544				
E x G	0,434				
C.V (%)	31,69				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Tabela 6. Área projetada de raiz e resumo da análise de variância das duas espécies de grama, aos 60 DAP com recobrimento de diferentes gramaturas de geotêxtil sobre os emissores.

Espécie	Área projetada da raiz (60 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				Média
	Testemunha	N26	N30	N40	
	-----cm ² -----				
Bermuda	22,30	27,19	25,93	15,44	22,72 B
Esmeralda	31,43	36,85	38,81	28,66	33,94 A
Média	26,87	32,02	32,37	22,05	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,962				
Gramatura (G)	0,310				
E x G	0,674				
C.V (%)	29,54				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Na área projetada das raízes avaliadas aos 90 e 120 DAP não houve diferença entre as espécies de gramas e gramaturas de geotêxtil observado nas (Tabela 7 e 8).

Tabela 7. Área projetada de raiz e resumo da análise de variância das duas espécies de grama, aos 90 DAP com recobrimento de diferentes gramaturas de geotêxtil sobre os emissores.

Espécie	Área projetada da raiz (90 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N26	N30	N40	Média
	-----cm ² -----				
Bermuda	30,98	29,51	36,15	30,74	31,85
Esmeralda	27,37	33,36	39,14	25,21	31,27
Média	29,18	31,44	37,65	27,98	
	----- p -----				
Espécie (E)		0,962			
Gramatura (G)		0,310			
E x G		0,674			
C.V (%)		29,54			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Tabela 8. Área projetada de raiz e resumo da análise de variância das duas espécies de grama, aos 120 DAP com recobrimento de diferentes gramaturas de geotêxtil sobre os emissores.

Espécie	Área projetada da raiz (120 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N26	N30	N40	Média
	-----cm ² -----				
Bermuda	28,79	28,18	36,07	32,30	31,34
Esmeralda	25,70	30,61	35,42	38,54	32,57
Média	27,25	29,40	35,75	35,42	
	----- p -----				
Espécie (E)		0,737			
Gramatura (G)		0,274			
E x G		0,815			
C.V (%)		27,61			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

4.2 Acúmulo de apara das gramas

Nas tabelas 9 e 10 são apresentados os resultados de massa fresca de aparas, coletadas mensalmente. Aos 30 DAP houve diferença estatística entre os tratamentos. A grama bermuda apresentou maior índice de massa que a grama esmeralda, em relação a gramatura de geotêxtil N.30.

Como a diferença significativa ocorreu apenas aos 30 DAP, ou seja, no início do processo de avaliação, pode-se atribuir tal efeito a variações no estabelecimento da grama no vaso. Outra questão que justifica a dificuldade de explicar esses resultados se baseia no fato da menor massa fresca ocorrer na gramatura intermediária.

Tabela 9. Massa fresca e resumo da análise de variância das aparas aos 30 DAP.

Espécie	Matéria fresca de aparas - (30 DAP)			
	Geotêxtil (gramatura)			
	Testemunha	N.26	N.30	N.40
	----- g/vaso -----			
Bermuda	5,06 Aa	6,04 Aa	5,95 Aa	4,94 Aa
Esmeralda	4,93 Aab	5,75 Aa	4,34 Bb	5,4 Aab
	----- p -----			
Espécie (E)	0,088			
Gramatura (G)	0,035			
E x G	0,019			
C.V (%)	13,35			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Tabela 10. Massa fresca e resumo da análise de variância das aparas aos 60 DAP.

Espécie	Matéria fresca de aparas (120 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				Média
	Testemunha	N26	N30	N40	
	----- g/vaso -----				
Bermuda	4,55	3,99	3,98	3,52	4,01
Esmeralda	3,45	3,92	4,01	3,01	3,60
Média	4,00	3,96	4,00	3,27	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,212				
Gramatura (G)	0,315				
E x G	0,608				
C.V (%)	27,06				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Comparando a massa fresca de aparas aos 30, 60, 90 e 120 DAP, nota-se que nas duas primeiras avaliações os valores foram mais altos, o que pode ser justificado pela temperatura média do período entre uma coleta e outra. Com o abaixamento da temperatura (90 e 120 DAP) a massa fresca praticamente alcançou metade dos valores observados nos meses anteriores (Tabela 12 e 13).

De acordo com Santiago (2001) citado por Silva (2007), a temperatura em gramas deve estar entre 25 e 35 °C, sendo que a temperatura inferior a 20°C inicia-se o processo de dormência do gramado. Nesta pesquisa a temperatura chegou a menos de 19°C, dentro do ambiente protegido que pode justificar os resultados encontrados.

Tabela 11. Massa fresca e resumo da análise de variância das aparas aos 90 DAP.

Espécie	Matéria fresca de aparas (90 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				Média
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	
	----- g/vaso -----				
Bermuda	1,98	2,13	2,55	1,9	2,14
Esmeralda	1,53	2,26	2,06	1,92	1,94
Média	1,76	2,20	2,31	1,91	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,425				
Gramatura (G)	0,378				
E x G	0,727				
C.V (%)	37,92				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Tabela 12. Massa fresca e resumo da análise de variância das aparas aos 120 DAP.

Espécie	Matéria fresca de aparas (120 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	Média
	----- g/vaso -----				
Bermuda	2,64	2,80	2,91	2,56	2,72 A
Esmeralda	2,27	1,89	1,92	2,01	2,02 B
Média	2,46	2,35	2,42	2,29	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,009				
Gramatura (G)	0,966				
E x G	0,797				
C.V (%)	33,66				

Médias seguidas de letras maiúsculas são as espécies e as letras minúsculas o geotêxtil pelo teste de 5 % Tukey.

Os resultados de massa fresca coletados aos 60 e 90 DAP são resultados estatisticamente iguais entre as espécies, com tendência de a bermuda apresentar valores maiores. Já na coleta de aparas realizada aos 120 DAP, a bermuda superou a massa em relação a esmeralda. Este resultado é diferente do esperado, aos 90 (17 °C) e 120 DAP (16 °C) como pode ser visto na Figura 1, apresentaram temperaturas médias baixas, que levou a bermuda obter um menor desenvolvimento. A grama bermuda é uma espécie de verão (estação quente), porém deve-se considerar que o experimento foi desenvolvido em ambiente protegido e, portanto, as temperaturas externas apresentadas podem não representar a temperatura dentro do ambiente onde as plantas desenvolveram.

Quando se avalia a massa fresca aos 60, 90 DAP observa-se que não houve diferença estatística entre espécies e entre as gramaturas.

A grama bermuda atingiu número de massa superior a grama esmeralda, pois a grama esmeralda apresenta valor inferior a grama bermuda, podendo dizer que, em um gramado ela necessita de maior quantidade de cortes devido seu desenvolvimento da parte aérea comparada a grama bermuda.

A temperatura tem grande influência no desenvolvimento das plantas, pois as espécies no verão apresentaram maior número de massa fresca diferente do inverno, isto explica que na pesquisa realizada a produção de massa aumentou no verão com início do inverno, devido à temperatura média mais elevada e a maior incidência de chuvas.

Segundo Godoy e Villas Bôas (2003), as gramas atingem o máximo de crescimento no meio do verão. Pois no final do verão e início do outono, devido a queda da temperatura há redução na precipitação e menor disponibilidade de luz, com isso a taxa de crescimento se reduz até chegar a valores muito baixos no inverno, isso justifica os valores obtidos nos meses de maio e junho para as gramas esmeralda e bermuda.

4.3 Intensidade de cor verde folhas das gramas

A intensidade de cor verde (ICV), representada pelo valor índice, está diretamente relacionada a concentração de clorofila nas folhas, e normalmente apresenta correlação com o desenvolvimento da planta.

Nas tabelas 13 a 16 são apresentados os valores de intensidade de cor verde, apresentaram variação em função das datas de amostragem. Observa-se que os valores foram mais baixos na primeira amostragem (30 DAP) para a grama bermudas, porém a partir dos 60 DAP, para ambas gramas, os valores foram acima de 200 SPAD. Esta faixa de valores se manteve até o final da avaliação (120 DAP). Isto significa que a adubação nitrogenada realizada foi adequada para manter níveis de nitrogênio dentro da faixa ótima para a planta. Portanto não houve restrição de N que impedisse as raízes de atingirem o tubo gotejador. Não foi observada diferença significativa para as espécies e gramaturas aos 60, 90 e 120 (DAP), no entanto aos 30 dias ocorreu diferença entre bermuda e esmeralda, sendo maior valor observado para essa última.

Tabela 13. Média da intensidade de cor verde (ICV) e resumo da análise de variância aos 30 DAP.

Espécie	ICV - (30 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	Média
----- SPAD -----					
Bermuda	141	141	144	118	136 A
Esmeralda	206	211	200	202	205 B
Média	174	176	172	160	
----- p -----					
Espécie (E)	0,0001				
Gramatura (G)	0,330				
E x G	0,340				
C.V (%)	18,38				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Tabela 14. Média da intensidade de cor verde (ICV) e resumo da análise de variância aos 60 DAP.

Aplicação	ICV - (60 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	Média
----- SPAD -----					
Bermuda	215	196	213	202	206
Esmeralda	220	221	214	215	217
Média	217	208	214	209	
----- p -----					
Espécie (E)	0,595				
Gramatura (G)	1,000				
E x G	0,354				
C.V (%)	12,40				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Segundo Lima et al. (2012) a intensidade de cor verde obtida com o Clorofilômetro CM 1000 apresentou correlação positiva com a concentração de nitrogênio foliar em grama bermuda. Aos 15 DAP foi realizada adubação nitrogenada nos vasos, neste caso, para amostragem ocorrida aos 30 DAP, onde há diferenças de cor entre as espécies, supondo-se que a resposta à adubação nitrogenada para esmeralda foi mais rápida em comparação à bermuda, sendo que nesta gramínea a mudança de coloração foi observada aos 60 DAP. Outra hipótese para essa diferença pode ser dada, o chamado efeito diluição, ou seja, plantas que se

desenvolveram mais diluíram esse nutriente por um volume maior de folhas, gerando menor intensidade de cor verde.

Segundo CARROW et al. (2001), quando há redução na cor da grama, algumas características podem ser notadas como: taxa de crescimento muito alta, redução na concentração de clorofila pelo efeito de diluição e sombreamento causado por folhas maiores. O resultado alcançado na grama bermuda por apresentar menor índice de coloração aos 30 DAP é resultado de um desenvolvimento maior em seu acúmulo de aparas.

Também para este parâmetro não houve diferença significativa entre as gramaturas, indicando que as mesmas não promoveram nenhum efeito negativo sobre a distribuição do nitrogênio via solo pela aplicação via fertirrigação.

Tabela 15. Média da intensidade de cor verde (ICV) e resumo da análise de variância aos 90 DAP.

Espécie	ICV - (90 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				Média
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	
----- SPAD -----					
Bermuda	217	213	233	233	224
Esmeralda	227	233	223	229	228
Média	222	223	228	231	
----- p -----					
Espécie (E)	0,804				
Gramatura (G)	0,905				
E x G	0,804				
C.V (%)	15,92				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Tabela 16. Média da intensidade de cor verde (ICV) e resumo da análise de variância aos 120 DAP.

Espécie	ICV - (120 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	Média
	----- SPAD -----				
Bermuda	217	220	245	247	232
Esmeralda	249	246	250	242	248
Média	233	233	247	244	
	----- p -----				
Espécie (E)		0,131			
Gramatura (G)		0,595			
E x G		0,468			
C.V (%)		11,81			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Com relação as avaliações aos 90 e 120 DAP, as espécies de gramados entram em baixa atividade metabólica, em função da menor temperatura e este efeito também influenciou a manutenção dos níveis de clorofila nas folhas.

Mangiafico & Guillard (2005), utilizando o clorofilômetro CM 1000, verificaram que ele forneceu indicações favoráveis da concentração de clorofila em grama Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) ao longo das estações. O mesmo foi observado na grama esmeralda, na estação verão e inverno apresentando resultado semelhante ao observado na grama Kentucky bluegrass.

4.4 Umidade do solo

Nas tabelas 17 e 18 são apresentados resultados de porcentagem de umidade na camada superficial do solo de 0-5 cm determinada com equipamento Soil Moisture Kit, modelo – Moisture type HH2, meter 4.0. Nota-se que aos 30 DAP os resultados foram semelhantes não havendo diferença estatística entre os tratamentos. A partir dos 60 DAP até 120 DAP a umidade foi superior nos tratamentos com grama bermuda em relação a grama esmeralda. Isso ocorreu devido a aplicação de um volume maior de água neste tratamento, uma vez que a lâmina utilizada para esmeralda estava sendo insuficiente para bermuda, sintoma este observado no murchamento das folhas. Esta diferença é apresentada pela literatura, sugerindo maior transpiração da grama bermuda em relação a grama

esmeralda. Porém, se a planta demanda mais água, os níveis no solo deveriam ser próximos da esmeralda, que demandou mais água e transpirou menos, o que não ocorreu. Essas diferenças podem sugerir o que volume de água foi superior a demanda da planta, porém deve ressaltar que este sensor de umidade determinou a porcentagem de umidade na camada de 0 a 5 cm.

Tabela 17. Média e resumo da análise de variância da umidade do solo aos 30 DAP.

Espécie	Umidade (30 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	Média
	----- % -----				
Bermuda	15,36	16,04	14,86	14,14	15,10
Esmeralda	14,10	16,54	14,24	13,56	14,61
Média	14,73	16,29	14,55	13,85	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,505				
Gramatura (G)	0,133				
E x G	0,859				
C.V (%)	15,47				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Tabela 18. Média e resumo da análise de variância da umidade do solo aos 60 DAP.

Aplicação	Umidade (60 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	Média
	----- % -----				
Bermuda	18,20	19,72	21,06	20,80	19,95 A
Esmeralda	16,48	17,28	16,02	15,62	16,35 B
Média	17,34	18,50	18,54	18,21	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,002				
Gramatura (G)	0,838				
E x G	0,552				
C.V (%)	18,32				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

O manejo de irrigação ocorreu com os tensiômetros instalados aos 20 cm de profundidade, e para estas determinações a tensão de água no solo foram 10 Kpa com turno de rega de dois dias, mesmo sendo aplicada lâminas diferentes

apresentaram valores semelhantes. Isso sugere que lâmina aplicada foi adequada para ambos materiais como pode ser visualizado na Figura 9.

De acordo com Pinheiro (2002), ao desenvolver sua pesquisa com a escassez hídrica no período de inverno, observou que a água pode ser um fator determinante, do ponto de vista climático, para o desenvolvimento de gramíneas. Em nossa pesquisa os resultados apresentaram diferente do que foi encontrado, pois mesmo no inverno as espécies de grama bermuda e esmeralda não apresentaram deficiência hídrica.

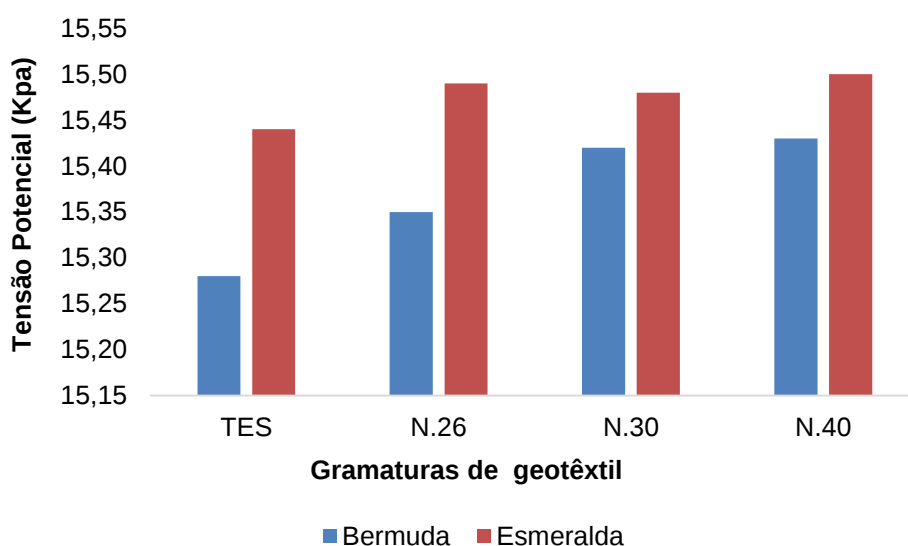


Figura 9. Leituras dos tensiômetros após a irrigação nas espécies de grama bermuda e esmeralda.

4.5 Definição do Índice de Intrusão Radicular

O índice de intrusão radicular avaliado em todos os emissores, aos 125 DAT pode ser considerado nulo, pois não se observou raízes nos orifícios dos gotejadores, sob as diferentes gramaturas, tanto para grama bermuda como para esmeralda. Na cultura de cana-de-açúcar, Lima et al. (2010) após 70 dias também não observaram intrusão por raízes em gotejadores enterrados a 20 cm de profundidade. Neste experimento, a linha gotejadora estava localizada a 15 cm de profundidade, portanto, mais superficial que a do experimento citado Souza (2012), onde após 1,5 ano os gotejadores apresentaram elevado índice de intrusão.

Uma hipótese que pode ter contribuído para não ocorrer a intrusão radicular foi a distribuição de água nos emissores, pois não houve déficit hídrico entre as espécies de grama bermuda e esmeralda.

4.6 Massa fresca e seca da parte aérea e sistema radicular

Os resultados de massa fresca e seca deste conjunto (folhas + caules e estolões) obtidos aos 125 DAP, apresentaram diferença significativa entre as espécies mas não entre gramaturas de geotêxtil. A massa seca da grama esmeralda foi de 1,17 g/vaso, quase 3 vezes a observada para bermuda (0,41g /vaso), como pode ser observado na tabela 20. Esta diferença pode ser atribuída a maior dificuldade de desenvolvimento que ocorre para grama bermuda em função da temperatura de 19 °C. Este efeito não é tão drástico para a grama esmeralda, que tem grande limitação de crescimento pela falta de água.

Tabela 19. Massa fresca e resumo da análise de variância da planta aos 125 DAP.

Espécie	Massa fresca da planta (125 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	
	----- g/vaso -----				
Bermuda	0,45 Ba	0,35 Ba	0,55 Ba	0,28 Ba	0,41 B
Esmeralda	1,25 Aa	1,16 Aa	0,99 Aa	1,28 Aa	1,17 A
Média	0,850	0,350	0,550	0,280	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,000				
Gramatura (G)	0,783				
E x G	0,049				
C.V (%)	27,80				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Tabela 20. Massa seca e resumo da análise de variância da planta aos 125 DAP.

Espécie	Massa seca da Planta (125 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	Média
	----- g/vaso -----				
Bermuda	0,22	0,15	0,24	0,21	0,20 B
Esmeralda	0,57	0,44	0,41	0,61	0,51 A
Média	0,395	0,295	0,327	0,409	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,000				
Gramatura G)	0,302				
E x G	0,340				
C.V (%)	41,49				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Apesar de algumas práticas de manutenção de gramados esportivos objetivarem o crescimento da grama, principalmente quando o objetivo é a recuperação do gramado danificado pelo jogo, nem sempre este valor de massa superior é bem-vindo, pois resulta em número maior de cortes durante a manutenção

Os campos esportivos, tanto de futebol quanto de Golf, dependendo das condições de uso, chegam a cortar o gramado todos os dias, pois a altura do gramado influencia na velocidade da bola, e um dos fatores que deve ser ressaltado ao fazer o corte nos gramados é a perda dos nutrientes absorvidos pela planta através da exportação, o que gera maior custo, devido a maior quantidade de insumos e combustível para manejo.

De acordo com Backes et al (2010) no mês de janeiro, onde ocorre temperaturas elevadas e alta precipitação pluviométrica, ocorrem o maior acúmulo de massa seca em grama esmeralda, em todas as doses de lodo de esgoto avaliadas.

Os resultados obtidos de massa fresca e seca do sistema radicular nas gramas esmeralda e bermuda, não apresentaram resultado estatisticamente diferentes aos 125 DAP como pode ser visto na Tabela 21 e 22. Nos vasos a massa fresca do sistema radicular atingiu valores que variaram de 40,1 g para grama bermuda e 45,11 para grama esmeralda. As raízes não foram afetadas pelo uso do geotêxtil, gerando dentro dos vasos um sistema radicular semelhante. Segundo Neil e Carrow (1982) a adubação nitrogenada pode afetar o sistema radicular, reduzindo

seu tamanho em detrimento da parte aérea do gramado que tem sua massa aumentada. Os mesmos autores afirmam que frequentes aplicações de água podem reduzir o crescimento de raízes, obtendo-se com isso raízes pouco desenvolvidas. Embora o trabalho não apresente resultados significativos, esse fator deve ter contribuído para o desenvolvimento de um sistema radicular mais superficial, resultando em menor comprimento das raízes.

Tabela 21. Média e resumo da análise de variância da massa fresca da raiz e rizomas aos 125 DAP.

Aplicação	Massa fresca da raiz e rizomas (125 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	Média
	----- g/vaso -----				
Bermuda	33,85	38,74	47,96	47,47	40,10
Esmeralda	57,68	31,55	43,73	46,48	45,11
Média	45,77	35,15	45,85	46,98	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,475				
Gramatura (G)	0,136				
E x G	0,035				
C.V (%)	29,28				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

Tabela 22. Média e resumo da análise de variância da massa seca da raiz e rizomas aos 125 DAP.

Espécie	Massa seca da raiz e rizomas (125 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	Média
	----- g/vaso -----				
Bermuda	17,14	14,94	15,01	12,88	14,99
Esmeralda	18,04	12,99	14,17	18,75	15,99
Média	17,59	13,97	14,59	15,82	
	----- p -----				
Espécie (E)	0,449				
Gramatura (G)	0,232				
E x G	0,173				
C.V (%)	26,54				

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

4.7 Raízes aderidas ao geotêxtil

Na tabela 23 estão os resultados das raízes de bermuda e esmeralda aderidas ao geotêxtil.

O desenvolvimento de raízes dentro do vaso foi intenso conforme pode ser observado nas Figuras 10 e 11. Apesar do grande desenvolvimento de raízes não constatou-se a aderência ou penetração de raízes ao gotejador (Tabela 23) sem a proteção do geotêxtil. No entanto, no geotêxtil houve a aderência de raízes na sua parte externa, sendo removidas e pesadas. Não se constatou diferença significativa entre as gramaturas de geotêxtil.



Figura 10. Sistema radicular da grama bermuda.



Figura 11. Sistema radicular da grama esmeralda.

A exemplo do que ocorreu na massa seca de raízes do vaso, também nas raízes aderidas ao geotêxtil a grama bermuda não diferiu estatisticamente da grama esmeralda.

Tabela 23. Médias e resumo da análise de variância das raízes aderidas ao geotêxtil.

Espécie	Raízes aderida ao Geotêxtil - (125 DAP)				
	Geotêxtil (gramatura)				
	Testemunha	N.26	N.30	N.40	Média
	-----g/vaso-----				
Bermuda	0	1,90	1,95	1,92	1,44
Esmeralda	0	1,77	2,34	1,98	1,52
Média	0	1,84	2,15	1,95	
	----- p -----				
Espécie (E)		0,588			
Gramatura (G)		0,430			
E x G		0,547			
C.V (%)		35,54			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de 5 % Tukey.

De acordo com o resultado, as raízes não conseguiram atingir os emissores no sistema de irrigação. Nas gramaturas N.26, N.30 e N.40 algumas raízes encontravam-se fixadas no geotêxtil, o que pode significar que este tecido gerou um ambiente mais propício de umidade nesta região favorecendo o desenvolvimento radicular.

A maior frequência de irrigação pode impedir que as raízes procurem os orifícios dos gotejadores, porém Coelho et al. (2006), estudando sobre intrusão radicular em citrus, não observou maior intrusão em solo sob estresse hídrico, quando comparado com solo saturado.

4.8 Uniformidade do sistema de irrigação

As vazões observadas nos gotejadores recobertos ou não com geotêxtil não diferiram entre si, antes e após a implantação do experimento, conforme pode ser observado na Figura 13, determinado através do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC). Estes resultados eram esperados, pois não houve intrusão radicular nos emissores.

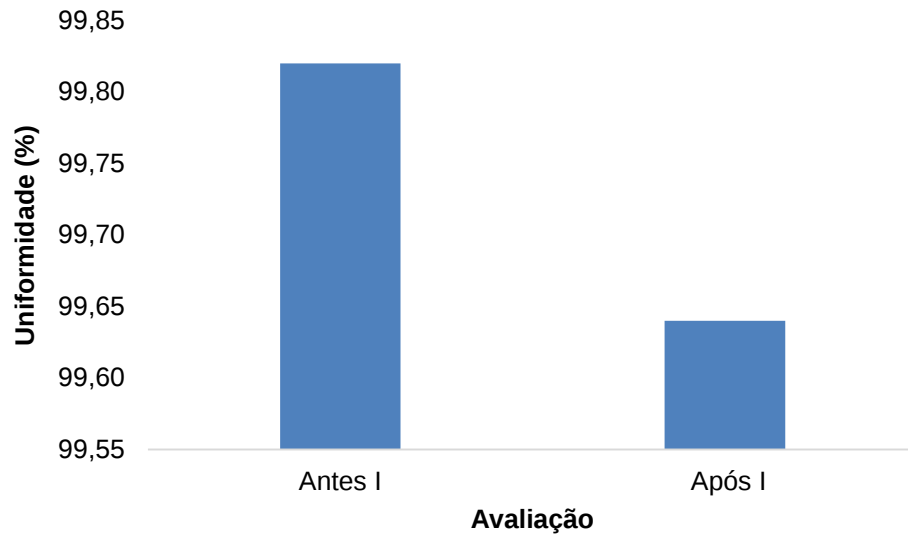


Figura 12. Coeficiente de uniformidade da irrigação antes e após a implantação do experimento.

De acordo com Almeida (1997) e Barros et al. (2008), ter encontrado valores de uniformidade superior a 80%, demonstra boa uniformidade de distribuição, oriunda de um bom dimensionamento do projeto. Os dados de uniformidade do experimento apresentaram valores superiores a 90% antes e após a implantação das gramas bermuda e esmeralda, sendo considerando, portanto de excelente uniformidade.

5. CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa nas seguintes características: comprimento e volume de raízes das gramas esmeralda e bermuda nas gramaturas de geotêxtil aos 30, 60, 90 e 120 DAP.

A massa fresca da parte aérea (folhas + caules e estolões) obtidas aos 125 DAP, apresentou diferença significativa entre as grama esmeralda e bermuda mas não entre gramaturas;

Não houve intrusão radicular no sistema de irrigação.

A uniformidade no sistema de irrigação se manteve excelente antes e após a implantação das gramíneas.

6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, B. C. **Estudo da viabilidade técnica do cultivo de gramas Esmeralda (*Zoysia japonica*) na região de Formosa GO.** UPIS - Faculdades Integradas, Planaltina-DF, 2009, 43p.

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: 26 nov. 2009.

ALMEIDA, F. T. **Avaliação dos sistemas de irrigação pressurizados e do manejo da água na cultura da banana no Projeto Gorutuba.** 1997. 96p. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ARAÚJO, J.M.O. **Manutenção de gramados.** Disponível em: <http://www.users.siteplanet.com.br/pmaagric/mangrama.htm> Acessado em: 13 fev.2003.

ARSENAUT J L, POULEUR S, MESSIER C AND GUAY R 1995 **WinRhizo, a root measuring system with a unique overlap correction method.** Hort. Science 30, 906.

ARRUDA, R.L.B. de.; HENRIQUES, E. Gramados. São Paulo: Europa, 1995. 63 p.

BAUHUS, J AND MESSIER C 1999 **Evaluation of fine root length and diameter measurements obtained using RHIZO image analysis.** Agron. J. 91, 142–147.

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

BARROS, A. C. et al. Distribuição de água no solo aplicado por gotejamento enterrado e superficial: Manejo de solo água e planta. **Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 6, Campina Grande, nov./dez. 2009.

BACKES, C.; LIMA, C. P. de VILAS BOAS, R. L.; & FERNANDES, D. M. **Resultados de pesquisas sobre a produção de grama: resistência e espessura de corte de tapetes.** Simpósio sobre gramados. Tópicos atuais em gramados II. Botucatu: FEPAF, 2010.

BRAGA, M.B.; CALGARO, M. **Uso da tensiômetria no manejo da irrigação.** Petrolina: Embrapa Seminário, 2010, 30 p.

COELHO, R. D.; FARIA, L. F.; MELO, R. F. **Variação de vazão em gotejadores convencionais enterrados por intrusão radicular na irrigação de citrus.** Irriga, v.11, n.2, p.230-245, 2006.

CARROW, R. N. **Soil compaction.** Manhattan.1981. p. 59-66. Golf course management.

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

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

COELHO, S.L; TEXEIRA, A.S. Avaliação do tensiômetro eletrônico no monitoramento do potencial matricial de água no solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.536-545, 2004.

CHRISTIANS, N. E. **Fundamental of turfgrass management.** Chelsea: Arbor Press, 1998.301 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2ª ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p. il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos:1). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de**

Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306p.: Il.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapetes de grama Santo Agostinho e Esmeralda.** 2005. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de Paulista, Botucatu, 2005.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Tecnologias para auxiliar o manejo da adubação na produção de gramas In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 5., 2010, Botucatu. **Tópicos atuais em gramados II: anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2010. p. 92-102.

GURGEL, R. G. A. Principais Espécies e Variedades de Grama... I Sagra - Simpósio Sobre Gramados - Produção, Implantação e Manutenção. Botucatu, Sp, n., p.19-40, 29 ago. 2003.

HAN, C & YOUNG, SL. (2014) **Root Growth of Two Perennial Grass Types and Musk Thistle (*Carduus nutans*) in Temperate Grasslands of North America.** Invasive Plant Science and Management.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design.** Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.

KOERNER, R. M. **Designing with geosynthetics.** Prentice-Hall, New Jersey, 1998. 761p.

KOERNER, R. M. Reflective crack prevention in bituminous pavement overlays. In: **Design with geosynthetics.** Prentice Hall 5º Ed., New Jersey, EUA, 2005, p 273-285.

LIMA, M. M. **Desempenhos de diferentes tipos de mantas sintéticas não tecidas na filtração de água para irrigação localizada.** 2009.79 f. Dissertação (Mestrado

em Engenharia Agrícola) – Faculdade Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

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

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais do Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001.

MANGIAFICO, S.S; GUILLARD, K. Turfgrass reflectance measurements, chlorophyll, and soil nitrate desorbed from anion exchange membranes. **Crop Science**, v.45, p.259-265, 2005. Disponível em: <<https://www.agronomy.org/publications/cs/articles/45/1/0259>>. Acesso em: 24 jul. 2009. doi: 10.2135/ cropsci2005.0259.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; SILVA, H. R. da. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5.ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1996. 72 p.

MACTEX. **Manual da Maccaferri**: técnicas de geotêxtil tecido e não tecido. Jundiaí – SP, 2009.

MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRº, M.O.C.; ARZOLLA, S.; COBRA NETTO, A.; SILVEIRA, R. I. Fertilidade, fertilizantes e fertilização do solo. Piracicaba: Luiz de Queiroz, 2005.

MESHKAT, M.; WARNER, R. C.; WORKMAN, S. R. **Evaporation reduction potential in an undisturbed soil irrigated with surface drip and sand tube irrigation**. Transactions of the ASAE. v.43, n.1, p.79-86, 2000.

MOREIRA, L. A. et al. **Irrigação do feijoeiro no sistema plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. 31 p (Circular Técnica, 33).

NEIL K. J.; CARROW, R. N. Kentucky bluegrass growth and water use under different soil compaction and irrigation regimes. **Agronomy Journal**, Manhattan, v. 74, p. 933-936, 1982.

NOGUEIRA, C.C.P.; COELHO, E.F.; LEÃO, M.C.S. Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.4, n.3, p.315-20, 2000.

PAVCO, s. A. **Manual de Desenho con Geosintéticos**. Bogotá D. C., Colombia. 2009, 429p.

PINHEIRO, D.V. Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil. 2002. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PRADOS, N. C. Contribucion al estudio de los cultivos enarenados en Almeria: necesidades hídricas y extracion de los nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno. 1986. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Cajá Rural Provincial, Almeria, Espanha.

REGENT INSTRUMENTS 2000 User Guide, Mac/ WinRHIZO V4 1, Reference, Regent Instruments Inc.

SAAD, J. C. C. Fundamentos e critérios para o manejo da irrigação. In: SALOMÃO, L. C.; SANCHES, L. V. C.; SAAD, J. C. C.; BÔAS, R. L. V. **Manejo de irrigação**: um guia prático para o uso racional da água. Botucatu: FEPAF, 2009. cap. 1, p. 1-13.

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

SOUSA, V. F; SOUSA, A. P. Fertirrigação II: tipos de produtos, aplicação e manejo. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, v. 47, p. 15-20, 1992.

SOUSA, V. F.; SOUSA, A. P. Fertirrigação: princípio e métodos de aplicação, vantagens e limitações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., Ilhéus, 1993. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1993. p. 2519-2528.

SOUZA, W. J. Protótipos e avaliação de emissores para irrigação localizada subsuperficial. Piracicaba, SP, 2012. Tese de Doutorado – “Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012, 100 p.

SMIT A L, SPRANGERS J F, Sablik P W and Groenwold J 1994 **Automated measurement of root length with a three-dimensional high-resolution scanner and image analysis**. Plant Soil 158, 145–149.

TESTEZLAF, R. F. **Técnicos de Irrigação**. Irrigação: Técnicos, Usos e Impactos, UNICAMP, 2002, CD-ROM, notas de aulas.

VILLAS BOAS, R. L., BULL, L. T., FERNANDES, D. M. **Fertilizantes em fertirrigação**. In: FOLEGATTI, M. V. coord. Fertirrigação: citros, flores, hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 1999, p. 293-319.

ZANON, M. E.; PIRES, E. C. Situação atual e perspectivas do mercado de grama no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 5., 2010. Botucatu. **Tópicos atuais em gramados II: anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2010. p. 47-53.