



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
DEPTO. DE FITOTECNIA, TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E SÓCIO-ECONOMIA

JOÃO ANDRÉ DO AMARAL

CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE E SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE
GRAMA BERMUDA

Ilha Solteira

2016

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JOÃO ANDRÉ DO AMARAL

CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE E SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE
GRAMA BERMUDA

Dissertação apresentada à Faculdade
de Engenharia - UNESP – Campus de
Ilha Solteira, para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Agrônômica.
Especialidade: Sistemas de Produção

Prof.^a Dr.^a REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO

Orientadora

Ilha Solteira

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

A485c Amaral, João André.
Condições de luminosidade e substratos no desenvolvimento de grama bermuda / João André Amaral. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
77 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2016

Orientador: Regina Maria Monteiro de Castilho
Inclui bibliografia

1. *Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*. 2. Gramados esportivos.
3. Sombreamento. 4. Topsoil.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

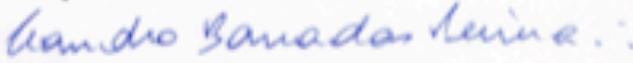
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeitos de diferentes condições de luminosidade e substratos no desenvolvimento inicial de grama bermudas.

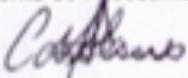
AUTOR: JOÃO ANDRÉ DO AMARAL

ORIENTADORA: REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. LEANDRO BARRADAS PEREIRA
Departamento de Fiossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Dra. CAROLINE DE MOURA D'ANDRÉA MATEUS
Pós-Doutoranda no Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu

Ilha Solteira, 29 de fevereiro de 2016

Dedico,

Aos meus pais, **Rosilda** e **Glicério**, pelo amor incondicional e apoio em mais esta etapa da minha vida.

Ofereço,

À minha família, em especial, aos meus avós, **Alzira**, **João** e **Lázara**, por serem meus maiores incentivadores e exemplos na minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela dádiva da vida, pela família e amigos, e pelas oportunidades e vitórias.

À Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Engenharia, Compus de Ilha Solteira

À Prof^ª. Dr^ª. Regina Maria Monteiro de Castilho, pela orientação, pela confiança no meu potencial e por não me deixar desistir.

Aos membros da banca examinadora, pelas contribuições apresentadas ao desenvolvimento do trabalho.

À todos os professores e funcionários do programa de pós-graduação da UNESP, em especial à Prof^ª. Dr^ª. Kuniko Iwamoto Haga, pela sua contribuição, apoio e seus ensinamentos para a realização desta etapa da minha vida profissional.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa.

À Itograss, pela doação da grama utilizada no experimento.

À minha família, por estar ao meu lado, me dando suporte para que fosse possível mais esta conquista, em especial ao meu pai, Glicério, por todo o apoio e contribuição na condução do meu experimento.

Aos meus amigos, Elisandra e Murilo, por todo apoio, colaboração na condução e execução do meu experimento, pela amizade e pelos ótimos momentos em que passamos juntos, tantos os bons, quanto os mais difíceis. E também, às minhas amigas, Flaviana e Paula, que apesar da distância física, estiveram presentes nessa trajetória e pelos momentos mais que especiais vivenciados, pelas conversas e conselhos. Levarei vocês todos comigo para sempre, todas as risadas, viagens, passeios, festas surpresa, convites para ser padrinho de casamento na última hora, cartões postais internacionais, estarão para sempre guardados na memória e no coração.

Ao amigo, João Paulo de Queiroz Rodrigues, pelo apoio, companheirismo e parceria.

Ao amigo, Antônio Flávio Ferreira Arruda, pelo apoio e aulas presenciais e virtuais de estatística.

Ao colega, Maximiliano Kawabata Pagliarini, pela ajuda e parceria nos experimentos.

Ao colega, Matheus de Souza Carvalho, pelo auxílio na condução das análises laboratoriais.

À Raiane da Silva Santos, funcionária da biblioteca da FEIS/UNESP, pela atenção, prestatividade e rapidez na correção das normas da ABNT.

À todos que contribuíram, de uma forma ou de outra, para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

Gramados são parte fundamental na composição de campos esportivos. Alguns aspectos devem ser levados em consideração no processo de escolha da espécie a ser utilizada, como a utilização do gramado (tolerância ao pisoteio), manejo do gramado, condições físico-químicas do solo e tolerância ao sombreamento. Com a realização de eventos esportivos no país, houve a necessidade de reformas e modernizações das arenas de futebol; dentre as alterações na arquitetura está a implantação de coberturas nos estádios, o que resultou em uma redução da luminosidade, afetando o desenvolvimento normal do gramado. Objetivou-se com o experimento avaliar a influência da luminosidade e de diferentes substratos no desenvolvimento de grama bermuda (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*). Foi conduzido no Campus II - UNESP, de Ilha Solteira – SP, em esquema fatorial 5 x 4 (substratos x luminosidades), em delineamento inteiramente casualizado com 20 tratamentos e 3 repetições. Os substratos foram: S1 = Solo, S2 = Solo + areia (2:1), S3 = Solo + matéria orgânica (1:1), S4 = Solo + matéria orgânica + areia (2:1:1) e S5 = Matéria orgânica + areia (3:1), em 4 condições de luminosidade (pleno sol, 30%, 50%, 80%), durante os meses de março a outubro de 2014. Foram avaliados: altura, massa fresca e massa seca das aparas da grama, teor de clorofila e radiação solar. Concluiu-se que: o sombreamento interferiu no pleno desempenho da grama bermuda, sendo que esta tolera sombreamento intermediário (30% e 50%), e os substratos que contém maiores teores de matéria orgânica submetidos ao sombreamento tiveram o desempenho prejudicado.

Palavras-chave: *Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*. Gramados esportivos. Sombreamento. Topsoil.

ABSTRACT

Lawn is the main part of sports fields and landscaping projects, it is difficult to find a landscaping project on which the lawn is not present. Some aspects must be considered when choosing the species or cultivar, as tolerance to treading, need for irrigation, the soil physic and chemical conditions and shade tolerance. Due to the realization of the sports events in the following years, there was a need for reforms and modernization of football arenas; among the architectural changes is the implantation of roof on the arenas, resulting in a reduction in light, affecting the normal development of lawn. The aim of the present study was to evaluate the light and different substrates influence in the development of Bermudagrass. The study has been conducted in Campus II - UNESP Campus of Ilha Solteira - SP, in a factorial design 5x4 (substrates x light), in a completely randomized design with 20 treatments and 3 repetitions. The treatments: substrates - S1 = Soil, S2 = Soil + sand (2:1), S3 = Soil + organic matter (1:1), S4 = Soil + organic matter + sand (2:1:1) and S5 = Organic matter + sand (3:1), in 4 lighting conditions (full sun, 30%, 50%, 80%), during the months of March to October 2014. It has been evaluated: shoot height, shoot fresh and dry matter, chlorophyll content in the leaves, solar. Conclusion: shade interfered in the full performance of bermudagrass, the grass tolerates intermediate shading (30% and 50%) and the substrates that has most quantities of organic matter in its composition and submitted to shade had the damaged performance.

Key words: *Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*. Lawn. Shading. Topsoil.

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | - Análise química dos substratos utilizados no experimento. Município de Ilha Solteira/SP (2016) | 34 |
| Tabela 2 | - Análise granulométrica dos substratos utilizados no experimento. Ilha Solteira/SP (2016) | 35 |
| Tabela 3 | - Altura média (cm) da grama bermuda submetida aos tratamentos de sombreamento e substratos. Ilha Solteira/SP (2016) | 38 |
| Tabela 4 | - Massa fresca média (g/m^2) das aparas de grama bermuda submetida aos tratamentos de sombreamento e substratos. Ilha Solteira/SP (2016) | 44 |
| Tabela 5 | - Massa seca média (g/m^2) das aparas de grama bermuda submetida aos tratamentos de sombreamento e substratos. Ilha Solteira/SP (2016) | 49 |
| Tabela 6 | - Teor médio de clorofila <i>a</i> (mg/gmf) da grama bermuda submetida aos tratamentos de sombreamento e substratos. Ilha Solteira/SP (2016) | 54 |
| Tabela 7 | - Teor médio de clorofila <i>b</i> (mg/gmf) da grama bermuda submetida aos tratamentos de sombreamento e substratos. Ilha Solteira/SP (2016) | 58 |
| Tabela 8 | - Temperaturas médias, máximas e mínimas, insolação média e precipitação média para o município de Ilha Solteira durante os meses de execução do experimento. Ilha Solteira/SP | 75 |
| Tabela 9 | - Fotoperíodo para a latitude do município de Ilha Solteira durante os meses de execução do experimento. Ilha Solteira/SP | 76 |
| Tabela 10 | - Composição química do fertilizante ForthJardim®. Ilha Solteira/SP | 77 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 | - Luminosidade média (lux) em cada nível de sombreamento durante o período do experimento. Ilha Solteira/SP (2016) | 36 |
| Gráfico 2 | - Análise de regressão da altura da grama bermuda aos 30 (a), 150 (b) e 180 (c) dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 39 |
| Gráfico 3 | - Análise de regressão da massa fresca aos 30 (a), 150 (b) e 180 (c) dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 45 |
| Gráfico 4 | - Análise de regressão da massa seca aos 30 (a), 150 (b) e 180 (c) dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 51 |
| Gráfico 5 | - Análise de regressão das avaliações inicial e final do teor de clorofila <i>a</i> . Ilha Solteira/SP (2016) | 55 |
| Gráfico 6 | - Análise de regressão das avaliações inicial e final do teor de clorofila <i>b</i> . Ilha Solteira/SP (2016) | 59 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 | - Substratos utilizados no experimento - S1 = Solo; S2 = Solo + areia (2:1); S3 = Solo + matéria orgânica (1:1); S4 = Solo + matéria orgânica + areia (2:1:1); e S5 = Matéria orgânica + areia (3:1). Ilha Solteira/SP (2016) | 26 |
| Figura 2 | - Telas de sombreamento utilizadas – 30, 50 e 80% de sombreamento respectivamente. Ilha Solteira/SP (2016) | 27 |
| Figura 3 | - Visão geral das estruturas de sombreamento de 50%, 80% e 30%, respectivamente da esquerda para direita. Ilha Solteira/SP (2016) | 30 |
| Figura 4 | - Tratamentos conduzidas a pleno sol na implantação do experimento. Ilha Solteira/SP (2016) | 30 |
| Figura 5 | - Tratamentos submetidos ao sombreamento de 30% na implantação do experimento. Ilha Solteira/SP (2016) | 31 |
| Figura 6 | - Tratamentos submetidos ao sombreamento de 50% na implantação do experimento. Ilha Solteira/SP (2016) | 31 |
| Figura 7 | - Tratamentos submetidos ao sombreamento de 80% na implantação do experimento. Ilha Solteira/SP (2016) | 32 |
| Figura 8 | - Substrato S2, submetido ao sombreamento 0% aos 60 dias após o plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 60 |
| Figura 9 | - Substrato S3, submetido ao sombreamento 30% aos 60 dias após o plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 61 |
| Figura 10 | - Substrato S4, submetido ao sombreamento 50% aos 60 dias após o plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 62 |
| Figura 11 | - Substrato S5, submetido ao sombreamento 80% aos 60 dias após o plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 63 |
| Figura 12 | - Sistema radicular dos substratos S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente da esquerda para a direita, sob sombreamento de 0% aos 180 dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 64 |
| Figura 13 | - Sistema radicular dos substratos S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente da esquerda para a direita, sob sombreamento de 30% aos 180 dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 64 |

| | | |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 14 | - Sistema radicular dos substratos S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente da esquerda para a direita, sob sombreamento de 50% aos 180 dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 65 |
| Figura 15 | - Sistema radicular dos substratos S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente da esquerda para a direita,, sob sombreamento de 80% aos 180 dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016) | 65 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | REVISÃO | 14 |
| 2.1 | Gramados | 14 |
| 2.2 | Grama bermuda | 16 |
| 2.3 | Uso de substratos em gramados | 19 |
| 2.4 | Influência da radiação solar em gramados | 22 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 25 |
| 3.1 | Caracterização da área experimental | 25 |
| 3.2 | Delineamento experimental e tratamentos | 25 |
| 3.3 | Avaliações | 28 |
| 3.4 | Análise dos resultados | 29 |
| 3.5 | Execução do experimento | 29 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 33 |
| 4.1 | Análise química e granulométrica do solo e dos substratos | 33 |
| 4.2 | Radiação solar incidente nos níveis de sombreamento estudados | 35 |
| 4.3 | Altura da grama | 36 |
| 4.4 | Massa fresca das aparas de grama | 40 |
| 4.5 | Massa seca das aparas de grama | 47 |
| 4.6 | Teor de clorofila | 52 |
| 4.6.1 | Clorofila <i>a</i> | 52 |
| 4.6.2 | Clorofila <i>b</i> | 55 |
| 4.7 | Análise visual do sistema radicular da grama | 59 |

| | | |
|----------|--------------------|-----------|
| 5 | CONCLUSÃO | 66 |
| | REFERÊNCIAS | 67 |
| | ANEXOS | 75 |

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à Família Poaceae (Gramineae), as gramas estão presentes em locais destinados à prática de diversos esportes como, por exemplo, futebol de campo, futebol americano, rugby, golfe, críquete, turfe, pólo, hóquei de campo, entre outros.

Devido às condições climáticas do Brasil, as principais espécies de gramas utilizadas no país para a composição de campos esportivos pertencem ao grupo denominado “gramas de clima quente” que, como o próprio nome diz, estão adaptadas ao clima tropical. Dentre as principais espécies deste grupo a grama bermuda (*Cynodon* sp.) é a mais utilizada, devido a sua elevada capacidade de recuperação após sofrer injúrias decorrentes de cada partida.

A grama bermuda apresenta características que favorecem a sua utilização na composição de gramados esportivos, como resistência ao pisoteio, recuperação rápida e maciez, por estes motivos foi a espécie recomendada pelo Comitê Organizador da Copa de 2014 para os estádios construídos no Brasil.

Outra recomendação do mesmo Comitê foi em relação a composição do substrato onde o gramado seria instalado, o qual deveria ser composto de material que fosse capaz de reter os nutrientes e, principalmente, favorecesse a drenagem. Estas recomendações refletem na boa qualidade visual do gramado e na sua disponibilidade de utilização para a prática esportiva.

Com a realização de eventos esportivos de caráter internacional no país, houve a necessidade de adequação das antigas arenas esportivas e construção de novas para atender aos parâmetros da organização dos eventos, e uma destas adequações foi a construção de cobertura para maior conforto do público. Entretanto, estas coberturas afetam a incidência de luz solar no gramado, aumentando o sombreamento e, dependendo da espécie utilizada na composição do gramado, pode prejudicar o seu pleno desempenho estético e esportivo.

Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência de níveis de luminosidade e diferentes substratos no desenvolvimento da grama bermuda (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*).

2.REVISÃO

2.1. Gramados

A denominação “grama” é um termo bastante genérico, englobando diversas espécies de plantas, que apresentam hábito de crescimento prostrado e que são pertencentes à Família Poaceae (Gramineae) (GURGEL, 2003). Gramas são muito utilizadas como cobertura do solo, multiplicam-se por sementes, transplante ou por divisão de touceiras e devem ser usadas em locais ensolarados. São tolerantes a pisoteio e, por esse motivo, são altamente empregados em clubes, jardins, residências, indústrias, parques, playgrounds, casas de repouso etc. (DEMÉTRIO et al., 2000).

Pesquisas científicas tem documentado diversos benefícios de um gramado para o meio ambiente. Um gramado bem mantido proporciona local confortável e seguro para diversão e prática de esportes; libera oxigênio, devido ao processo fotossintético (cerca de 58 m² de área com gramado libera por dia, O₂ suficiente para uma pessoa); refresca o ar e com isto contribui para a redução na tendência de aquecimento global (pode diminuir a temperatura do ambiente em até 16,5 °C em relação a uma superfície asfaltada); reduz a emissão de CO₂ (absorve grande quantidade de CO₂ para a realização da fotossíntese durante o ano todo e pela não mobilização do solo em áreas gramadas) atenuando o efeito estufa e controla a poluição do solo (as raízes e estolões funcionam como um filtro, absorvendo ou retendo parte das substâncias que infiltram no solo) (GODOY, 2005; VILLAS BÔAS; GODOY, 2006).

O gramado ainda atua no microclima absorvendo e diminuindo reflexos luminosos e caloríficos do sol; eleva a umidade atmosférica, devido à sua elevada taxa de transpiração; protege o ambiente contra a poeira e a erosão; evita o acúmulo da água estagnada em forma de poças, pela ação das raízes e assim diminuindo a proliferação de insetos e doenças; quando plantado em locais próximos de piscinas, lagos, espelhos d’água etc., evita o turvamento de suas águas; atua no comportamento psíquico humano, acalmando-o das agitações cotidianas e embelezando o ambiente onde é implantado (DEMÉTRIO et al., 2000).

A implantação de gramíneas proporciona enraizamento e conseqüente proteção a taludes, terrenos com probabilidade de deslizamentos, infiltrações e quedas de barreiras. Alguns problemas enfrentados pelas concessionárias de rodovias relacionados a erosões de grande porte, poderiam

ter sido evitados simplesmente pela adoção de avaliações técnicas de solo e implantação de gramíneas devidamente selecionadas (CORSINI; ZANÓBIA, 2003). No controle da erosão do solo, uma área coberta com um gramado sadio é seis vezes mais efetiva na absorção da água da chuva do que uma lavoura de trigo e quatro vezes mais que uma lavoura de feno, ou seja, o gramado favorece a permeabilidade do solo, auxiliando assim o processo de recarga dos aquíferos subterrâneos, retendo água e reduzindo o escoamento superficial. A quantidade de sedimentos perdidos de uma área gramada é dez vezes menor do que a cobertura por palha (VILLAS BÔAS; GODOY, 2006; JIMÉNEZ, 2008).

O cultivo de grama no Brasil teve início em 1973, com a instalação da empresa Itograss Agrícola Ltda, no município de Itapetininga/SP; a contar desde o início, o país ainda não figura entre os principais produtores mundiais de grama, entretanto tem mostrado que este é um setor em pleno crescimento, com expansão de 10 mil hectares entre os anos 2000 e 2005, atingindo uma área de aproximadamente 17.000 ha (VILLAS BÔAS; GODOY, 2006; ZANON; PIRES, 2010). Atualmente, o Brasil apresenta aproximadamente 24.000 ha de campos de produção de gramas, um aumento de 7.000 ha em 10 anos, sendo que o Estado de São Paulo o principal produtor, com 12.000 ha cultivados, seguido dos Estados do Paraná e Minas Gerais (ANTONIOLLI, 2015)

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006, o Brasil possui 1084 estabelecimentos de produção de gramas, sendo que a região Sul apresenta o maior número de propriedades, seguida da região Sudeste. A maior parte dos estabelecimentos possui tamanhos inferiores a 50 ha (IBGE, 2006). Os principais Estados produtores de grama são São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso e Rio Grande do Sul, na região nordeste, o estado da Bahia é o maior produtor. A cadeia produtiva de gramas movimentou no país, durante o ano de 2003, R\$ 155 milhões, mas a partir de 2007 houve um aumento significativo na demanda e oferta de gramas no país, apresentando um crescimento de 65% nos últimos 10 anos, movimentando em média R\$ 300 milhões por ano (ZANON, 2003; DEON, 2008; ZANON; PIRES, 2010; CANAL RURAL, 2013).

Entre os principais mercados consumidores de grama, Villas Bôas e Godoy (2006), destacam obras públicas, parques industriais, áreas esportivas (futebol e golfe, principalmente) e jardins residenciais. No início da década de 2000, a área esportiva, foi responsável por 20 a 25% do total de grama consumida, sendo este aumento atribuído em grande parte à construção de campos de golfe, que demandam aproximadamente 50 ha de grama por campo. No Brasil, devido a realização de eventos esportivos de importância mundial, como a Copa do Mundo em 2014 e as

Olimpíadas em 2016, ocorreu uma expectativa de aumento do mercado, o que estimulou ainda mais o crescimento da cadeia de produção de gramas (GODOY; VILLAS BÔAS; BACKES, 2012).

Com relação ao desenvolvimento e o crescimento fisiológico da grama existe uma dependência de diversos fatores, como a espécie e/ou cultivar utilizado, idade da planta, tipo de solo, clima, luminosidade, fertilidade do solo, tipo de manejo e principalmente da disponibilidade de água no solo, que tem relação direta com as características físicas do solo, definindo a arquitetura do sistema poroso e conseqüentemente a capacidade de armazenamento de água (CARRIBEIRO, 2010). Estes fatores podem afetar em maior ou menor grau a grama, a depender da espécie cultivada, pois cada espécie apresenta diferentes níveis de tolerância aos fatores de estresse, podendo causar alterações na coloração das folhas, redução do crescimento, redução na densidade do gramado, aumento do perfilhamento (JIMÉNEZ, 2008).

O crescimento do caule em gramínea não ocorre pela ação do meristema apical, como é o caso da maioria dos outros vegetais, e sim em cada um dos nós, onde o meristema está localizado. O tecido meristemático está situado na base do nó acima da união com a bainha, e esta localização é a razão pela qual ocorre a ramificação da grama no solo, sendo esta característica também a responsável pela resistência da grama aos cortes frequentes e manutenção do desenvolvimento após tal processo (JIMÉNEZ, 2008).

Como os meristemas marginais das folhas das gramíneas sofrem maturação mais precocemente do que os meristemas apical e intercalar, a manutenção destes permite a retomada do crescimento após o corte, mantendo assim a sua capacidade fotossintética, necessária para a sobrevivência da planta (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

2.2 Grama bermuda

A grama bermuda (*Cynodon* spp.) é a mais indicada para formação de gramados esportivos, sendo muito utilizada em campos para prática de futebol, pólo, golfe, tênis, beisebol, etc.. Custa em média 50% a mais do que a grama esmeralda, devido sua melhor qualidade, e menor oferta no mercado, formando gramados densos com folhas finas (JIMÉNEZ, 2008; OLIVEIRA et al. 2008; CANAL RURAL, 2013).

Seguindo a recomendação do Comitê Organizador Brasileiro Copa 2014 (2009), foi implantada, nas arenas de futebol, a grama bermuda, principalmente híbridos desta, como é o caso dos cultivares Celebration e Tifton 419 (Tifway), por terem maior resistência ao pisoteio e regeneração mais rápida, além de maior maciez facilitando o rolamento da bola e amortecendo o impacto no pisar dos jogadores. Desta forma, nas arenas do Ceará, da Bahia, de São Paulo, do Paraná, de Santa Catarina, do Rio Grande do Sul e em São Januário no Rio de Janeiro foram utilizadas a grama bermuda Tifton/Tifway 419/ITG 6. Em Goiás, Minas Gerais no Ipatingão e no Engenheiro no Rio de Janeiro foi utilizada grama bermuda Celebration.

A grama bermuda é uma espécie de clima quente, originária do continente africano e apresenta expressiva utilização, desde pastagens até “greens” de campos de golf, sendo que possui rápida taxa de crescimento, cobrindo o solo rapidamente, e alta taxa de recuperação após o corte, e por este motivo é muito exigente em nutrientes, apresentando resistência média-alta ao desgaste, e desta forma excelente capacidade de recuperação após a ocorrência de danos. Tem hábito de crescimento estolonífero-rizomatoso, ou seja, a base do crescimento vegetativo se localiza tanto na superfície (estolão) quanto na subsuperfície do solo (rizoma), por este motivo é recomendada para campos esportivos, pois o rizoma se encontra mais profundamente no solo, estando protegido das injúrias causadas pelo tráfego intenso (GURGEL, 2003; JIMÉNEZ, 2008).

As principais vantagens da utilização da grama bermuda são: excelente tolerância a escassez hídrica, alta eficiência no uso da água, tolerância a salinidade, crescimento intenso, rápido estabelecimento, tolerância ao tráfego e tolerância a cortes baixos, conforme apresentado por Jiménez (2008). Porém, ela também apresenta algumas desvantagens como a não tolerância a condições de baixa luminosidade (sombreamento), alta exigência em fertilizantes nitrogenados e baixa tolerância a baixas temperaturas e a solos compactados, com drenagem deficiente (JIMÉNEZ, 2008).

A temperatura é fator importante para o bom desempenho da grama bermuda por esta pertencer ao grupo de espécies de clima quente, e assim apresentam melhor faixa para o desenvolvimento da parte aérea variando entre 27 e 35°C, e para o desenvolvimento do sistema radicular entre 24 e 29°C. Entre 23 e 24°C é considerada a temperatura ótima; temperaturas entre 35 e 37°C estimulam um maior crescimento; e temperaturas próximas à 10°C cessam o crescimento. Além disso, a grama bermuda requer uma elevada taxa de luminosidade e o fotoperíodo tem influencia direta no seu crescimento (JIMÉNEZ, 2008).

A grama bermuda possui diversas variações entre as espécies e cultivares, apresentando folhas laminares com formato lanceolado, variando de estreitas a médias, com 1,5 a 5 mm de largura e 2 a 16 cm de comprimento, com coloração variando do verde moderado a intenso e profundo, folhas brilhantes, com alta densidade de crescimento; a partir dos nós em seus estolões se tem origem as raízes e os brotos laterais, dos quais surgem hastes eretas de até 40 cm de altura, sendo que suas inflorescências podem ter de 3 a 10 cm de comprimento e normalmente de 3 a 7 espigas, que são estéreis nos híbridos interespecíficos; o sistema radicular é fibroso e perene (GURGEL, 2003; LAURETTI, 2003; PARCO, 2007; JIMÉNEZ, 2008).

Das oito espécies do gênero, apenas duas apresentam características ideais para utilização em gramados esportivos e ornamentais - *C. dactylon* (L.) Pers. - bermuda comum, *C. transvaalensis* Burt-Davy - bermuda africana e híbridos interespecíficos de *C. dactylon* x *C. transvaalensis* (GURGEL, 2003; LAURETTI, 2003; BROSNAN; DEPUTY, 2008; KOJOROSKI-SILVA et al., 2011).

Os híbridos de *C. dactylon* e *C. transvaalensis* mais populares são Celebration, GN-1 (CT-2), Tifway (Tifton 419), Tifgreen (Tifton 328), Tifdwarf e Tifsport (Tift 94); estes possuem algumas características superiores aos parentais, como melhores níveis de qualidade, densidade e cor, além de melhor tolerância ao pisoteio, calor, períodos secos e cortes intensos. Porém, estes possuem as desvantagens de aumento dos custos de implantação e maior necessidade de manutenção (BROSNAN; DEPUTY, 2008).

O que apresenta maior destaque é o híbrido Tifton 419 (Tifway), selecionado pelo trabalho cooperativo entre o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a Estação Experimental das Planícies Costeiras da Georgia e Associações de Golf dos Estados Unidos, no ano de 1960. O nome é a combinação do nome da cidade onde foi realizado o experimento de seleção, Tifton no estado da Georgia, com 419, que é o número da parcela na qual foi selecionado o híbrido (ELSNER, 2010; KOJOROSKI-SILVA et al., 2011; UGA, 2013).

O híbrido Tifway é caracterizado pela textura fina e formação de uma camada de material morto, conhecido como "thatch" ou colchão, possui folha estreitas, com coloração verde intenso, elevado número de folhas e afilhos de maior comprimento em relação a outras espécies de grama, possui elevada resistência a doenças, e por ser um híbrido não produz sementes (KOJOROSKI-SILVA et al., 2011; UGA, 2013).

2.3 Uso de substratos em gramados

O substrato, segundo Imhoff et al. (2000) e Farias et al. (2012), tem por funções sustentação às plantas, apoiar mecanicamente o crescimento das raízes, permitir as trocas gasosas entre as raízes e a atmosfera e fornecimento de água e nutrientes. Para que o solo cumpra com tais funções, ele deve possuir boa distribuição de poros, permitindo a movimentação de água e gases e facilitando a penetração de raízes.

Segundo Kämpf (2001), Santos, Castilho e Duarte (2002) e Ferraz, Centurion e Beutler (2005), as características físicas do substrato são de extrema importância, principalmente a densidade e a porosidade, que tem influência direta sobre o desenvolvimento das raízes e a disponibilidade de água e de ar.

As características físicas do solo são afetadas pela compactação, que também influencia nas características químicas, dificultando a movimentação dos nutrientes no substrato e reduzindo a eficiência de aproveitamento dos mesmos pelas plantas (SANTOS; CASTILHO; DUARTE, 2002).

Compactação é o resultado de uma compressão que provoca uma reorganização estrutural das partículas e dos agregados do substrato, aumentando a densidade do mesmo, da resistência mecânica, redução da porosidade total, principalmente de macroporos, redução do tamanho e da continuidade dos poros, limitando a infiltração e redistribuição de água e prejudicando as trocas gasosas (MORAES; CORA; ALMEIDA, 2008).

Os mesmos autores dizem que a textura também influencia a compactação do substrato, sendo que os ricos em argila são mais propensos em relação aos mais arenosos. Além disso, o tipo de mineral de argila também exerce influência, devido as diferenças nos arranjos das partículas em agregados e espaços porosos entre eles.

A densidade, porosidade, distribuição de poros por tamanho, dentre outros parâmetros são utilizados para se determinar a compactação do solo ou do substrato.

A implantação de um gramado, quando não é precedida de um preparo adequado do solo, pode prejudicar o desenvolvimento normal da espécie, causando danos estéticos, crescimento insuficiente e irregular, devido a alteração de atributos físicos do solo causados pela compactação, afetando principalmente a macro e microporosidade, reduzindo o volume dos poros do solo, podendo ocorrer tanto em superfície quanto em subsuperfície. A compactação do solo, pode

ocorrer tanto em jardins públicos quanto em residenciais, trazendo danos ao desenvolvimento do sistema radicular, comprometendo a absorção de água e nutrientes (GODOY, 2005; SANTOS et al., 2010).

Alguns autores apresentaram os valores ideais da densidade do solo para um desenvolvimento adequado de gramados, como USGA (1993), onde a densidade do solo deve apresentar valores entre 1,19 e 1,72 g.m^{-3} ; Brady e Weil (1989) consideram ideais valores de densidade compreendidos entre 1,3 a 1,6 g.cm^{-3} e que densidades superiores a 1,7 g.cm^{-3} são restritivas ao desenvolvimento vegetal. Segundo Doble (2006) o intervalo adequado da densidade para gramados se situa entre 1,4 e 1,6 g.m^{-3} . Outros fatores que possuem influência sobre a densidade do solo é o teor de matéria orgânica e a textura do mesmo. Teores elevados de matéria orgânica resultam em densidades do solo mais baixas e teores elevados de argila e reduzidos de matéria orgânica aumentam a densidade do solo, o que favorecem a compactação (GONÇALVES; STAPE, 2002; MORAES; CORA; ALMEIDA, 2008).

Em campos de futebol, a compactação do solo compromete a prática esportiva, pois gramados mal desenvolvidos e com mau nivelamento prejudicam a homogeneidade do piso, reduzindo o percentual de acerto dos passes e progressões do time em direção ao gol. Além disso, solos compactados podem comprometer a saúde dos jogadores, favorecendo a ocorrência de lesões em joelhos e tornozelos (CAMPANELLI, 2003).

O Comitê Organizador Brasileiro Copa 2014 (2009), em relação a composição do substrato, recomenda que este deve conter até 3% de pedra fina (diâmetro menor que 2 mm), até 7% de areia muito grossa (diâmetro entre 1 e 2 mm), no mínimo 60% de areia grossa e média (diâmetro entre 0,25 e 1 mm), até 20% de areia fina (diâmetro entre 0,1 e 0,25 mm) e no máximo 5% de areia muito fina (diâmetro de 0,05 a 0,1mm), silte (diâmetro de 0,002 a 0,05mm) e argila (diâmetro menor que 0,002mm), onde o somatório das três últimas frações não ultrapassem 10%, além da incorporação de 1 a 3% do volume de areia com matéria orgânica.

Em gramados ornamentais, a compactação do solo leva a uma diminuição dos níveis de oxigênio, ocasionada pela alteração nos espaços porosos que pode limitar o crescimento de raízes, prejudicando a absorção de água e nutrientes devido ao desenvolvimento de raízes mais superficiais e grossas, reduzindo a produção de perfilhos, rizomas, estolões e conseqüentemente afetando o desenvolvimento da parte aérea, causando perda da coloração verde em função da redução da área explorada pelas raízes afetando a disponibilidade de nutrientes. Com a redução no

desenvolvimento da parte aérea ocorre um aumento na incidência da radiação solar na superfície do solo e causando a elevação de sua temperatura, além de favorecer a germinação de plantas daninhas, contribuindo para a deterioração do gramado (ALI HARIVANDI, 2002; GODOY, 2005), o que também pode ocorrer em gramados esportivos e naqueles utilizados para lazer, como praças e parques.

O uso de matéria orgânica na implantação de gramados esportivos possui papel de extrema importância, pois influencia na atividade biológica e nas propriedades físico-químicas do solo, favorecendo a movimentação de água no perfil do solo, e também aumentando a sua capacidade de armazenamento hídrico. Também reduz as perdas de nutrientes por lixiviação, por elevar a CTC do solo. Em média, os solos brasileiros apresentam teores de matéria orgânica variando entre 1 a 2%, como observado no solo utilizado no presente trabalho (Tabela 1), sendo necessário uma complementação para que o gramado tenha bom desenvolvimento e enraizamento. Outros benefícios trazidos pela adição de matéria orgânica são estruturação e aeração do solo, aumento da relação carbono-nitrogênio (C/N). O substrato onde irá ser implantado o gramado deve apresentar em sua composição de 10 a 25% de matéria orgânica, complementando com areia média, devendo formar uma camada de 10 a 20 cm de espessura sobre a área a ser gramada (DAI et al., 2009; GONÇALES, 2013), o que não corresponde as recomendações do Comitê Organizador Brasileiro Copa 2014 (2009).

Barcelos, Castilho e Santos (2012), avaliando diferentes substratos no desenvolvimento de grama esmeralda demonstraram que os tratamentos com solo e matéria orgânica (2:1); solo, areia e matéria orgânica (2:1:1); e areia e matéria orgânica (3:1) apresentaram melhores resultados, com maior produção em matéria fresca e seca, além de maiores teores de clorofila, mostrando o benefício da adição de matéria orgânica ao substrato para gramados.

Em trabalho com grama esmeralda, Santos e Castilho (2015), concluíram que com o uso de matéria orgânica nos substrato, houve melhores resultados quanto ao teor nitrogênio e de clorofila das folhas.

Santos, Nascimento e Araújo (2015), avaliando o efeito de substratos no desempenho de grama esmeralda, verificaram melhor desenvolvimento no composto de subsolo, esterco bovino e sabugo de milho (5:4:1); e o pior resultado foi apresentado no que continha subsolo (25%) e areia (25%); os que apresentaram doses iguais ou inferiores a 10% de esterco bovino não se mostraram viáveis.

2.4 Influência da radiação solar em gramados

A radiação solar tem papel de destaque no meio ambiente, em razão de seus efeitos fotoquímicos e fotobiológicos, apresentando grande importância quanto ao balanço de energia, à atividade biológica, às reações fotossintéticas, etc. (ASSUNÇÃO, 2003).

A iluminância ou nível de iluminação, corresponde à quantidade de luz incidente sobre uma superfície. Algumas plantas são mais exigentes em relação a luz, como é o caso de plantas floríferas, suculentas, cactáceas e as plantas de folhagens coloridas, que necessitam de ao menos 2000 lux de iluminância. Já as espécies originárias do interior de matas, como filodendros e bromeliáceas epífitas são menos exigentes, tolerando níveis mais baixos de iluminação (KÄMPF, 2001).

A faixa ótima de luminosidade para as gramíneas tropicais se localiza entre 15.000 e 16.000 lux (MOROCHO, 2009).

A maioria das gramíneas tropicais pertence ao grupo de plantas C4, ou seja, plantas que apresentam o mecanismo de fixação do CO₂ pela via fotossintética C4. A vantagem bioquímica deste grupo está baseada na sua capacidade de usar o mecanismo C4 para recapturar o CO₂ que seria perdido no processo da fotorrespiração, sendo esta uma característica importante para plantas em ambientes quentes, onde a fotorrespiração pode ser responsável por uma perda elevada de CO₂ recém fixado. As plantas C4 necessitam de um suprimento a mais de energia, exigindo intensidade luminosa maior, desta forma, são mais produtivas do que as plantas C3, devido a sua capacidade de reduzir as perdas de CO₂, porém sua eficiência na conversão de energia luminosa em energia química é menor (WHATLEY; WHATLEY, 1982).

As diferentes espécies de grama também apresentam variação na necessidade de luminosidade, sendo que normalmente as espécies de clima quente, tais como esmeralda e bermuda, necessitam de plena insolação para atingir o ponto máximo de saturação de luz, sendo menos tolerantes ao sombreamento. A baixa incidência de luz é um fator altamente limitante para grama bermuda, porém cada variedade tem mostrado diferentes níveis de tolerância, sendo capazes de manter um crescimento e qualidade aceitáveis mesmo com a radiação incidente abaixo da ideal (COAN, 2005; GURGEL, 2013).

Pelas gramas, a radiação solar é processada de três maneiras diferentes: 1) absorção - cerca de 50 a 80% da radiação é absorvida, dependendo da orientação das folhas (folhas dispostas

mais horizontalmente apresentam melhor eficiência), apenas 1 a 2% da energia luminosa absorvida é convertida em energia química (fotossíntese), sendo a maior parte reirradiada em comprimentos de onda mais longos; 2) reflexão - varia de acordo com as condições de umidade na superfície das folhas, sendo que folhas úmidas e brilhantes refletem mais a luz incidente do que as secas e opacas; 3) transmissão - varia de 15 a 30% a luz transmitida através das folhas (UNRUH, 2004).

O mesmo autor diz que as faixas do espectro da luz branca influenciam de diferentes formas o desenvolvimento da planta. As radiações violeta, azul e ultravioleta estimulam o hábito de crescimento curto e robusto; as faixas amarela e vermelha, aumentam o desenvolvimento longitudinal e o alongamento dos ramos; e a infravermelha, influencia o florescimento, crescimento das folhas e rizomas, germinação das sementes e diversas alterações fotomorfogênicas.

Segundo Brosnan e Deputy (2008), a grama bermuda necessita de no mínimo 6 horas diárias de sol e condições de restrição da radiação solar prejudicam o processo de fotossíntese e consequentemente o crescimento da grama. Com excesso de sombreamento a grama bermuda se torna mais fina, com folhas estioladas e internódios mais longos, além de reduzir a densidade da parte aérea e radicular.

As arenas onde foram realizadas as partidas da Copa de 2014 passaram por reformas, com a instalação de coberturas nas mesmas, sendo este um dos principais desafios para os profissionais que trabalham com gramados, pois devido a nova arquitetura dos estádios está havendo um aumento na área sombreada e, em algumas épocas do ano, o gramado não recebe nenhuma iluminação natural direta, o que influencia o desenvolvimento normal da planta, afetando sua aparência estética e prejudicando a sua recuperação após as partidas (SCHOEMAN; VAN DER BERG, 2010; AZEREDO NETO, 2012). Os mesmos autores relatam que a grama bermuda, presente nas arenas de futebol exige em média de 8 a 10 horas de luz natural diariamente e por este motivo, para se reduzir os efeitos do sombreamento e manter o gramado com aparência e desenvolvimento próximos ao ideal, os administradores dos estádios investiram em tecnologia, como o uso de equipamentos de iluminação artificial.

Estudos realizados com grama santo-agostinho e grama esmeralda em diferentes níveis de sombreamento, demonstraram que estas espécies apresentaram boa tolerância aos níveis de 30 e 50% de sombreamento, porém em níveis superiores houve maior estiolamento das mesmas (COAN, 2005).

Gurgel (2013), avaliando o efeito do sombreamento em diferentes cultivares de grama bermuda, relatou que Celebration e Tifway são mais tolerantes à redução da radiação solar em 41% quando comparados com o cultivar TifSport, apresentando melhores qualidades visuais (cor, densidade, uniformidade e estética); com redução superior a 58% na luminosidade apenas o cultivar Celebration apresentou boa qualidade.

De acordo com Coan (2008), em trabalho com grama esmeralda, a altura e a massa da matéria seca são os parâmetros utilizados para se avaliar a resposta da planta em relação à luz, e o acúmulo de matéria seca tende a ser maior nas plantas cultivadas em pleno sol, em relação as plantas submetidas a condições de sombreamento, devido o maior desenvolvimento da parte aérea, favorecido pelo aumento dos níveis de fotoassimilados (CARVALHO et al., 2002; COAN, 2005; ALMEIDA, 2005).

Embora exista um crescente interesse na grama bermuda, tanto para projetos paisagísticos quanto esportivos, ainda há falta de informações na literatura em relação as condições mais favoráveis ao seu pleno desenvolvimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no Campus II da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, com latitude 20° 25' S, longitude 51° 21' WGR e altitude de 330 m, no município de Ilha Solteira – SP, no período de 22 de março de 2014 a 03 de outubro de 2014.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno; a precipitação média anual está em torno de 1300 mm, distribuída de outubro a março. A umidade relativa do ar varia de 70 a 80% (média anual) e a temperatura média anual é de aproximadamente 23,5°C (BINOTTI et al., 2014). No período do experimento as médias de temperatura máxima e mínima registradas foram respectivamente de 31,5°C e 18,7°C, e a precipitação mensal no período variou de 0,0 à 234,2 mm (Anexo 1), e a luminosidade, a pleno sol, variou entre 14000 e 20000 lux (Gráfico 1); e o fotoperíodo consta do Anexo 2.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

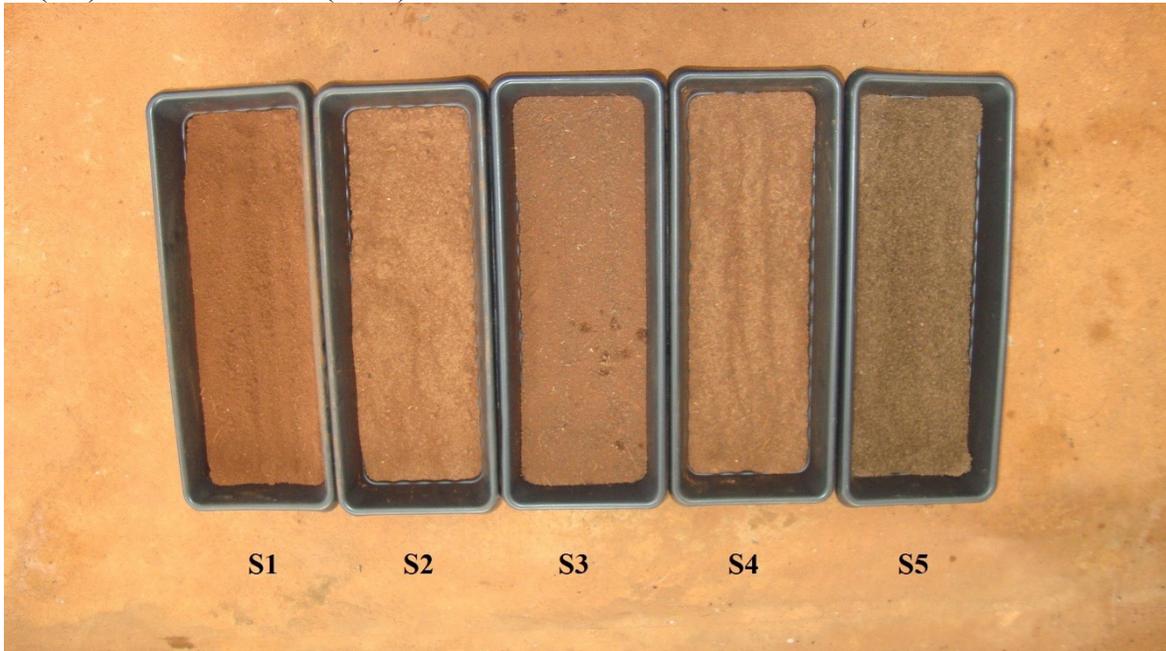
O cultivar Tifway 419 (híbrido interespecífico de *C. dactylon* x *C. transvaalensis*) foi implantado em contêineres de plástico preto (47,5 x 17,5 cm boca, 41,5 x 11,3 cm fundo, altura 15,5 cm, volume 8,46 litros), com a utilização de tapetes de dimensões 0,62 X 0,45 m, que foram recortados nas dimensões dos contêineres. Os tapetes foram obtidos por meio de doação da empresa Itogress[®], localizada no município de Pereira Barreto-SP.

O delineamento experimental utilizado foi um esquema fatorial 5x4 (5 substratos e 4 níveis de luminosidade) totalizando 20 tratamentos, com 3 repetições cada tratamento. Os 4 níveis de luminosidade estudados foram: pleno sol, sombreamento de 30, 50 e 80%, e os 5 substratos (Figura 1) foram:

- S1 - solo
- S2 - solo + areia (2:1)
- S3 - solo + matéria orgânica (1:1)
- S4 - solo + matéria orgânica + areia (2:1:1)

- S5 - matéria orgânica + areia (3:1)

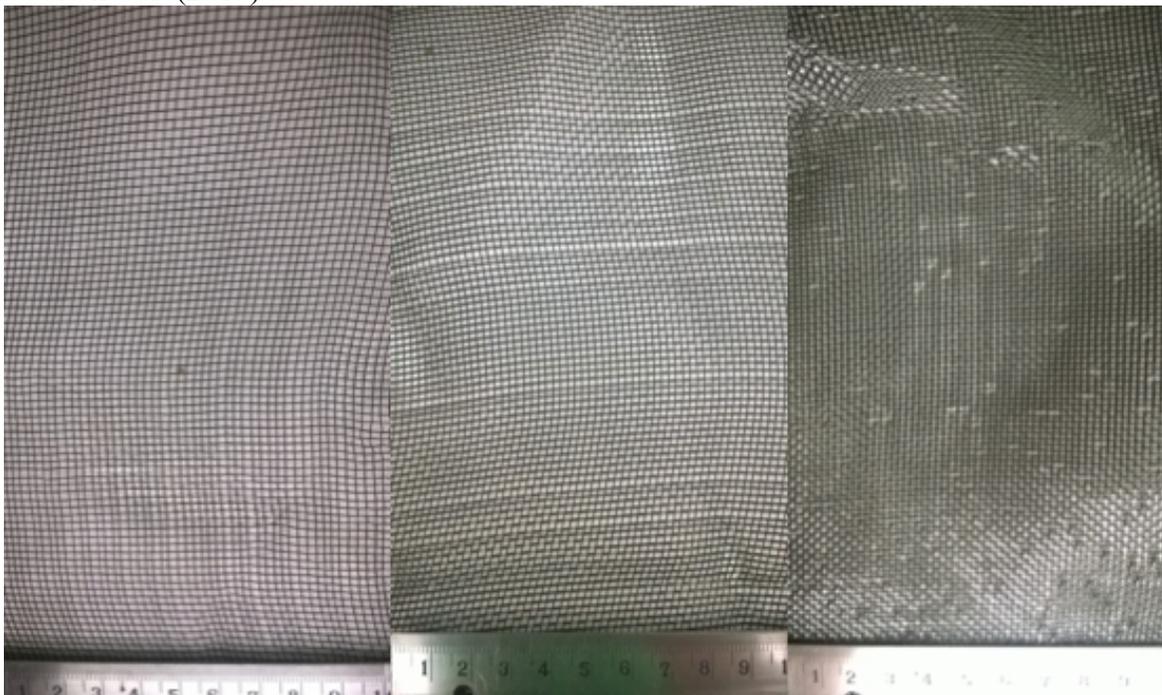
Figura 1. Substratos utilizados no experimento - S1 = Solo; S2 = Solo + areia (2:1); S3 = Solo + matéria orgânica (1:1); S4 = Solo + matéria orgânica + areia (2:1:1); e S5 = Matéria orgânica + areia (3:1). Ilha Solteira/SP (2016)



Fonte: Próprio autor.

O sombreamento artificial foi obtido através de uma estrutura de 1m de altura com lado de 1m, montada com a utilização de um vergalhão de ferro de 1/4", coberta com tela de sombreamento de polipropileno de coloração preta, de acordo com os tratamentos propostos, podendo ter sombreamento de 30, 50 e 80% (Figura 2).

Figura 2. Telas de sombreamento utilizadas – 30, 50 e 80% de sombreamento respectivamente. Ilha Solteira/SP (2016)



Fonte: Próprio autor.

Os substratos foram definidos de acordo com os resultados obtidos por Barcelos, Castilho e Santos (2012), sendo que o tratamento S5 foi o que mais se aproximou das recomendações do Comitê Organizador Brasileiro da Copa 2014 (2009).

O solo utilizado na composição dos substratos é classificado como Latossolo Vermelho distrófico textura franco-argilo-arenosa, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (Embrapa, 1999). A matéria-orgânica foi obtida através de processo de compostagem de resíduos vegetais, produzida na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, campus de Ilha Solteira. A areia utilizada foi adquirida em loja de materiais para construção, sendo denominada como areia grossa com granulometria entre 0,6 e 2,0 mm.

Após o preparo dos substratos foram realizadas as análises granulométrica e química dos mesmos, com base na metodologia descrita por EMBRAPA (2013).

Os contêineres contendo os tratamentos foram colocados sobre tijolos de pó de mico e o solo foi previamente coberto com sacos plásticos de coloração preta, para uniformizar a área de realização do experimento e evitar a interferência de plantas invasoras.

O manejo da irrigação foi realizado diariamente de forma manual, sendo que os contêineres receberam água até a saturação, a fim de garantir que seja atingida a Capacidade de Campo de cada substrato para que o fator água não interfira nos resultados do experimento.

Aos 57 dias da implantação do experimento foi verificado uma redução no desenvolvimento da grama, e desta forma foi aplicado o adubo comercial Forth Jardim[®], seguindo as recomendações do fabricante, de forma que a baixa disponibilidade de nutrientes não fosse fator de interferência nos resultados do experimento. Informações adicionais da composição nutricional do fertilizante constam do Anexo 3.

3.3 Avaliações

Foram realizadas as avaliações:

- a) análise química e granulométrica do solo e dos substratos- foram determinados o índice de acidez e os teores de fósforo, matéria orgânica, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases, realizada no início do experimento, segundo Rajj et al (1987) e EMBRAPA (2013); realizadas antes da instalação do experimento;
- b) luminosidade – foi determinada a luminosidade incidente sobre o gramado com a utilização de luxímetro; as coletas foram realizadas diariamente durante o período do experimento.
- c) altura da parte aérea da grama - obtida com a utilização de régua milimetrada, coletando-se três valores e obtendo-se o valor médio. Realizada aos 30, 150 e 180 dias da instalação do experimento;
- d) massa fresca das folhas - obtida através da pesagem das aparas em balança de precisão. Aos 30, 150 e 180 dias;
- e) massa seca das folhas - obtida após a secagem das aparas em estufa, a 60°C, até a estabilização do peso, então realizada a pesagem em balança de precisão. Aos 30, 150 e 180 dias;
- f) teor de clorofila das folhas - obtido a partir de análise laboratorial baseada na metodologia descrita por Linder (1974) e Whitham et al (1971), avaliada no início e no final do experimento. Aos 30 e 180 dias;

- g) análise visual do sistema radicular da grama - após a finalização do experimento foi realizada a retirada da grama e substratos dos contêineres e analisado visualmente o sistema radicular em cada um dos tratamentos.

3.4 Análise dos resultados

As médias foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e análise de regressão, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

3.5 Execução do experimento

Os substratos utilizados em cada tratamento foram preparados no dia 20 de março de 2014 e os contêineres preenchidos no mesmo dia.

No dia 22 de março de 2014, foi realizada a implantação da grama em cada um dos contêineres, sendo realizada a irrigação e em seguida colocados sob os tratamentos de sombreamento (Figuras 3, 4, 5, 6 e 7).

Figura 3. Visão geral das estruturas de sombreamento de 50%, 80% e 30%, respectivamente da esquerda para direita. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Figura 4. Tratamentos conduzidas a pleno sol na implantação do experimento. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Figura 5. Tratamentos submetidos ao sombreamento de 30% na implantação do experimento. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Figura 6. Tratamentos submetidos ao sombreamento de 50% na implantação do experimento. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Figura 7. Tratamentos submetidos ao sombreamento de 80% na implantação do experimento. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

A primeira avaliação de altura e primeiro corte para avaliação das massas fresca e seca e análise do teor de clorofila foi realizado 30 dias após a instalação do experimento.

A segunda avaliação de altura e segundo corte, que seria realizado após 60 dias da instalação do experimento, necessitou ser atrasada devido ao baixo desenvolvimento da grama, que pode ter sido ocasionado pela redução do fotoperíodo (Anexo 2), diminuição da temperatura ambiente (Anexo 1) ou deficiência nutricional, que segundo Jiménez (2008) são os principais fatores que afetam o crescimento da grama. Segundo Gurgel (2003), a grama bermuda apresenta sensibilidade à baixas temperaturas. Como os fatores fotoperíodo e temperatura ambiente (Anexos 1 e 2) apresentam dificuldade no seu controle, porém o teor de nutrientes é um fator de fácil controle, desta forma para reduzir a possibilidade de influência da disponibilidade de nutrientes nos resultados do experimento, foi realizada uma adubação, utilizando o fertilizante comercial Forth Jardim[®], de acordo com as recomendações do fabricante. As avaliações foram realizadas após 90 dias da aplicação do fertilizante, quando todas as amostras apresentaram crescimento superior à altura mínima para o corte (3 cm).

A terceira e última avaliação de altura e terceiro corte foi realizado 30 dias após a realização da segunda avaliação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise química e granulométrica do solo e dos substratos

Na Tabela 1 são apresentados os dados da análise química de cada um dos substratos utilizados no experimento. É possível observar que nos substratos em que foi adicionado a matéria orgânica (S3, S4 e S5) houve um incremento em todos os nutrientes e também em outros aspectos favoráveis avaliados na análise (soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação de bases). Além disso, houve uma redução dos teores de alumínio trocável e nos valores da acidez potencial e saturação de alumínio.

De acordo com Jiménez (2008), o valor de pH satisfatório para grama bermuda se encontra entre 5,5 e 7,5, sendo a faixa ideal variando entre 6 a 7, portanto, o substrato S3 apresenta pH satisfatório, e S5 apresenta valor ideal de pH.

Christian (1998) citado por Godoy e Villas Bôas (2003), caracterizou a grama bermuda híbrida como sendo uma espécie com alta exigência nutricional. Baseado nos dados do autor, é possível considerar que os substratos S1 e S2 contém baixo teor de P e K, e os demais substratos apresentam teor elevado dos mesmos nutrientes (Tabela 1).

Segundo Santos, Gatiboni e Kaminski (2008), o teor de fósforo é inversamente proporcional ao teor de argila. Assim sendo, baseado nas Tabelas de 1 e 2, e conforme apresentado por Bastos e Carvalho (2002), os substratos S1, S2 apresentam teor muito baixo para fósforo (abaixo de 26 mg dm^{-3}), os demais são considerados muito bons neste quesito (teores acima de 120 mg dm^{-3} no caso dos substratos S3 e S4 e acima de 180 mg dm^{-3} no caso do substrato S5). Deste modo, segundo as recomendações dos autores deve ser utilizado 200 g m^{-2} de P_2O_5 nos tratamentos S1 e S2 para suprir as necessidades do gramado; no entanto para não interferir na homogeneidade do experimento tal procedimento não foi adotado.

Os resultados mostram que a presença de matéria orgânica no substrato favorece a neutralização do pH, além de aumentar os teores nutricionais, aumentando assim a saturação por bases e a capacidade de troca catiônica. Outro fator evidenciado nos substratos com matéria orgânica é a redução de fatores prejudiciais ao desenvolvimento do gramado como é o caso da saturação por alumínio e acidez potencial.

Tabela 1. Análise química dos substratos utilizados no experimento. Ilha Solteira/SP (2016)

| Substr. | P - resina | MO | pH | K | Ca | Mg | H+Al | Al | SB | S-SO ₄ | CTC | V | m | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
|---------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|------------------------------------|-----|----|------|----|-------|---------------------|------------------------------------|-----|---------------------|-------|------|-----|------|------|
| | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | CaCl ₂ | mmol _c dm ⁻³ | | | | | | mg dm ⁻³ | mmol _c dm ⁻³ | % | mg dm ⁻³ | | | | | |
| S1 | 9 | 20 | 4,4 | 1,8 | 15 | 9 | 47 | 4 | 25,8 | 8 | 72,8 | 35 | 13 | 0,23 | 1,1 | 32 | 16,8 | 0,5 |
| S2 | 10 | 17 | 4,6 | 1,4 | 11 | 7 | 38 | 3 | 19,4 | 5 | 57,4 | 34 | 13 | 0,21 | 0,9 | 34 | 21,5 | 0,6 |
| S3 | 892 | 36 | 5,8 | 14,4 | 177 | 64 | 26 | 0 | 255,4 | 61 | 281,4 | 91 | 0 | 1,26 | 3,3 | 111 | 18,6 | 10,0 |
| S4 | 476 | 25 | 5,4 | 7,3 | 89 | 37 | 28 | 0 | 133,3 | 35 | 161,3 | 83 | 0 | 0,75 | 2,0 | 80 | 16,6 | 5,1 |
| S5 | 976 | 36 | 6,3 | 9,7 | 180 | 65 | 16 | 0 | 254,7 | 58 | 270,7 | 94 | 0 | 1,02 | 2,0 | 56 | 13,0 | 9,5 |
| Valores Ideais | >120 | | 6,0 - 7,0 | >6,0 | >7 | >8 | | | | >10 | | >70 | <5 | >0,60 | >0,8 | >12 | >5,0 | >1,2 |

Fonte: Próprio autor. Adaptado de Jimenez (2008); Bastos e Carvalho (2002).

A classe textural é uma característica importante, pois sua variação é praticamente nula ao longo do tempo, sendo que o uso e manejo não influenciam na mesma, e é determinada pela distribuição das partículas componentes do substrato de acordo com o seu tamanho. Desta forma, é um fator primordial na escolha da espécie a ser cultivada na área. Esta característica juntamente com o tipo de argila, afetam outras propriedades físicas, como é o caso da drenagem e retenção de água, a aeração e a consistência dos substratos (REINERT; REICHERT, 2006).

Com base nos trabalhos de Reinert e Reichert (2006) e UFAC (2015), é possível relacionar a textura do substrato com as demais características físicas do mesmo e assim pode-se inferir que o S5 apresenta densidade global variando entre 1,4 a 1,8, (sendo maior do que nos demais substratos), e que possui menor porosidade total com menor microporosidade e maior macroporosidade, baixa retenção de água, com boa drenagem e aeração, comparando com os demais substratos.

Tabela 2. Análise granulométrica dos substratos utilizados no experimento. Ilha Solteira/SP (2016)

| Tratamento | Argila | Silte | Areia Total | Textura |
|------------|--------|-------|-------------|---------|
| | % | | | |
| S1 | 32,8 | 7,9 | 59,3 | média |
| S2 | 21,6 | 4,0 | 74,4 | média |
| S3 | 22,3 | 16,9 | 60,8 | média |
| S4 | 20,7 | 6,0 | 73,3 | média |
| S5 | 12,3 | 4,1 | 83,5 | arenosa |

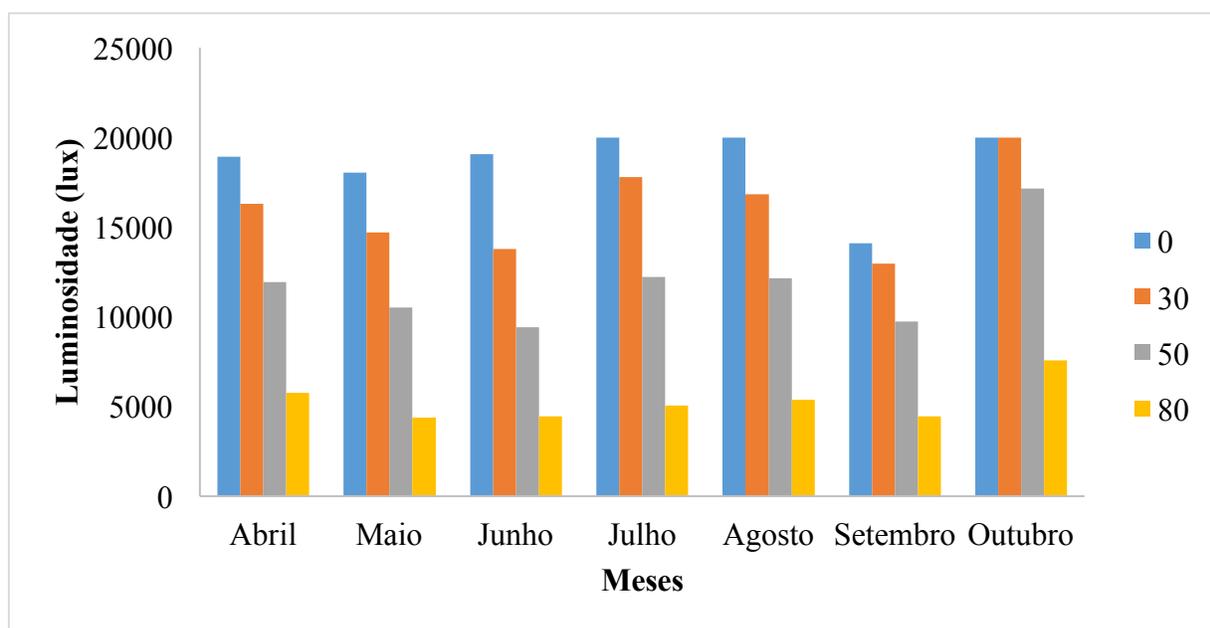
Fonte: Próprio autor; Adaptado de Bastos e Carvalho (2002)

4.2 Radiação solar incidente nos níveis de sombreamento estudados

A luminosidade é um fator importante no desenvolvimento das gramíneas, pertencente ao grupo C4. Uma das características das plantas pertencentes a este grupo é a de que elas continuam aumentando sua taxa fotossintética até a intensidade de luz de 60.000 lux (OLIVEIRA et al., 1973).

De acordo com Morocho (2009), a faixa ótima de luminosidade para as gramíneas tropicais se localiza entre 15.000 e 16.000 lux, desta forma, no período quando foi realizado o presente trabalho apenas nos meses de Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto e Outubro apresentaram boa intensidade luminosa quando submetidas ao nível mais intenso de luminosidade (pleno sol); no nível de 30% de sombreamento, a intensidade luminosa ideal foi observada nos meses de Abril, Maio, Julho, Agosto e Outubro; nos demais níveis de sombreamento não foi atingido a faixa ótima de luz, assim como no mês de setembro (Gráfico 1).

Gráfico 1. Luminosidade média (lux) em cada nível de sombreamento durante o período do experimento. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

4.3 Altura da grama

Os dados da altura média da grama bermuda (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*), em cada um dos tratamentos são apresentados na Tabela 3.

Aos 30 dias do plantio da grama é possível observar que no substrato S3 o sombreamento mais intenso (80%) estimulou o estiolamento da grama, quando comparado ao tratamento a pleno sol. No entanto, não houve diferença significativa entre os sombreamentos intermediários (30% e 50%) e os extremos (pleno sol e 80%). O estiolamento é estimulado pelo sombreamento, devido a

tendência da planta em buscar maneiras de sair da condição menos favorável para o seu pleno desenvolvimento, que no caso do presente trabalho foi a baixa incidência luminosa. Os maiores teores de K e micronutrientes do substrato S3 (Tabela 1) podem ter estimulado o maior crescimento em altura da grama aos 30 dias, visto que Pereira (2001), trabalhando com capim mombaça, constatou o efeito significativo de K no número de perfilhos e na área foliar, ou seja, no desenvolvimento da planta.

Na segunda avaliação, realizada aos 150 dias, observa-se que nos substratos S1, S2 e S3 houve diferença entre os níveis de sombreamento, nos quais no sombreamento mais intenso (80%) houve maior estiolamento da grama, apresentando desta forma um maior ganho em altura, as menores alturas foram observadas no pleno sol (Tabela 3). A textura média dos substratos S1, S2 e S3 (Tabela 2) e a sua composição nutricional (Tabela 1) podem ter influenciado nas suas maiores suscetibilidades ao sombreamento. Como já argumentado anteriormente, o nível de sombreamento mais intenso favorece o estiolamento da grama bermuda.

Aos 180 dias, os substratos S1 e S2 apresentaram maior ganho em altura no sombreamento mais intenso (80%), já a pleno sol foi observado o menor ganho em altura (Tabela 3). Ou seja, os substratos contendo menores teores de nutrientes (Tabela 1) apresentam maior influência do sombreamento com relação o seu crescimento em altura.

O Gráfico 2a apresenta a curva de regressão da primeira análise de altura da grama bermuda (aos 30 dias do plantio), e nele é possível verificar o comportamento quadrático com tendência ao maior estiolamento nos tratamentos conforme havia o aumento na intensidade de sombreamento. Ao derivar a equação de regressão foi observado que o ponto máximo de sombreamento é 83,75%.

A curva de regressão da altura da grama bermuda aos 150 dias é apresentada no Gráfico 2b, observa-se o comportamento quadrático da mesma com tendência de aumento na altura da grama resultante do aumento na intensidade de sombreamento, derivando-se a equação de regressão foi obtido o ponto mínimo de sombreamento é de 12,31%.

O Gráfico 2c mostra a curva de regressão da altura média dos substratos aos 180 dias da implantação do experimento, nela é possível observar o comportamento quadrático da curva com tendência de aumento da altura conforme se aumenta o nível de sombreamento, derivando-se a equação foi obtido a altura máxima é observada no sombreamento de 74,2%.

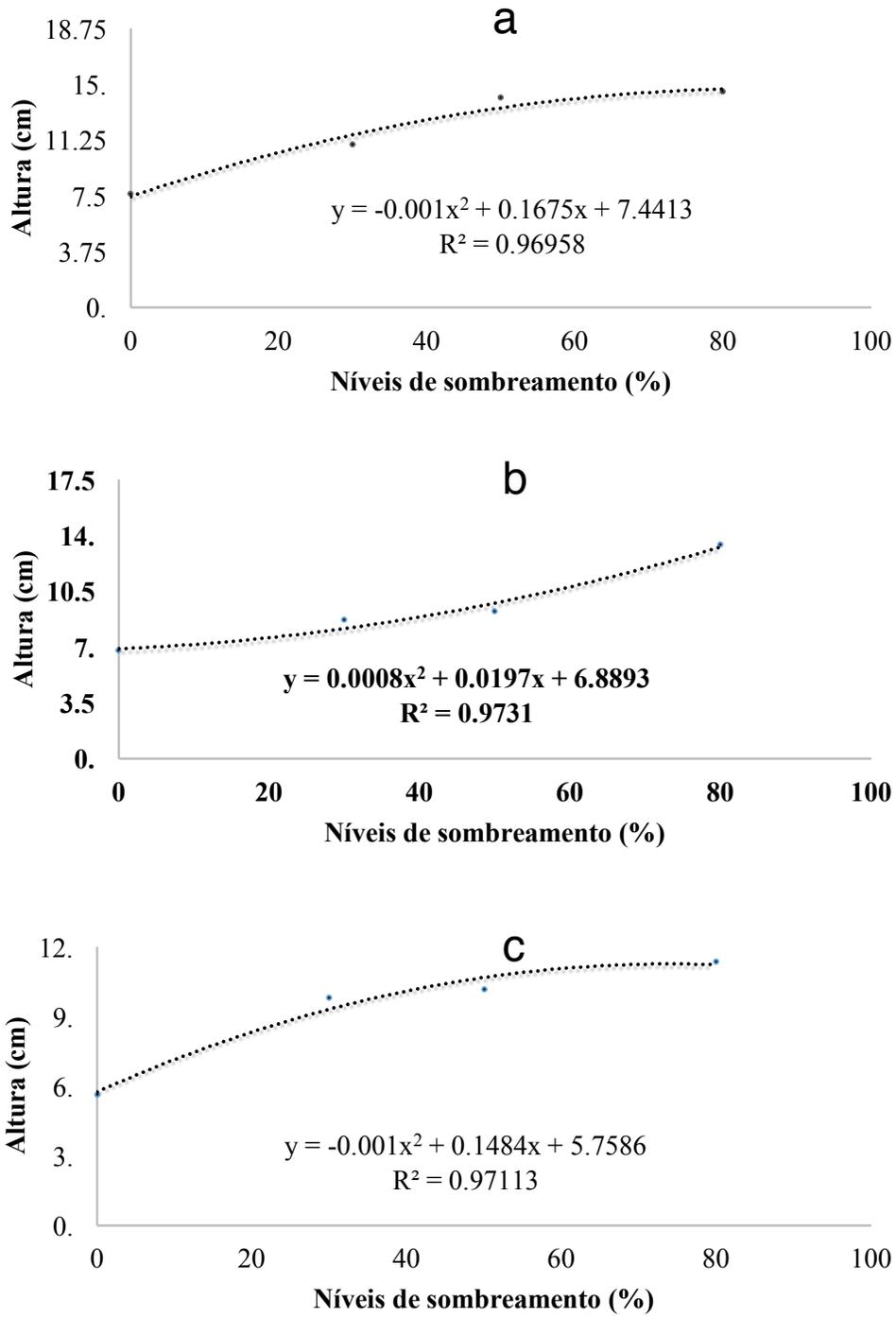
Tabela 3. Altura média (cm) da grama bermuda submetida aos tratamentos de sombreamento e substratos. Ilha Solteira/SP (2016).

| Substr. | Sombreamento | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|---------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| | 30 dias | | | | 150 dias | | | | 180 dias | | | |
| | 0 | 30 | 50 | 80 | 0 | 30 | 50 | 80 | 0 | 30 | 50 | 80 |
| S1 | 6,39 a | 11,54 a | 13,13 a | 14,30 a | 6,62 b | 8,59 ab | 8,68 ab | 14,62 a | 4,99 b | 7,67 ab | 8,71 ab | 12,08 a |
| S2 | 7,46 a | 9,20 a | 13,23 a | 12,47 a | 6,32 b | 7,67 ab | 9,60 ab | 14,88 a | 4,36 b | 8,71 ab | 8,97 ab | 13,01 a |
| S3 | 8,05 b | 9,83 ab | 15,90 ab | 18,34 a | 6,85 b | 8,49 ab | 9,08 ab | 14,00 a | 6,10 a | 10,98 a | 10,10 a | 9,10 a |
| S4 | 8,40 a | 13,10 a | 14,25 a | 14,96 a | 6,72 a | 9,33 a | 9,77 a | 11,28 a | 5,51 a | 10,96 a | 9,66 a | 11,31 a |
| S5 | 7,74 a | 11,00 a | 13,85 a | 12,47 a | 7,24 a | 9,00 a | 9,35 a | 12,29 a | 7,21 a | 10,75 a | 13,43 a | 11,25 a |
| CV | 35,68 | | | | 33,34 | | | | 31,06 | | | |

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de probabilidade de 5% no teste de Tukey. [S1 = Solo; S2 = Solo + areia (2:1); S3 = Solo + matéria orgânica (1:1); S4 = Solo + matéria orgânica + areia (2:1:1); e S5 = Matéria orgânica + areia (3:1)]

Fonte: Próprio autor.

Gráfico 2. Análise de regressão da altura da grama bermuda aos 30 (a), 150 (b) e 180 (c) dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Os resultados apresentados diferem do encontrado por Veras et al. (2010), avaliando a influência do sombreamento sobre o desenvolvimento de *Andropogon gayanus*, verificou que não houve diferença significativa entre os níveis de luminosidade de 62,5, 74,0, 82,4% e pleno sol, que obtiveram leituras de 551,5, 653,5, 730,5 e 882,7 lux, respectivamente, diferente do observado no presente trabalho, no qual o sombreamento de 80%, ou seja, nível de luminosidade de 20%, foi o que apresentou valores próximos de 500 lux, enquanto que o nível de 30% de sombreamento (70% de luminosidade) apresentou valores próximos de 15000 lux (Gráfico 1).

Schreiner (1987), estudando o efeito do sombreamento de 0, 25, 50 e 80%, em 4 gramíneas diferentes (*Brachiaria decumbens*, *Digitaria decumbens*, *Hemarthria altissima*, *Paspalum notatum*) obteve menores alturas quando as gramas foram submetidas ao sombreamento mais intenso, resultado também divergente do observado no presente trabalho.

Maciel et al. (2011), estudando a influência de 50% de sombreamento e pleno sol no crescimento de grama bermuda, apresentaram resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho, onde a grama apresentou maiores alturas quando submetida ao sombreamento.

Matta et al. (2009), avaliando o efeito do sombreamento em *Panicum maximum* cv. mombaça, mostraram que as maiores alturas foram apresentadas pelas parcelas submetidas ao sombreamento mais elevado, da mesma forma que o presente trabalho.

Martins et al. (2009), afirmam que a exposição a menor intensidade luminosa exige da planta maior eficiência da estrutura responsável pela realização da fotossíntese na captação e utilização da energia radiante, estimulando maior estiolamento da planta, corroborando com os resultados do presente experimento.

Diferentemente do que se objetiva com o cultivo de gramíneas forrageiras, o ganho em altura não é interessante para gramas utilizadas em paisagismo e gramados esportivos, pois aumenta a necessidade de cortes, consequentemente aumentando os custos na sua manutenção.

4.4 Massa fresca das aparas da grama

Na primeira avaliação da massa fresca da parte aérea, aos 30 dias do plantio (Tabela 4), o tratamento contendo apenas solo na composição do substrato (S1) e submetido ao pleno sol, apresentou menor acúmulo de massa fresca e quando o mesmo foi submetido aos níveis de 30 e 80% de sombreamento foi verificado o maior acúmulo de massa fresca. No substrato S2 não houve

diferença entre os níveis de sombreamento. O substrato S3 apresentou o menor ganho de massa fresca quando submetido ao sombreamento de 50%, que não diferiu estatisticamente do substrato S3, o maior ganho foi verificado no nível mais intenso de sombreamento (80%), não diferindo estatisticamente do pleno sol. O substrato S4 apresentou menor ganho de massa fresca quando submetido ao sombreamento de 80% e o maior ganho no sombreamento de 50%. E para o substrato S5 o menor ganho foi verificado no sombreamento de 80% e o maior ganho no pleno sol.

Analisando os substratos dentro de cada nível de sombreamento, aos 30 dias do plantio (Tabela 4), é possível observar que a pleno sol os substratos S3 e S5 apresentaram maior ganho de massa fresca, sendo que nos substratos S1 e S2 foram verificados os menores ganhos. A 30% de sombreamento, os maiores ganhos foram observados nos substratos S1 e S4, que não diferiram estatisticamente dos substratos S3 e S4, e o menor ganho foi verificado pelo substrato S2, que também não diferiu dos substratos S3 e S4. A 50% de sombreamento, o substrato S4 apresentou o maior ganho de massa fresca, não diferindo dos substratos S3 e S5, já o menor ganho foi observado no substrato S2, que não diferiu do substrato S1. A 80% de sombreamento os substratos S1 e S3 apresentaram maior ganho de massa fresca, e o menor ganho foi verificado nos demais substratos (S2, S4 e S5).

Apesar da maior disponibilidade nutricional estimulada pela presença da matéria orgânica, os maiores teores deste material presente nos substratos S4 e S5 pode ter prejudicado a drenagem, afetando negativamente o ganho de massa fresca da grama bermuda quando submetida ao nível mais intenso de sombreamento (Tabelas 1 e 4).

Aos 150 dias (Tabela 4), é possível observar que no substrato S1 não houve diferença entre os níveis de sombreamento, porém nos demais substratos houve diferença entre os níveis de sombreamento; nos substratos S2, S3, S4 e S5 o sombreamento de 30% apresentou o maior acúmulo de massa fresca, e o menor acúmulo para o substrato S2 foi verificado no pleno sol (0%); nos substratos S3 e S5 o menor acúmulo foi verificado no nível mais intenso de sombreamento (80%) e no substrato S4 isto foi apresentado nos dois níveis mais intensos de sombreamento (50 e 80%).

Ainda aos 150 dias, em relação aos substratos dentro de cada um dos níveis de sombreamento, no pleno sol (0%) os substratos S3 e S5 apresentaram o maior ganho de massa fresca e o menor ganho foi observado no substrato S2, a presença de matéria orgânica nos substratos S3 e S5 proporciona uma maior disponibilidade de nutrientes (Tabela 1), a característica

negativa da redução na drenagem ocasionada pela presença da matéria orgânica pode ter sido neutralizada pela maior exposição à luminosidade, aumentando a evapotranspiração, não prejudicando desta forma o ganho de massa da grama bermuda; no sombreamento de 30% o substrato S5 aparece novamente como o maior valor em massa fresca e o menor valor ocorre nos substratos S1 e S2, podendo ser ocasionado pela composição nutricional dos substratos S1 e S2 por apresentarem menores teores do que o substrato S5 (Tabela 1); no de 50% de sombreamento os substratos S1 e S4 apresentaram os maiores valores e o substrato S5 é o que apresentou o menor valor, novamente isso pode ter sido ocasionado pelo maior teor de matéria orgânica no substrato que prejudicou a drenagem no substrato S5 quando submetido a um nível mais intenso de sombreamento; e no de 80% o substrato S1 mostrou-se como o de maior acúmulo de massa fresca e os substratos S3, S4 e S5 os de menor acúmulo, isto também pode ser influência da presença de matéria orgânica nos substratos (Tabela 1), que aumenta a retenção de água e pode prejudicar a drenagem e assim o desenvolvimento da grama bermuda, como constatado por Mello et. al. (s. d.) e Gurgel (2003).

Aos 180 dias da implantação do experimento (Tabela 4), pode ser observado que os substratos S2, S3, S4 e S5 apresentaram diferença entre os níveis de sombreamento, sendo que para os substratos S2 e S4, os níveis intermediários de sombreamento (30 e 50%) apresentaram o maior ganho em massa fresca e a pleno sol e com 80% de sombreamento houve menor ganho; para o substrato S3 no sombreamento de 50%, houve maior acúmulo e o menor acúmulo foi observado no pleno sol e a 80% de sombreamento; para o substrato S5 o maior ganho ocorre no sombreamento de 30% e o menor ganho no sombreamento de 80%.

Nesta última avaliação, dentro dos níveis de sombreamento houve diferença entre os substratos. No pleno sol, o substrato S5 apresentou maior acúmulo de massa fresca, não diferindo do substrato S4, e os substratos S1, S2 e S3 apresentaram menor acúmulo, e também não diferiram do substrato S4, o maior teor de matéria orgânica no substrato S5, aumenta a disponibilidade de nutrientes, favorecendo o acúmulo de massa fresca (Tabela 1) e a presença de areia favorece a drenagem (Tabela 2). No nível de 30% de sombreamento, o maior valor foi observado no substrato S5 e o menor valor no substrato S1, que não diferiu do substrato S2, os menores teores de matéria orgânica nos substratos S1 e S2, reduzem a disponibilidade de nutrientes, podendo influenciar negativamente no ganho de massa fresca (Tabela 1). No nível de 50%, os substratos S3 e S5 apresentaram os maiores ganhos de massa fresca, porém não diferiram do substrato S4, já os

substratos S1 e S2 tiveram os menores valores, também não diferindo do substrato S4, os substratos S3 e S5 são os que apresentam maiores teores de matéria orgânica. No nível de 80%, o maior acúmulo foi verificado no substrato S1 que não diferiu do substrato S5, os substratos S2, S3 e S4 tiveram o menor acúmulo, também não diferindo do substrato S5, a redução abaixo de 5000 lux (Gráfico 1) associada ao menor teor de argila dos substratos pode ter prejudicado o desempenho dos substratos S2, S3 e S4.

No Gráfico 3a, com as curvas de regressão dos dados da primeira avaliação da massa fresca pode-se observar o comportamento linear nas curvas dos substratos S1, S2 e S5, e quadrático das curvas dos demais substratos, derivando-se as equações foi possível determinar que o ponto mínimo de acúmulo de massa fresca no substrato S3 foi verificado no sombreamento de 37,21%; e o ponto máximo foi observado no sombreamento de 38,30%, para o substrato S4, tendo este substrato comportamento diferente do apresentado por S3. Tanto S1 quanto S2 apresentaram aumento no acúmulo de massa fresca conforme se aumentava o nível de sombreamento, o substrato S5 apresentou comportamento inverso.

As curvas de regressão dos dados da segunda avaliação (Gráfico 3b), todos os substratos apresentaram comportamento quadrático. Derivando-se a equação, é possível verificar que o nível de sombreamento que apresenta o menor valor é de 41,05% para o substrato S1, o ponto máximo de sombreamento variou entre 11,03% (S3) e 42,84% (S2), tendo como média 23,77%.

Comparando-se a massa fresca com a altura aos 150 dias verifica-se que houve um aumento na altura conforme aumenta-se o nível de sombreamento, no entanto a massa fresca apresenta comportamento oposto, com redução no seu valor conforme se aumenta o nível de sombreamento (Gráficos 2b e 3b).

Pelo Gráfico 3c, que mostra as curvas de regressão dos substratos na terceira avaliação, vê-se o comportamento linear de S1 e quadrático das curvas S2, S3, S4 e S5, sendo observado o ponto máximo variando entre 33,29 e 38,02% de sombreamento (respectivamente os substratos S5 e S3).

Apenas o substrato S1 apresentou tendência semelhante a altura aos 180 dias, com aumento no seu valor conforme se aumenta o sombreamento, nos demais substratos a massa fresca não seguiu a mesma tendência da altura da grama bermuda (Gráficos 2c e 3c).

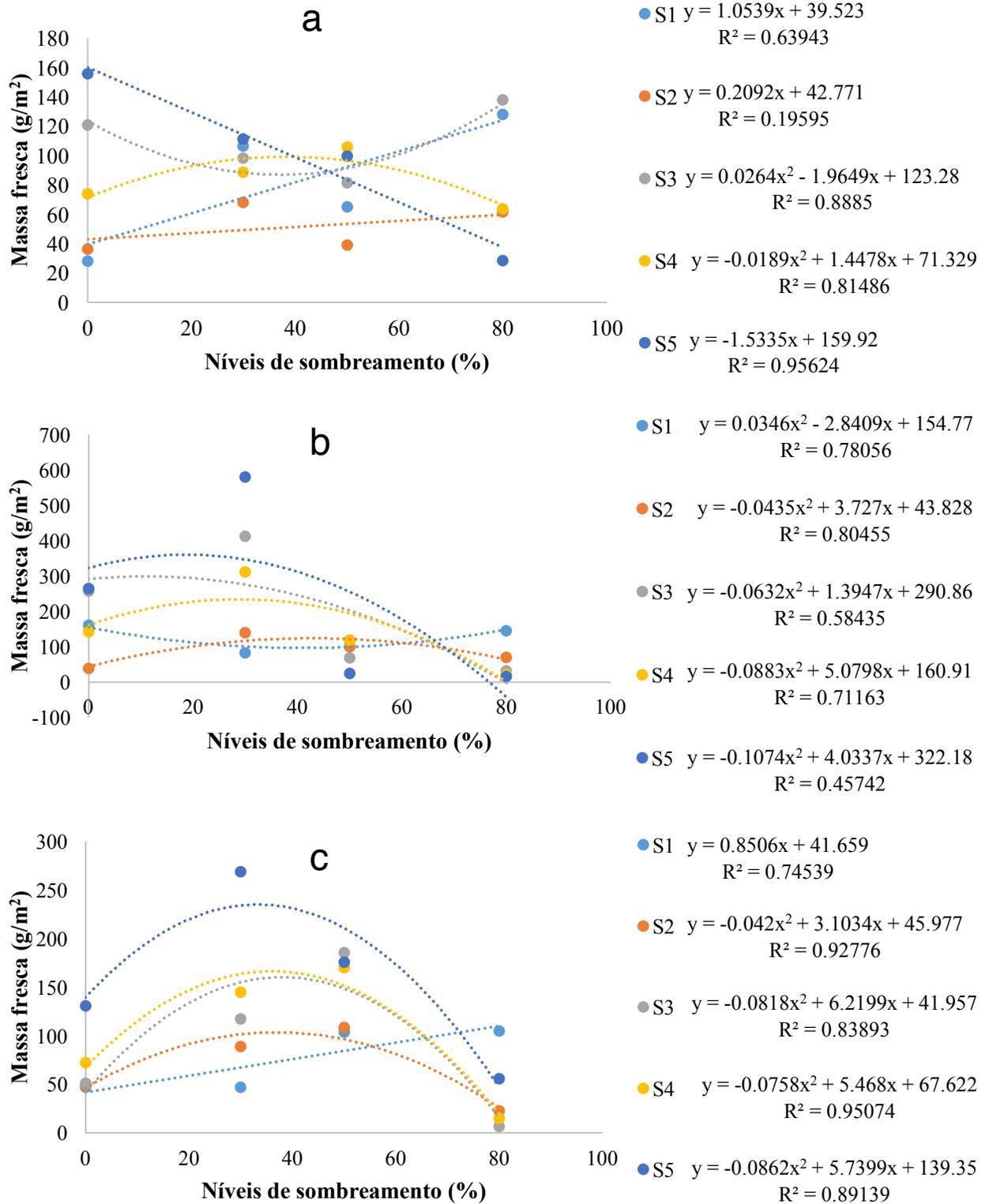
Tabela 4. Massa fresca média (g/m²) das aparas de grama bermuda submetida aos tratamentos de sombreamento e substratos. Ilha Solteira/SP (2016).

| Substr. | Sombreamento | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | 30 dias | | | | 150 dias | | | | 180 dias | | | |
| | 0 | 30 | 50 | 80 | 0 | 30 | 50 | 80 | 0 | 30 | 50 | 80 |
| S1 | 27,86 cC | 106,21 aA | 64,87 bBC | 127,78 aA | 159,50 aB | 81,73 aD | 118,10 aA | 144,07 aA | 46,87 aB | 47,05 aC | 103,83 aB | 104,98 aA |
| S2 | 36,29 aC | 68,02 aB | 38,90 aC | 61,35 aB | 38,18 bC | 139,08 aD | 98,82 abAB | 69,20 abAB | 49,07 bB | 88,95 aBC | 108,63 aB | 22,65 bB |
| S3 | 120,81 abA | 98,00 bcAB | 81,27 cAB | 137,80 aA | 257,05 bA | 411,05 aB | 67,24 cAB | 31,51 cB | 51,29 cB | 117,58 bB | 185,72 aA | 6,54 cB |
| S4 | 73,67 abB | 88,34 abAB | 105,75 aA | 63,60 bB | 141,71 bB | 310,62 aC | 117,39 bA | 21,41 cB | 72,27 bAB | 144,83 aB | 170,02 aAB | 15,08 bB |
| S5 | 155,72 aA | 110,97 bA | 99,35 bAB | 28,28cB | 264,14 bA | 578,72 aA | 23,21 cB | 15,62 cB | 130,62 bA | 268,88 aA | 175,98 bA | 55,70 cAB |
| CV | | | | 18,85 | | | | 23,84 | | | | 28,94 |

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de probabilidade de 5% no teste de Tukey. [S1 = Solo; S2 = Solo + areia (2:1); S3 = Solo + matéria orgânica (1:1); S4 = Solo + matéria orgânica + areia (2:1:1); e S5 = Matéria orgânica + areia (3:1)]

Fonte: Próprio autor.

Gráfico 3. Análise de regressão da massa fresca aos 30 (a), 150 (b) e 180 (c) dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

O sombreamento em grama bermuda, de acordo com Parco (2007), resulta em rápido crescimento com descoloração das folhas e baixa qualidade visual. Quando cultivada em condições de baixa intensidade luminosa (menos de 60% de pleno sol) a grama bermuda apresenta folhas estreitas e alongadas, com hastes finas e eretas, com desenvolvimento mais esparso, sendo este o provável motivo da redução no acúmulo de massa fresca no presente trabalho.

A matéria orgânica possui a característica de elevar a capacidade de retenção de umidade de um solo absorvendo, ela mesma, grande quantidade de água - de 4 a 6 vezes seu próprio peso (MELLO et al, s. d.), e segundo Gurgel (2003) a grama bermuda não apresenta bom desempenho em áreas com drenagem deficiente, este pode ser um dos motivos para o menor acúmulo de massa fresca no substrato S5, devido o seu maior teor de matéria orgânica (Tabela 1).

De acordo com Castro, Pereira e Paiva (2009), plantas submetidas à níveis de luminosidade menos intensos apresentam folhas mais compactas com volume reduzido, influenciando diretamente no valor da massa fresca.

Oliveira et al. (2013), avaliando o comportamento de *Andropogon gayanus* e *Panicum maximum* sob sombreamento, verificaram que a 50% o acúmulo de massa fresca foi menor do que no nível de 30%, como verificado no presente estudo (Gráfico 3a), e comparando a presença ou ausência de sombreamento foi possível observar nestas espécies que o sombreamento favoreceu o acúmulo de massa fresca, sendo diferente dos substratos S1, S2 e S3 e semelhante ao observado nos substratos S4 e S5 do presente trabalho (Gráfico 3a).

Segundo McCarty (2006), a sombra reduz os níveis de carboidratos em grama bermuda, produzindo uma planta fraca, sendo que os cortes necessários afetam a produção de carboidrato ao reduzir a superfície foliar fotossintética.

Gusmão et al. (2014), observaram que a gramínea *Urochloa brizantha* cv. MG4 possui tolerância ao sombreamento, não apresentando diferença significativa em diferentes níveis de sombreamento, diferente do verificado no presente trabalho.

De acordo com Castro, Pereira e Paiva (2009), o maior acúmulo de massa fresca nas folhas de pleno sol se deve ao aumento na espessura da folha, resultante do maior número de camadas de células paliçádicas; já em folhas sombreadas ocorre uma redução na espessura, devido a redução nas camadas dos tecidos parenquimáticos, mostrando que o sombreamento prejudica o ganho de massa fresca, como observado no presente estudo.

Barcelos, Castilho e Santos (2012), em estudo realizado com grama esmeralda (*Zoysia japonica*) a pleno sol, obtiveram maior ganho de massa fresca quando a grama foi conduzida sob os substratos compostos por solo + matéria orgânica + areia (2:1:1) e matéria orgânica + areia (3:1), assim como observado no presente trabalho, para pleno sol (Tabela 6).

Perini et al. (2011), avaliando o efeito do sombreamento no desenvolvimento de *Cymbopogon nardus* observaram em condição de sombreamento um menor ganho de massa fresca, porém maior desenvolvimento em altura, se assemelhando ao resultado verificado no presente trabalho.

4.5 Massa seca das aparas da grama

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios da massa seca da grama bermuda nas três avaliações.

Na primeira avaliação, realizada aos 30 dias após a implantação do experimento. Pode-se verificar que no substrato S1 o maior ganho foi apresentado pelos níveis de sombreamento de 30% e 80%, não diferindo do nível de 50%, e o pleno sol apresentou menor ganho de massa seca. No substrato S2, não houve diferença estatística entre os níveis de sombreamento. Para o substrato S3, o menor ganho de massa seca foi apresentado pelo sombreamento de 50%, os demais níveis não diferiram entre si. Diferentemente do substrato S3, o substrato S4 teve o maior acúmulo de massa seca aos 50% de sombreamento, e o menor acúmulo foi verificado no nível mais intenso de sombreamento 80%. O substrato S5 apresentou maior ganho de massa seca no pleno sol, e o menor ganho foi observado aos 80% de sombreamento.

Comparando-se os substratos dentro de cada nível de sombreamento, na primeira avaliação (Tabela 5) pode ser observado que no pleno sol os substratos S1 e S2 apresentaram menor ganho de massa seca, isso pode ter sido causado pela menor disponibilidade de nutrientes, devido a menor quantidade de matéria orgânica presente nestes substratos (Tabela 1). No nível de 30% de sombreamento, não houve diferença estatística entre os substratos. No sombreamento de 50%, o substrato S4 apresentou maior acúmulo de massa seca, porém não diferiu dos substratos S1 e S5, o menor acúmulo foi observado nos substratos S2 e S3, que também não diferiram dos substratos S1 e S5. No nível de 80%, o substrato S3 apresentou o maior ganho, não diferindo estatisticamente do substrato S1, e o menor ganho foi observado pelos substratos S2 e S5, que não

diferiram do substrato S4; o menor ganho observado nos substratos S4 e S5 pode ter sido influenciado pela presença de matéria orgânica (Tabela 1), que conforme exposto anteriormente pode prejudicar a drenagem do substrato, comprometendo o desenvolvimento da grama.

Aos 150 dias (Tabela 5), apenas os substratos S3, S4 e S5 possuem diferença entre os níveis de sombreamento, e nos três substratos o sombreamento de 30% apresentou o maior valor de massa seca, e o menor valor foi observado nos níveis mais intensos de sombreamento (50 e 80%). Analisando os substratos dentro de cada nível de sombreamento pode ser observado que no pleno sol os substratos S1, S3, S4 e S5 não apresentam diferença entre si. Ao nível de 30% de sombreamento o substrato S5 apresentou melhor ganho de massa seca comparado com os demais, e que o menor valor foi observado nos substratos S1 e S2. Nos demais níveis de sombreamento não foi verificado diferenças entre os substratos. Pode-se observar que em baixo nível de sombreamento a ausência de matéria orgânica nos substratos pode prejudicar o ganho de massa seca em grama bermuda, devido a baixa disponibilidade de nutrientes destes (Tabela 1).

A Tabela 5 ainda apresenta os dados da massa seca média na terceira avaliação, onde é possível verificar que nos substratos S3 e S4 houve influência do sombreamento no desenvolvimento. No substrato S3, os níveis intermediários de sombreamento (30% e 50%) apresentaram os maiores índices de massa seca, não diferindo estatisticamente entre si, e o sombreamento de 80% teve o pior desempenho neste quesito. Já para o substrato S4, o nível de sombreamento de 30% apresentou o maior acúmulo de massa seca e o nível mais intenso de sombreamento (80%) apresentou o menor ganho de massa seca.

Santos et al. (2014), avaliando o desempenho de grama esmeralda a pleno sol verificou que não houve diferença significativa entre os tratamentos de substrato, assim como observado nesta primeira avaliação do presente trabalho.

As curvas de regressão dos dados de massa seca aos 30 dias (Gráfico 4a) mostram o comportamento linear dos substratos S1 e S5, porém com tendências opostas, enquanto o substrato S1 apresenta um aumento no acúmulo de massa seca, com o aumento do nível de sombreamento, o substrato S5 apresenta uma redução; os substratos S2, S3 e S4 apresentam comportamento quadrático da mesma, derivando-se as equações das curvas observa-se que o ponto máximo de sombreamento para ganho de massa seca variou entre 28,66 e 42,72%, respectivamente os substratos S4 e S2, já o ponto mínimo de sombreamento foi observado no substrato S3, com valor de 43,36%.

Tabela 5. Massa seca média (g/m²) das aparas de grama bermuda submetida aos tratamentos de sombreamento e substratos. Ilha Solteira/SP (2016).

| Substr. | Sombreamento | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | 30 dias | | | | 150 dias | | | | 180 dias | | | |
| | 0 | 30 | 50 | 80 | 0 | 30 | 50 | 80 | 0 | 30 | 50 | 80 |
| S1 | 11,04 bB | 32,08 aA | 25,01 abAB | 35,58 aAB | 83,68 aA | 38,90 aC | 59,59 aA | 64,20 aA | 22,30 aB | 20,92 aC | 36,69 aB | 36,85 aA |
| S2 | 15,02 aB | 22,84 aA | 14,66 aB | 17,58 aC | 21,18 aB | 71,51 aC | 47,32 aA | 28,89 aA | 22,06 abB | 33,21 aC | 43,87 aAB | 8,66 bB |
| S3 | 41,91 aA | 31,30 aA | 14,96 bB | 39,57 aA | 131,98 bA | 198,53 aB | 32,69 cA | 15,33 cA | 23,58 bcB | 45,31 abBC | 60,16 aAB | 1,37 cB |
| S4 | 33,65 abA | 31,88 abA | 40,60 aA | 18,87 bBC | 95,10 bA | 168,30 aB | 48,22 bcA | 9,08cA | 31,87 bAB | 59,37 aB | 62,66 aA | 4,52 cB |
| S5 | 50,39 aA | 27,90 bcA | 29,34 bAB | 12,63 cC | 132,27 bA | 289,20 aA | 13,80 cA | 7,77 cA | 56,52 bA | 99,26 aA | 52,54 bAB | 20,31 cAB |
| CV | 27,12 | | | | 31,73 | | | | 29,63 | | | |

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de probabilidade de 5% no teste de Tukey. [S1 = Solo; S2 = Solo + areia (2:1); S3 = Solo + matéria orgânica (1:1); S4 = Solo + matéria orgânica + areia (2:1:1); e S5 = Matéria orgânica + areia (3:1)]

Fonte: Próprio autor.

Aos 30 dias, a tendência da curva de massa seca foi semelhante à tendência da curva de massa fresca (Gráficos 3a e 4a).

No Gráfico 4b, aos 150 dias do plantio da grama, os substratos apresentaram comportamento quadrático, com tendência em todos os substratos ao menor acúmulo de massa seca nos níveis mais intensos de sombreamento. O ponto máximo variou entre 6,74 e 40,46% de sombreamento, respectivamente os substratos S3 e S2, tendo como valor médio 20,43%; o substrato S1 teve o valor mínimo no sombreamento de 45,01%.

Aos 150 dias, a massa seca (Gráfico 4b) apresentou comportamento semelhante ao observado na massa fresca (Gráficos 3b), porém quando comparado à altura (Gráfico 2b) pode-se verificar as diferenças, pois não houve diferença entre os substratos na variável altura, e com o aumento no nível de sombreamento, houve também um aumento na altura, já em relação a massa seca esse comportamento foi o inverso, ou seja, com o aumento do sombreamento ocorreu uma redução no valor da massa seca.

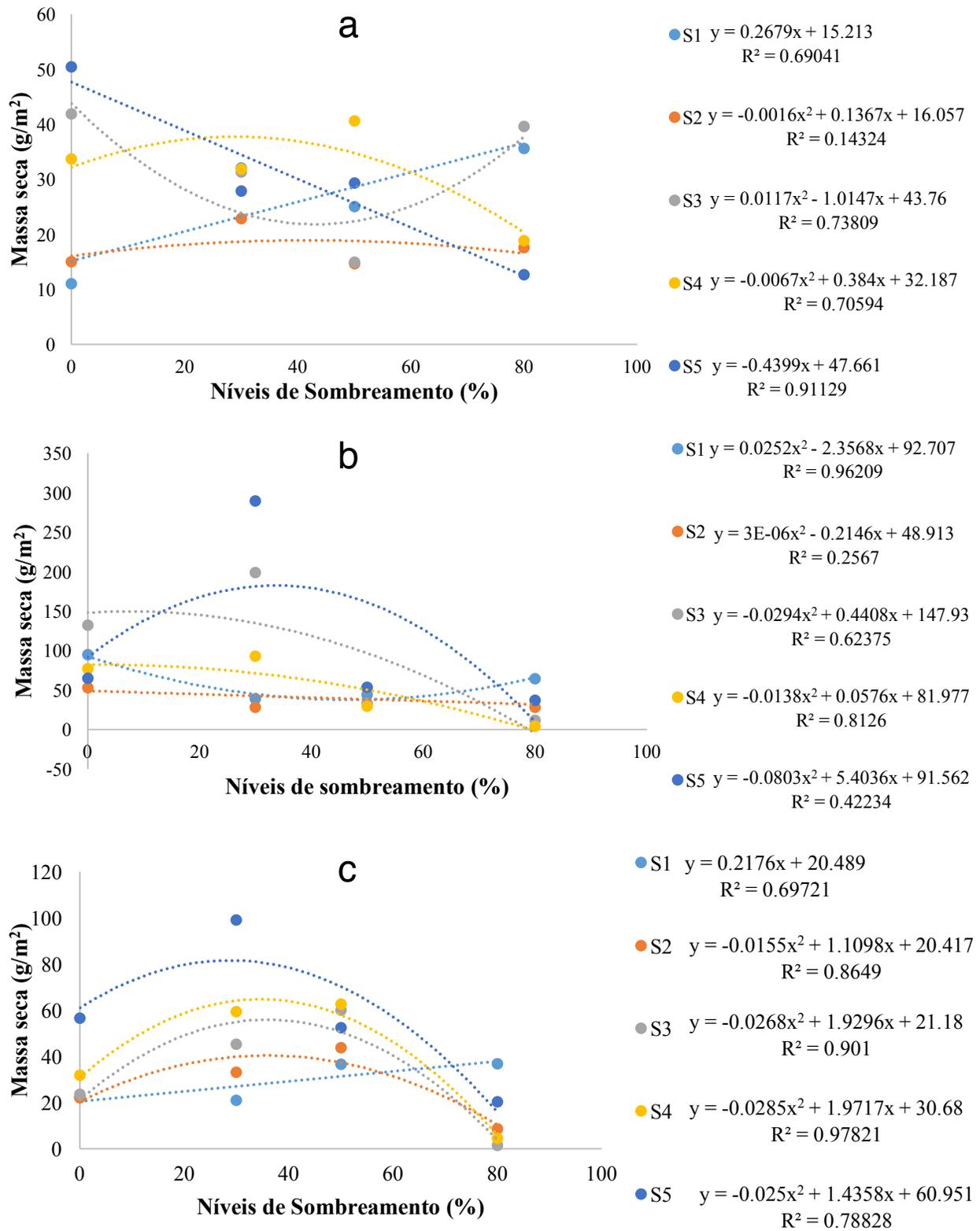
A curva de regressão da massa seca aos 180 dias é apresentada no Gráfico 4c, e nela pode ser observado o comportamento quadrático da curva, onde o ponto máximo da massa seca é verificado no nível de sombreamento de 34,87%.

Comparando a massa seca à massa fresca aos 180 dias (Gráfico 4c) pode-se verificar comportamento semelhante entre estas variáveis, com os pontos máximos de sombreamento próximos (Gráficos 3). Analisando a altura (Gráfico 2c), observa-se que houve um aumento no valor desta variável conforme se aumentava o sombreamento, diferente do que é mostrado pela massa seca, que apresentou um aumento até o nível de 34,87% de sombreamento, seguido de redução.

Ferreira et al. (2010), avaliando o desenvolvimento do capim tanzânia em condições de sombreamento, verificaram aos 60 dias, o maior acúmulo de massa seca da gramínea em condições de maior luminosidade, diferindo do presente resultado.

Matta et al. (2009), os quais avaliaram o efeito do sombreamento no desenvolvimento inicial de *Panicum maximum* cv. Mombaça e verificaram o menor ganho em massa seca da parcela submetida ao menor sombreamento, diferenciando do observado no presente trabalho.

Gráfico 4. Análise de regressão da massa seca aos 30 (a), 150 (b) e 180 (c) dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Durr e Rangel (2000), estudando a influência do sombreamento e solos no desenvolvimento de *Panicum maximum* verificaram um maior acúmulo de massa seca no sombreamento mais intenso com solo contendo maior quantidade de matéria orgânica, sendo diferente ao observado na avaliação.

Resultado também semelhante ao observado por Aldahir (2015), que avaliou o efeito do sombreamento no desenvolvimento de grama bermuda, apresentando redução no acúmulo de massa seca com o aumento na intensidade de sombreamento.

Salles et al. (2014) avaliando o efeito do sombreamento devido o espaçamento entre árvores no sistema silvipastoril em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, verificaram que, com o aumento no espaçamento e conseqüente redução no sombreamento, houve um maior acúmulo de massa seca da parte aérea da gramínea, sendo semelhante ao presente trabalho, salvo no substrato S1. Este comportamento foi semelhante também ao encontrado por Melotto (2014) que trabalhou com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *Urochloa brizantha* cv. BRS PIATÃ e *Panicum maximum* cv. Massai, que observou uma redução no rendimento total de massa seca conforme houve um aumento na densidade arbórea do sistema silvipastoril.

4.6 Teor de clorofila nas aparas de grama

4.6.1 Clorofila *a*

O teor médio de clorofila *a* da grama bermuda aos 30 e 180 dias é apresentado na Tabela 6. Aos 30 dias do plantio é possível observar que o substrato S1 teve o maior valor quando submetido ao pleno sol e ao nível de 50% de sombreamento, nos demais substratos o maior valor é observado em pleno sol; em todos os substratos o menor valor para teor de clorofila *a* ocorre no maior nível de sombreamento (80%). Analisando os níveis de luminosidade apenas o pleno sol e 80% apresentam diferença entre os substratos, no pleno sol os substratos S3 e S5 possuem os maiores teores de clorofila *a* e a 80% de sombreamento, o substrato S4 apresentou o maior valor, em ambos os tratamentos de sombreamento o menor valor foi apresentado pelo substrato S1. Os maiores teores de Mg (Tabela 1) proporcionado pela adição de matéria orgânica nos substratos S3,

S4 e S5 pode ter favorecido o aumento do teor de clorofila *a*, sendo este elemento um dos constituintes deste pigmento (STREIT et al., 2005).

Na avaliação final, o substrato S1, nos níveis de sombreamento de 30 e 80% apresentaram os maiores teores de clorofila *a*, e o menor valor foi observado no pleno sol; nos substratos S2 e S3 o maior teor foi verificado no sombreamento de 80%, e o menor valor no pleno sol; nos demais substratos não apresentaram diferença (Tabela 6).

O Gráfico 5a mostra as curvas de regressão do teor de clorofila *a* na primeira avaliação, e pode ser observado o comportamento quadrático, nas quais o nível de sombreamento no qual se observou os menores valores do teor de clorofila *a* variou entre 47,04 e 94,10%, respectivamente os substratos S4 e S1, com valor médio de 58,56% de sombreamento, havendo uma redução do teor de clorofila *a* conforme se aumenta o sombreamento.

O Gráfico 5b mostra a curva de regressão dos teores de clorofila *a* aos 180 dias da implantação do experimento. Observa-se o comportamento quadrático na curva com tendência ao aumento do teor de clorofila *a* conforme se aumenta o nível de sombreamento, derivando-se a equação da curva foi obtido o valor máximo de sombreamento, que é de 85,55%.

Aos 180 dias, a tendência do teor de clorofila *a* foi diferente do observado aos 30 dias, sendo que na primeira avaliação houve redução do teor conforme se aumentava o sombreamento e na última avaliação houve um aumento do teor na mesma condição (Gráficos 5a e 5b).

Baruch e Guenni (2007) verificaram que houve um aumento na concentração de clorofila *a* em níveis moderados de sombreamento (40%) em *Brachiaria brizantha* e *B. decumbens*, comportamento diferente do observado no presente trabalho.

Páez, González e Pereira (1994), verificaram diferença significativa entre a presença e ausência de sombreamento, com maior concentração de clorofila *a* quando a gramínea *Panicum maximum* foi submetida ao sombreamento, resultado também diferente do observado na avaliação do presente trabalho.

A maior concentração de clorofila *a* nos tratamentos com maior sombreamento foi observado também por Oliveira et al. (2013) em duas espécies de gramíneas (*Andropogon gayanus* cv. ‘planaltina’ e *Panicum maximum* cv. ‘tanzânia’), justificando este fato como sendo uma resposta da planta para um melhor aproveitamento da luz em ambientes sombreados.

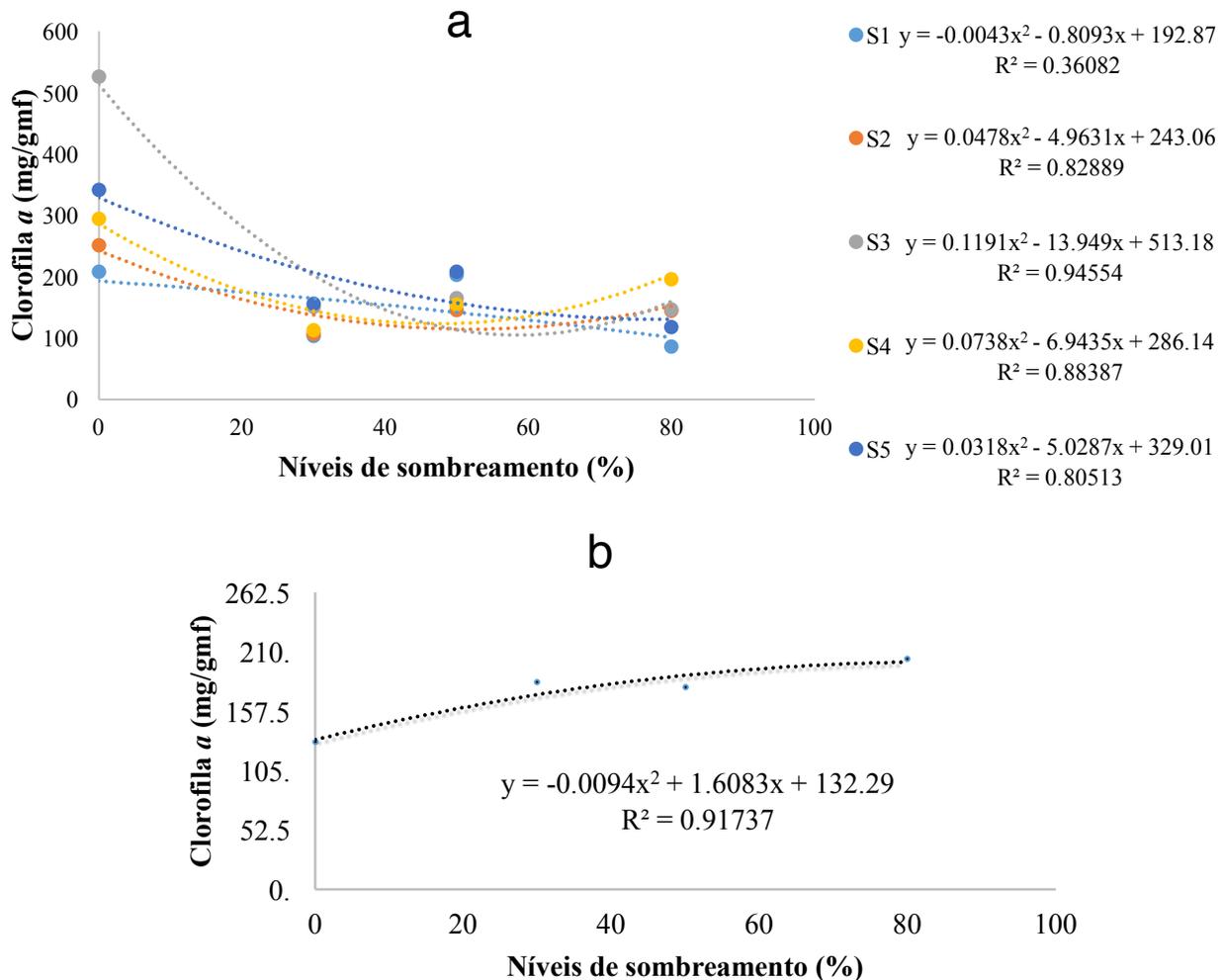
Tabela 6. Teor médio de clorofila *a* (mg/gmf) da grama bermuda submetida aos tratamentos de sombreamento e substratos. Ilha Solteira/SP (2016).

| Substr. | Sombreamento | | | | | | | |
|-----------|--------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|----------|
| | 30 dias | | | | 180 dias | | | |
| | 0 | 30 | 50 | 80 | 0 | 30 | 50 | 80 |
| S1 | 208,26 aC | 103,21 bA | 203,28 aA | 85,42 bB | 111,78 b | 203,59 a | 160,48 ab | 191,96 a |
| S2 | 250,67 aBC | 103,76 bA | 144,91 bA | 144,48 bAB | 114,67 b | 180,13 ab | 135,22 ab | 212,45 a |
| S3 | 526,09 aA | 150,28 bA | 165,14 bA | 146,70 bAB | 134,22 b | 180,19 ab | 180, 53 ab | 234,63 a |
| S4 | 293,98 aBC | 112,93 bA | 154,96 bA | 195,46 bA | 139,75 a | 175,41 a | 198,91 a | 191,32 a |
| S5 | 341,89 aB | 155,24 bA | 208,53 bA | 117,22 bAB | 147,68 a | 174,66 a | 217,65 a | 187,62 a |
| CV | 23,23 | | | | 20,97 | | | |

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de probabilidade de 5% no teste de Tukey. [S1 = Solo; S2 = Solo + areia (2:1); S3 = Solo + matéria orgânica (1:1); S4 = Solo + matéria orgânica + areia (2:1:1); e S5 = Matéria orgânica + areia (3:1)]

Fonte: Próprio autor.

Gráfico 5. Análise de regressão das avaliações inicial e final do teor de clorofila *a*. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

4.6.2 Teor de clorofila *b*

O teor médio de clorofila *b* em cada um dos tratamentos é apresentado na Tabela 7; aos 30 dias o substrato S1 teve o maior teor quando submetido ao sombreamento de 30% e o menor valor no sombreamento de 80%; o maior valor foi observado quando se submeteu ao pleno sol, para os substratos S2, S3 e S5; no substrato S2 o menor teor ocorreu no sombreamento de 50%, nos substratos S3 e S5 a presença de sombreamento foi responsável pelo menor valor; o substrato S4 não mostrou diferença entre os níveis de sombreamento. Com relação aos níveis de sombreamento, apenas o pleno sol e 30% de sombreamento apresentaram diferença entre os

substratos, sendo que no pleno sol o substrato S3 apresentou o maior valor e os substratos S1, S2 e S4 foram os que apresentaram menores valores, não diferindo entre si; já no nível de 30% de sombreamento, o substrato S1 apresentou o maior valor do teor de clorofila *b*, e os substratos S2 e S4 os menores valores para esta variável.

Na primeira avaliação do teor de clorofila *b* (Tabela 7), os substratos S3 e S5 apresentaram maior teor desta no pleno sol. No nível de 30% de sombreamento, o substrato S1 (Tabela 1), apesar de possuir menor teor de Mg na sua composição, mostrou o maior teor de clorofila *b*, não diferindo, porém, dos substratos S3 e S5 (maiores teores de Mg).

Assim como ocorreu com a clorofila *a*, o teor de clorofila *b* também pode ter sido influenciado pelo acréscimo de nutrientes devido a realização da adubação.

Na segunda avaliação, o teor médio de clorofila *b* no substrato S2 foi maior no maior nível de sombreamento (80%) e menor no pleno sol, como pode ser observado na Tabela 7; nos demais substratos não houve diferença entre os níveis de sombreamento.

Gráfico 6a são apresentadas as curvas de regressão de cada tratamento, todas as curvas possuem comportamento quadrático, sendo que apenas o substrato S1 apresenta curva positiva, derivando sua equação foi possível encontrar o ponto máximo do sombreamento igual a 20,36%, o ponto mínimo do sombreamento variou entre 42,65 e 80,54%, substratos S4 e S5, respectivamente, com valor médio de 50,18%.

Quando é feita a comparação entre o comportamento das variáveis, o teor de clorofila *b*, assim como observado para a clorofila *a*, apresenta decréscimo conforme há um aumento no nível de sombreamento; para a massa fresca, apenas o substrato S5 mostrou comportamento semelhante à ambos teores de clorofila; e para massa seca, os substratos S4 e S5 tiveram comportamento semelhante à estas variáveis (Gráficos 5a e 6a).

As curvas de regressão (Gráfico 6b) mostram o comportamento linear dos substratos S3 e S4 e nos demais substratos comportamento quadrático; e em todos os substratos houve a tendência a maiores teores de clorofila *b* nos níveis mais intensos de sombreamento. Derivando as equações foi possível encontrar o ponto mínimo e máximo de algumas curvas, o ponto mínimo do sombreamento apresentado pelo substrato S1 foi de 32,38%, e o ponto máximo do sombreamento nos substratos S2 e S5 foi, respectivamente, de 95,75% e 64,06%.

O teor de clorofila *a* no final do experimento teve comportamento semelhante ao comportamento do teor de clorofila *b*, ou seja, conforme se aumentava o nível de sombreamento,

aumentava também o teor de clorofila, tanto *a* quanto *b* (Gráficos 5b e 6b).

O resultado difere do encontrado por Pinto et al. (2007), avaliando a espécie eudicotiledônea *Aloysia gratissima* (erva santa), os quais verificaram diferença significativa entre os níveis de sombreamento, sendo que as maiores concentrações de clorofila *b* foram observadas em níveis mais intensos de sombreamento. Plantas pertencentes ao grupo das eudicotiledôneas, apresentam diferenças estruturais e nos ciclos metabólicos (C3) e conseqüentemente na sua adaptação ao sombreamento, sendo mais aptas a esta condição ambiental (SANTOS et. al., 2015), sendo a grama bermuda uma espécie pertencente ao grupo de plantas C4, esta tende a ter comportamento diferente das eudicotiledôneas.

O comportamento de redução no teor de clorofila *b* com o aumento do sombreamento foi observado na espécie eudicotiledônea *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), por Rego e Possamai (2011).

Comportamento semelhante ao encontrado em eudicotiledôneas, como foi observado por Engel e Poggiani (1991) em mudas de espécies nativas (*Amburana cearensis*, *Zeyhera tuberculosa*, *Tabebuia avellaneda* e *Erythrina speciosa*).

O aumento nos teores de clorofila *b* nos níveis mais intensos de sombreamento ocorre, pois a clorofila *b* é um pigmento acessório, atuando de forma a aumentar o espectro de absorção que a clorofila *a* pode captar (CASTRO, PEREIRA e PAIVA, 2009).

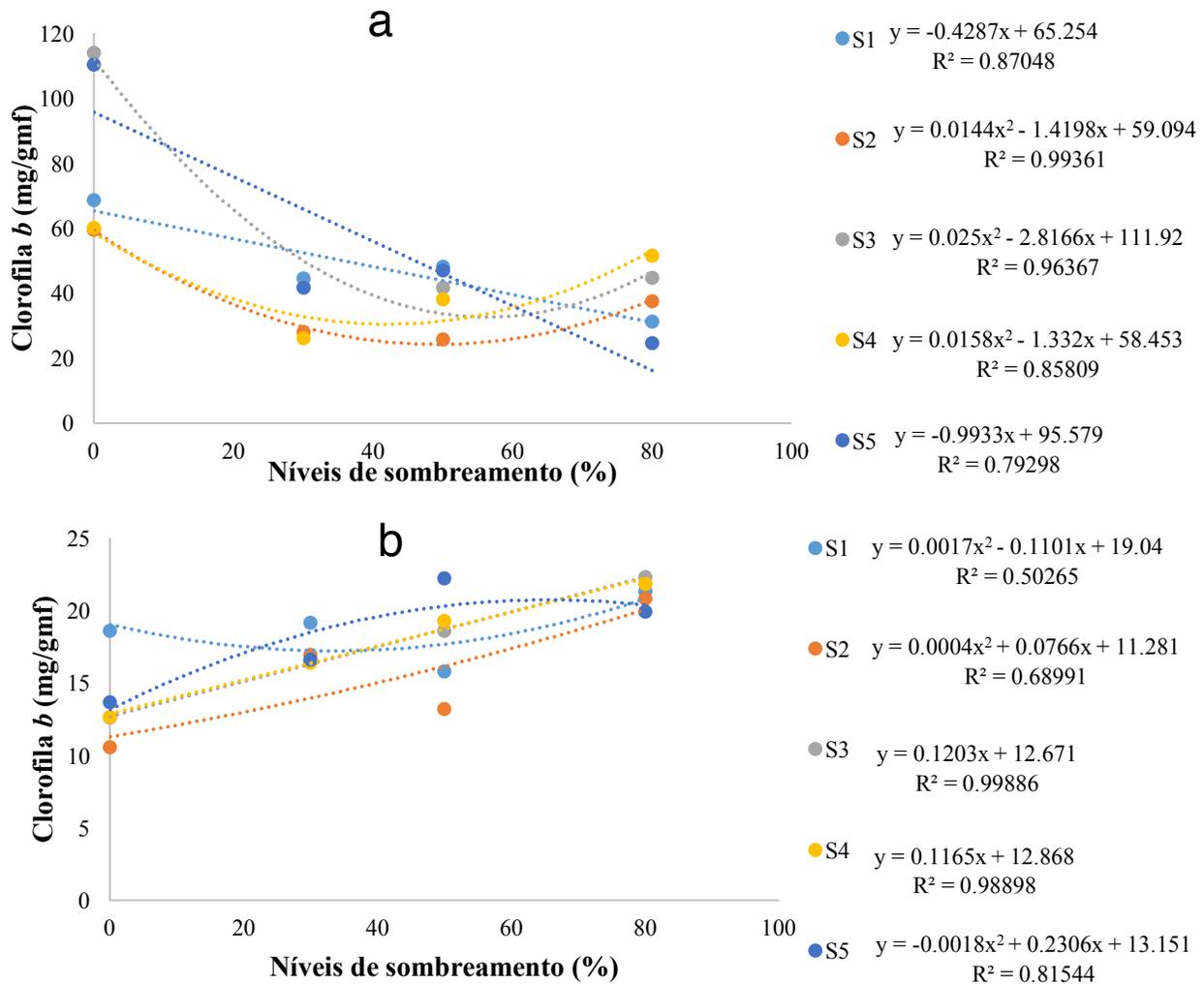
Tabela 7. Teor médio de clorofila *b* (mg/gmf) da grama bermuda submetida aos tratamentos de sombreamento e substratos. Ilha Solteira/SP (2016).

| Substr. | Sombreamento | | | | | | | |
|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|
| | 30 dias | | | | 180 dias | | | |
| | 0 | 30 | 50 | 80 | 0 | 30 | 50 | 80 |
| S1 | 59,75 abB | 66,19 aA | 53,43 abA | 31,21 bA | 18,56 a | 19,13 a | 15,76 a | 21,28 a |
| S2 | 59,46 aB | 30,77 abB | 25,66 bA | 37,55 abA | 10,54 b | 16,90 ab | 13,19 ab | 20,79 a |
| S3 | 109,00 aA | 41,87 bAB | 41,68 bA | 44,63 bA | 12,58 a | 16,48 a | 18,59 a | 22,28 a |
| S4 | 60,13 aB | 28,99 aB | 38,11 aA | 51,44 aA | 12,64 a | 16,38 a | 19,27 a | 21,82 a |
| S5 | 93,33 aAB | 41,59 bAB | 46,88 bA | 24,60 bA | 13,63 a | 16,57 a | 22,21 a | 19,88 a |
| CV | | 30,16 | | | | 26,01 | | |

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de probabilidade de 5% no teste de Tukey. [S1 = Solo; S2 = Solo + areia (2:1); S3 = Solo + matéria orgânica (1:1); S4 = Solo + matéria orgânica + areia (2:1:1); e S5 = Matéria orgânica + areia (3:1)]

Fonte: Próprio autor.

Gráfico 6. Análise de regressão das avaliações inicial e final do teor de clorofila *b*. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

4.7. Análise visual do sistema radicular da grama.

As Figuras 8, 9, 10 e 11 mostram a baixa taxa de enraizamento de alguns dos tratamentos aos 60 dias da implantação do experimento.

Na Figura 8, é possível observar menor quantidade de raízes, além de apresentar menor calibre.

Figura 8. Substrato S2, submetido ao sombreamento 0% aos 60 dias após o plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Na Figura 9, as raízes ainda apresentam número reduzido, porém com calibre maior do que as observadas no substrato S2, provavelmente devido a composição do substrato ter influenciado neste fato, sendo que o substrato S3 apresenta maior teor de matéria orgânica (Tabela 1).

Figura 9. Substrato S3, submetido ao sombreamento 30% aos 60 dias após o plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Na Figura 10, é verificado maior quantidade de raízes com maior calibre, sendo este outro substrato que contém maior teor de matéria orgânica quando comparado ao substrato S2 (Tabela 1).

Figura 10. Substrato S4, submetido ao sombreamento 50% aos 60 dias após o plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

A Figura 11 mostra uma quantidade intermediária de raízes tendo calibre médio quando comparado com as Figuras 8 e 10, mesmo contendo matéria orgânica na sua composição (Tabela 5), este tratamento foi submetido ao sombreamento de 80%, o que pode ter prejudicado o pleno desenvolvimento do sistema radicular devido a redução na drenagem, como constatado por Mello et. al. (s. d.) e Gurgel (2003).

Figura 11. Substrato S5, submetido ao sombreamento 80% aos 60 dias após o plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Após o encerramento do experimento, as parcelas foram retiradas dos contêineres e então foi possível verificar um menor desenvolvimento do sistema radicular nas submetidas ao sombreamento mais intenso quando comparadas a submetida ao pleno sol, como pode ser observado nas Figuras 12 a 17. A presença de numerosas radículas brancas ao longo das raízes pode ser um indicativo da ocorrência de condições favoráveis para o desenvolvimento radicular, logo a ausência desta característica no sistema radicular pode indicar condições desfavoráveis para o seu desenvolvimento (JIMÉNEZ, 2008).

Além disso, comparando as Figuras aos 60 dias (Figuras 8 a 11) e aos 180 dias (Figuras 12 a 15) foi possível observar que com a maior disponibilidade de nutrientes, devido a adubação realizada aos 60 dias de implantação do experimento, houve um aumento do sistema radicular na maioria dos tratamentos, exceto aqueles submetidos ao maior sombreamento (80%).

Este efeito foi descrito por Martínez e Dias Filho (2013), que demonstraram que a redução na luminosidade promove um maior desenvolvimento da biomassa na parte aérea em detrimento do sistema radicular de algumas plantas, o que as torna mais vulneráveis a situações de estresse.

Figura 12. Sistema radicular dos substratos S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente da esquerda para a direita, sob sombreamento de 0% aos 180 dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Figura 13. Sistema radicular dos substratos S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente da esquerda para a direita, sob sombreamento de 30% aos 180 dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Figura 14. Sistema radicular dos substratos S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente da esquerda para a direita, sob sombreamento de 50% aos 180 dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

Figura 15. Sistema radicular dos substratos S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente da esquerda para a direita, sob sombreamento de 80% aos 180 dias do plantio da grama. Ilha Solteira/SP (2016).



Fonte: Próprio autor.

5. CONCLUSÃO

O sombreamento interferiu no pleno desempenho da grama bermuda, sendo que esta tolera sombreamento intermediário (30% e 50%). Em casos de sombreamento intenso (80%) pode ser necessária a suplementação artificial da luminosidade.

A intensificação do sombreamento estimulou o estiolamento das folhas de grama, o que levou a maior necessidade de cortes, aumentando assim os custos de manutenção do gramado. Além disso, reduziu a produção de massa fresca e seca, o que vem afetar a estética de gramados ornamentais e a jogabilidade em gramados esportivos.

Após 180 dias do plantio da grama, foram observados maiores teores de clorofila conforme ocorreu o aumento do sombreamento.

Apesar da maior disponibilidade de nutrientes nos substratos que continha matéria orgânica em sua composição, a sua presença prejudicou a drenagem, afetando o pleno desenvolvimento da grama, principalmente quando a mesma foi submetida aos níveis mais intensos de sombreamento.

REFERÊNCIAS

- ALDAHIR, P. C. F. **Utilization of ‘TifGrand’ bermudagrass for sports turf: wear tolerance, shade response, and quality improvement.** 2015. Tese (Doutorado em Filosofia) - Graduate Faculty of Auburn University, Auburn, 2015.
- ALI HARIVANDI, M. **Turfgrass traffic and compaction: problems and solutions.** Berkeley: University of California, Agriculture and Natural Resources, 2002. 6 p. Disponível em: <<http://ucanr.org/freepubs/docs/8080.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2012.
- ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 62 - 68, 2005.
- ANTONIOLLI, D. Produção, regularização e conquistas do mercado de gramas cultivadas no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA-, 7., 2015, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2015. p. 9 - 22.
- ASSUNÇÃO, H. F. **Modelo paramétrico para estimativa da radiação solar ultravioleta.** 2003. 147 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- AZEREDO NETO, P. A. **Gramados esportivos: informativo verde - Itograss.** [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: <<http://www.itograss.com.br/informativoverde/infoverde.htm>>. Acesso em 03 de fevereiro de 2013.
- BARCELOS, J. P. Q.; CASTILHO, R. M. M.; SANTOS, P. L. F. Influência de diferentes substratos no teor de clorofila e massa fresca e massa seca em grama esmeralda. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 24., 2012, Ilha Solteira. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2012. p. 1 - 1.
- BARUCH, Z.; GUENNI, O. Irradiance and defoliation effects in three species of the forage grass *Brachiaria*. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 41, n. 4, p. 269 - 276, 2007.
- BASTOS, A. R. R.; CARVALHO, J. G. **Manejo do solo e adubação para plantas ornamentais.** Lavras: UFLA, 2002. 147 p.
- BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Manejo do nitrogênio em cobertura do feijoeiro de inverno no sistema plantio direto. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 1, n. 1, p. 58 - 64, 2014.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Natureza e propriedade dos solos.** 7. ed. Rio de Janeiro: [s. n.], 1989.
- BROSNAN, J. T.; DEPUTY, J. **Bermudagrass: turf management.** [S. l.: s. n.], 2008. Disponível em: <http://turfgrass.ctahr.hawaii.edu/downloads/Bermudagrass_NEW2.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2013.

CAMPANELLI, M. V. J. Principais máquinas e implementos usados na manutenção de gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 1., 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2003. p. 1 – 16.

CANAL RURAL. **Mercado de grama cresce 60% nos últimos dez anos, segundo a Associação Nacional Grama Legal.** [S. l.: s. n.] 2013. Disponível em <<http://videos.ruralbr.com.br/canalrural/video/rural-noticias/2013/01/mercado-grama-cresce-nos-ultimos-dez-anos-segundo-associaco-nacional-grama-legal/10546/>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

CARRIBEIRO, L. S. **Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama esmeralda.** 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal:** estrutura e função de órgãos vegetativos. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.

COAN, R. M. **Efeito do sombreamento no desenvolvimento de grama-santo-agostinho [*Stenotaphrum scundatum* (Walter) Kuntze] e grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.).** 2005. 35 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

COAN, R. M. **Crescimento de grama-esmeralda em diferentes exposições e declividades.** 2008. 96f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

COMITÊ ORGANIZADOR BRASILEIRO COPA 2014. 2009. **Recomendação técnica para gramados em estádios e CTs.** Disponível em: <http://infograma.com.br/textos/RECOMENDACAO_TECNICA_PARA_GRAMADOS_EM_ESTADIOS_e_CTs_LOC_2014%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2013.

CORSINI, C. A.; ZANÓBIA, D. Conservação de áreas com cobertura vegetal e limpeza em rodovias. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 1., 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2003. p. 1 – 9.

DAI, X.; VIETOR, D. M.; HONS, F. M.; PROVIN, T. L.; WHITE, R. H.; BOUTTON, T. W.; MUNSTER, C. L. Effect of composted biosolids on soil organic carbon storage during establishment of transplanted sod. **HortScience**, Alexandria, v. 44, n. 2, p. 503 - 507, 2009.

DEMÉTRIO, V. A. ; CHADDAD, J. ; LIMA, A. M. L. P.; CHADDAD JÚNIOR, J. **Composição paisagística em parques e jardins.** Piracicaba: FEALQ, 2000. v. 8. 103 p.

DEON, P. R. C. Lucratividade na gramicultura: uma visão através da gestão de custos. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 4., 2008, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2008. p. 108 – 121.

DUBLE, R. L. **Water management on turfgrasses**. [S. l.: s. n.], 2006. Disponível em: <<http://plantanswers.tamu.edu/turf/publications/water.html>>. Acesso em: 24 jan. 2013.

DURR, P.A.; RANGEL, J. The response of *Panicum maximum* to a simulated subcanopy environment. I. Soil x shade interaction. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 34, p.110-117, 2000

ELSNER, J. E. International turfgrass genetic certification. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 5., 2010, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2010. p. 54 – 66.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estuda da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 39 - 45, 1991.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ" - ESALQ. Departamento de Ciências Exatas. **Valores do fotoperíodo**: piracicaba. Piracicaba, [2014]. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/fotoperiodo.html>>. Acesso em: 29 nov. 2014.

FARIAS, W. C.; OLIVEIRA, L. L. P.; OLIVEIRA, T. A.; DANTAS, L. L. G. R.; SILVA, T. A. G. Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 8, p. 01 - 06, 2012.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F. BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 27, p. 209-214, 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, D. J.; ZANINE, A. M.; SOUTO, S. M.; DIAS, P. F. Capim tanzânia (*Panicum maximum*) sob sombreamento e manejo de corte. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 59, n. 225, 2010.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapetes da grama Sto. Agostinho e Esmeralda**. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: SIGRA – Simpósio Sobre Gramados 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2003. p. 1 – 48.

GODOY, L. J. G. de; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C. Produção de tapetes de grama Santo Agostinho submetida a doses de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1703-1716, set./out. 2012.

GONÇALES, P. C. M. **Condicionador de solos para gramados esportivos**. [S. l.: s. n.] 2012. Disponível em: <<http://www.allcropsp.com.br/artigos.asp?idartigo=6>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

GONÇALVES, J.L. M; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2002.

GURGEL, R. G. A. Principais espécies e variedades de grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 1., 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2003. p. 1 - 23.

GURGEL, R. A. **Avaliação de três cultivares de bermuda e ‘meyer’ zoysiagrass mantidas em sombreamento contínuo**. [S. l.: s. n.] 2012. Disponível em: <<http://infograma.com.br/Shade.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

GUSMÃO, J. O.; SALES, E. C. J.; RIGUEIRA, J. P. S.; SILVEIRA, H. V. L.; BORGES, J. G. S.; GOMES, V. M.; MARTINS, V. Produção e perfilhamento do capim MG4 (*Brachiaria brizantha* cv. MG4) em sombreamento artificial. In: FÓRUM ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E GESTÃO, 8., 2014, Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: FEPEG, 2014. p. 1 – 3. Disponível em: <http://www.fepeg.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo_pdf_anais/perfilhamento_mg4.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário 2006**. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2013.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, p. 1493-1500, 2000.

JIMÉNEZ, R. J. M. **Céspedes ornamentales y deportivos**. [S. l.]: Junta de Andalucía, 2008. 527 p.

KÄMPF, A.N. **Análise física de substratos para plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2001. (Boletim Informativo). v. 26.

KOJOROSKI-SILVA, C. M.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; CARNEIRO, C. M.; GUARIENTI, M. Desenvolvimento morfológico das gramas esmeralda, são carlos e tifton 419. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p 471 - 477, 2011.

LAURETTI, R.L. Implantação de gramados por sementes In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., Botucatu, 2003. **Anais...** Botucatu, FCA/UNESP, 2003.

- LINDER, S. A proposal for the use of standardized methods for chlorophyll determinations in ecological and ecophysiological investigations. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, 32, p. 154-56, 1974.
- MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; RAIMONDI, M. A.; RODRIGUES, M.; RIBEIRO, R. B.; COSTA, R. S.; MAIO, R. M. D. Desenvolvimento de gramados submetidos à aplicação de retardadores de crescimento em diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 383 - 395, 2011.
- MARTÍNEZ, G. B.; DIAS FILHO, M. B. Respostas morfofisiológicas de gramíneas de várzea sob inundação e sombreamento. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012, Belém. **Anais...** Belém, PA: UFPA, 2012.. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103456/1/6706.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2015.
- MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; SILVA, A. P. O.; OLIVEIRA, C.; ALVES, E. Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39. n. 1. p. 82 - 87, 2009.
- MATTA, P. M.; SOUTO, S. M.; DIAS, P. F.; COLOMBARI, A. A.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S. Efeito de sombreamento no estabelecimento de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, Mayaguez, v. 17, n. 3-4, p. 97-102, 2009.
- MCCARTY, B. Estratégias de manejo para greens de golfe com grama bermuda. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 3., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu, FCA/UNESP, 2006. Disponível em: <www.infograma.com.br/Sigra%20III/Estresse.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2014.
- 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.
- MELOTTO, A. M. **Massa de forragem e valor nutritivo de três capins em sistema silvipastoril com eucalipto**. 2014. 95 f.Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2014.
- MORAES, M. H.; CORA, J. E.; ALMEIDA, A. B. Compactação em gramados: como avaliar e propostas para minimizar o problema. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 4., 2008, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2008. p. 46 - 55.
- MOROCHO, W. F. P. **Evaluación de clones versus el CT-115 de *Pennisetum purpureum* para la producción de biomasa**. 2009. Disponível em <<http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/1515>>. Acesso em: 30 jul. 2015.

OLIVEIRA, B. A. D.; FARIA, P. R. S.; SOUTO, S. M.; CARNEIRO, A. M.; DÖBEREINER, J.; ARONOVICH, S. Identificação de gramíneas tropicais com via fotossintética “C4” pela anatomia foliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 8, p. 267 - 271, 1973.

OLIVEIRA, C. A. V. M.; PIVETTA, K. F. L.; BARTOLOMEU, E. A.; RODRIGUES, M. A.; CIPOLINI, N.; COAN, R. M. Avaliação do vigor de sementes de *Cynodon dactylon* pelo teste de envelhecimento acelerado. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 4., 2008, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2008. p. 128 - 132.

OLIVEIRA, F. L. R.; MOTA, V. A.; RAMOS, M. S.; SANTOS, L. D. T.; OLIVEIRA, N. J. F.; GERASEEV, L. C. Comportamento de *Andropogon gayanus* cv. ‘planaltina’ e *Panicum maximum* cv. ‘tanzânia’ sob sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 2, p. 348-354, 2013.

PÁEZ, A.; GONZÁLEZ, M. E.; PEREIRA, N. Comportamiento de *Panicum maximum* en condiciones de sombreado y de luz solar total. Efecto de la intensidad de corte. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracaibo, v. 11, n. 1, p. 25 - 42, 1994.

PARCO, A. S. **Bermuda grass tissue culture and genetic transformation through *Agrobacterium* and particle bombardment methods**. 2007. Tese (Doutorado em Filosofia) - Oklahoma State University, Stillwater, 2007. Disponível em <<http://139.78.48.197/utlils/getfile/collection/Dissert/id/73313/filename/74004.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2013.

PAULA, C. C. **Cultivo de gramas e implantação de gramados**. Viçosa, MG: CPT, 1999. 60 p.

PEREIRA, W.L.M. **Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para o capim-Mombaça**. 2001. 128p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2001.

PERINI, V. B. M.; CASTRO, H. G.; CARDOSO, D. P.; LIMA, S. O.; AGUIAR, R. W. S.; MOMENTÉ, V. G. Efeito da adubação e da luz na produção de biomassa do capim citronela. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 924 – 931, 2011.

PINTO, J. E. B. P.; CARDOSO, J. C. W.; CASTRO, E. M. BERTOLUCCI, S. K.; MELO, L. A.; DOUSSEAU, S. Aspectos morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema-do-Brasil em função de níveis de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 2, p. 210 - 214, 2007.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 53, p. 179, 2011.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Santa Maria: UFSM, 2006. Disponível em <https://www.agro.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2015.

SALLES, N.; DANIEL, O.; HEID, D. M.; CARVALHO, R. P.; NOGUEIRA, I. M. B. Acúmulo de biomassa de *Urochoa brizantha* cv. Xaraés em sistema silvipastoril. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados, v. 9, n. 4, 2014.

SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; MORAES, M. H.; GAMERO, C. A.; OLIVEIRA, M. R. Equipamentos para descompactação superficial do solo: estudo de casos. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 5., 2010, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2010. p. 159 - 165.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 576 – 586, 2008.

SANTOS, F. R. P.; CASTILHO, R. M. M.; DUARTE, E. F. Caracterização físico-química de sete componentes de substratos recomendados para uso em floricultura. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 11, p. 81-92, 2002.

SANTOS, F. J. A.; NASCIMENTO, I. S.; ARAÚJO, L. R. Avaliação de diferentes substratos no cultivo de grama esmeralda. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína, n. 6, 2015. p. 50 – 60.

SANTOS, J. C. F.; CUNHA, A. J.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, R. H. S.; SAKIYAMA, N. S. Fitossociologia de plantas daninhas do café do cerrado no cultivo intercalar de leguminosa. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: [s. n.], 2015. p. 1 - 6

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Adubação e substratos no desenvolvimento de grama esmeralda. In: SIGRA - Simpósio Sobre Gramados, 7., 2015, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2015. p. 1 – 4.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M.; PINHEIRO, R. R.; SILVA, P. S. T. Influencia de diferentes fertilizantes no teor de clorofila, massa fresca e seca em grama esmeralda, cultivada em substratos. In: XXVI Congresso de Iniciação Científica da UNESP, 2014, Ilha Solteira - SP. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 24., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2014. p. 1 -1.

SCHOEMAN, A. S.; VAN DER BERG, C. H. The preparation of pitches for the Football World Cup in South Africa. In: SIGRA - Simpósio Sobre Gramados, 5., 2010, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2010. p. 2-23.

SCHREINER, H. G. Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 15, p. 61-72, 1987.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748 – 755, 2005.

TECNUTRI DO BRASIL. **ForthJardim**. [S. l.: s.n.], 2014. Disponível em <<http://www.forthjardim.com.br/produtos/20/forth-jardim>>. Acesso em: 29 nov. 2014.

UFAC. **Propriedades físicas dos solos**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em <<http://www.ufac.br/portal/programas-de-bolsas-estudantis/programa-de-educacao-tutorial-pet/grupos-pet/pet-agronomia-1/apoio-didatico/genese-e-morfologia-do-solo/unidade-7-b-fisica-de-solo-pratica>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

UGA. **Bermudagrass for turf**. [S. l.: s.n.], 2013. Disponível em <<http://www.tifton.uga.edu/fat/bermudagrassurf.htm>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2013.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP. **Dados climáticos de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos/Área de Hidráulica e Irrigação, [2014]. Disponível em:<http://clima.feis.unesp.br/dados_diarios.php>. Acesso em: 29 nov. 2014.

UNRUH, J. B. Biologia de gramas de estação quente. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 2., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2004. p. 21 - 40.

USGA GREEN SECTION STAFF, USGA recommendations for a method of putting green construction. **USGA Green Section**, Staff, v. 31, n. 2, p. 1-33, 1993.

VERAS, V. S.; OLIVEIRA, M. E.; LACERDA, M. S. B.; CARVALHO, T. B.; ALVES, A. A. Produção de biomassa e estrutura do pasto de capim-andropogon em sistema silvipastoril e monocultura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, 2010.

VILLAS BÔAS, R. L.; GODOY, L. J. G. A produção de grama no Brasil e as pesquisas sobre nutrição e adubação de gramados na Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu: FCA, 2006.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1982. v. 30. 100 p.

WHITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R. M. **Experiments in plant physiology**. New York: D. Van Nostrand Company, 1971. p.55-8.

ZANON, M. E. O mercado de gramas no Brasil, cadeia produtiva, situação atual e perspectivas. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS - SIGRA, 1., 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2003.

ZANON, M. E.; PIRES, E. C. Situação atual e perspectivas do mercado de grama no Brasil. In: SIGRA - Simpósio Sobre Gramados, 5., 2010, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2010. p. 47 - 53.

ANEXO A. Dados climáticos

Tabela 8. Temperaturas médias, máximas e mínimas, insolação média e precipitação média para o município de Ilha Solteira durante os meses de execução do experimento. Ilha Solteira/SP.

| Mês | Temperatura média (°C) | Temperatura máxima (°C) | Temperatura mínima (°C) | Insolação média (h/dia) | Precipitação média (mm) |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Março | 26,1 | 32,1 | 21,4 | 5,8 | 234,2 |
| Abril | 25,8 | 32,0 | 21,1 | 6,4 | 96,5 |
| Mai | 22,7 | 29,2 | 17,2 | 5,9 | 45,7 |
| Junho | 22,7 | 29,5 | 17,0 | 7,4 | 5,6 |
| Julho | 21,5 | 28,4 | 15,8 | 5,7 | 91,2 |
| Agosto | 24,3 | 32,5 | 16,8 | 7,8 | 0,0 |
| Setembro | 26,2 | 33,7 | 19,8 | 7,0 | 60,7 |
| Outubro | 27,4 | 35,0 | 20,5 | 7,6 | 106,9 |

Fonte: UNESP – Área de Hidráulica e Irrigação (2014)

ANEXO B. Dados do fotoperíodo

Tabela 9. Fotoperíodo para a latitude do município de Ilha Solteira durante os meses de execução do experimento. Ilha Solteira/SP.

| Latitude | Março | Abril | Maió | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|---------|
| 20°S | 12,2 h | 11,6 h | 11,2 h | 10,9 h | 11,0 h | 11,4 h | 12,0 h | 12,5 h |

Fonte: ESALQ (2014)

ANEXO C. Composição química do fertilizante utilizado no experimento

Tabela 10. Composição química do fertilizante ForthJardim®. Ilha Solteira/SP.

| Nutriente | Porcentagem |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|
| Nitrogênio total (N) | 13% |
| Fósforo (P₂O₅) (sol. CNA + água) | 5% |
| Potássio (K₂O) (sol. água) | 13% |
| Boro (B) | 0,04% |
| Cálcio (Ca) | 1% |
| Cobre (Cu) | 0,05% |
| Enxofre (S) | 5% |
| Ferro (Fe) | 0,2% |
| Magnésio (Mg) | 1% |
| Manganês (Mn) | 0,08% |
| Molibdênio (Mo) | 0,005% |
| Zinco (Zn) | 0,15% |

Fonte: Tecnutri do Brasil (2014)