

SOMBREMENTO X GRAMA

Roberto A. Gurgel (Sod Solutions)

Pesquisa realizada pela Universidade de Clemson (Carolina do Sul, USA) mostra 3 variedades de grama Bermuda com diferentes níveis de tolerância ao sombreamento. Variedades de grama Bermuda são usadas principalmente em gramados esportivos.

AValiação de três cultivares de Bermuda e ‘MEYER’ ZOYSIAGRASS MANTIDAS EM SOMBREAMENTO CONTÍNUO.

Resumo

Sombreamento pode ser um fator altamente limitante para gramas Bermuda. Variedades de grama Bermuda tem comprovadamente mostrado diferentes níveis de tolerância ao sombreamento. O presente estudo avaliou o desempenho (qualidade) de três variedades de Bermudas sob sombreamento: Tifway [*Cynodon dactylon* (L.) Pers. X *C. transvaalensis* Burt-Davye], TifSport [*Cynodon dactylon* (L.) Pers. X *C. transvaalensis* Burt-Davye], Celebration [*Cynodon dactylon* (L.)] e Meyer zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) e os respectivos conteúdos de carboidratos totais não estruturais, sob duas alturas de poda (16 e 25 mm) sob continua exposição ao sombreamento. Quatro tratamentos de sombra (0, 41, 58 e 71%) foram usados de forma contínua durante os meses de verão e outono de 2002 e 2003 em gramas mantidas em vasos. Para cada nível de sombreamento, foram calculados o total diário de PAR (radiação fotosinteticamente ativa) medida em DTP; molm-2 d-1. Meyer manteve níveis aceitáveis de qualidade sob 71% de sombreamento durante os meses

de verão para as duas alturas de poda. Celebration apresentou a melhor tolerância ao sombreamento entre as cultivares de Bermuda, exibindo qualidade aceitável sob 58% de sombra resultante de sombrite, durante os meses de verão e outono. Tifway e TifSport mantiveram qualidade aceitável em 41% de sombreamento. Sob 58 e 71% de sombreamento, a concentração de carboidratos totais não estruturais (TNC) nas raízes e rizomas não diferiu entre as três cultivares de Bermuda e Meyer Zoysia em alturas de poda iguais. Uma redução não linear no conteúdo de TNC nas raízes e rizomas de todas as variedades ocorreu com uma redução do DTP.

Abreviações

DTP, PAR diário total; PAR, radiação fotosinteticamente ativa; PPF, fluxo fotosintético de ftons; SE, erro padrão; TNC, carboidratos totais não estruturais; TQ, qualidade de grama; USGA, Associação de Golf dos Estados Unidos; WAS, semanas após sombreamento.

Introdução

Variedades de Bermudas e Zoysia são gramas populares para uso em campos de golfe (fairways, tees and roughs), campos esportivos e gramados residenciais no sul dos Estados Unidos. O maior fator restritivo ao crescimento a variedades de Bermudas é a sua falta de tolerância ao sombreamento (Gaussoin et al., 1988). Reduções na qualidade do gramado, e no conteúdo de carboidratos não estruturais e clorofila tem sido observados em várias cultivares de Bermuda mantidas em sombreamento (Cofey and Baltensperger, 1989; Gaussoin et al., 1988; McBee and Holt, 1966; Winstead and Ward, 1974). Um estudo de estufa no Novo México observou a tolerância de sombra de 32 clones de Bermuda. Os clones que

apresentaram a menor tolerância ao sombreamento foram 'Tifway', 'Santa Ana', e 'AZ Comum', enquanto 'Boise', 'No Mow', e 'Comum' mantiveram o nível mais alto da tolerância ao sombreamento. (Gaussoin et al., 1988).

Diversos estudos avaliaram o desempenho de cultivares de Zoysias (*Zoysia* sp.) em ambientes sombreados. Cultivares de *Zoysia* foram observados e documentados por possuir uma maior tolerância de sombra em comparação com espécies *Cynodon* (McCarty, 2001). As diferenças de tolerância ao sombreamento também existem entre genótipos dentro do gênero *Zoysia*. Pesquisa realizada no Texas mostrou que 'Diamond' zoysiagrass (*Zoysia matrella* (L.) Merr.) manteve a qualidade de gramado aceitável (TQ) durante 3 meses com 73% de sombra contínua (Qian e Engelke, 1997). Em um estudo semelhante, uma redução linear em total de carboidratos não estruturais (TNC) ocorreu com níveis de sombra crescentes em 'Diamond' zoysiagrass (Qian e Engelke, 1999b). Ervin et al. (2002) reportou a perda significativa de qualidade de gramado com altos teores de sombra (77 e 89 %) em Meyer zoysiagrass.

As gramas de clima quente, tais como zoysia e bermudagrass, necessitam plena insolação, para atingir o ponto máximo de saturação de luz (McCarty, 2001). Contudo, dentro das espécies, certos cultivars de *Zoysia* e *Cynodon* possuem maior tolerância ao sombreamento e são capazes de manter um crescimento e qualidade aceitáveis abaixo da radiação ideal. Por isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a produção e a concentração de carboidratos totais não-estruturais de três cultivares de Bermuda e 'Meyer' zoysiagrass mantidos a 4 níveis de sombra contínua (0, 40, 59, e 71 %) e duas alturas de poda (16 e 25 mm) durante os meses de Verão e de Outono. Dois híbridos de Bermudas são padrões de indústria, Tifway e TifSport. O terceiro cultivar, Celebration, é um novo cultivar da Austrália com potencial de tolerância ao

sombreamento. No segundo ano, Meyer zoysiagrass foi acrescentada para comparar a sua tolerância de sombra com os cultivares de Bermuda.

Materiais e Métodos

O estudo foi executado durante os verões 2002 e 2003 em Clemson, Carolina do Sul. Em 2002 o estudo foi executado entre o fim de verão e o início de outono, a partir do dia 29 de julho até o dia 31 de outubro. O estudo em 2003 foi executado durante o verão entre os dias 7 de julho até o dia 31 de agosto. As amostras foram cultivadas em potes com diâmetro de 15 cm e 20 cm de profundidade. O substrato usado para plantio e crescimento foi uma mistura de areia e turfa 85:15 (v:v) seguindo especificações do USGA (USGA, 1993). Tapetes lavados foram colhidos de gramados "certificados" de cada variedade. Plugs de dez cm de diâmetro foram cortados dos tapetes lavados, plantados nos potes, e cultivados por 3 semanas sob plena insolação antes da aplicação de sombra. Aplicações semanais de 49 quilogramas N/ha foram feitas usando Peters 20N-8.8P-16.6K, um fertilizante líquido solúvel em água durante o estabelecimento. As amostras foram irrigadas diariamente até a capacidade de campo durante o estabelecimento.

Quatro níveis da sombra foram aplicados continuamente usando um tecido de densidade neutra, poli-fibra de sombra preto. Os níveis de sombra foram 0, 41, 58, e 71 %, desta forma permitindo 100, 59, 42, e 29 % da luz solar (Estufa Internacional, modelo # SC-BL40, SC-BL60, e SC-BL70, Sidel, IL). A porcentagem de sombreamento foi determinada comparando fluxo de fóton fotosintético (PPF; mol m⁻² s⁻¹) na superfície da grama em sombreamento com as medições de luz solar em plena insolação, usando um sensor LI-190SA portátil (LiCor; Lincoln, o Nebraska). As medições foram tomadas duas vezes durante cada ano em dias claros, sem nuvem

entre 1200 e 1400 h. O tecido de sombra (2 m de comprimento e 1.5 m de largura) foi apoiado por estrutura de PVC com diâmetro de 2.5 cm e da mesma dimensão. As tendas de sombra ficaram a 30 cms acima do gramado mantidas por pernas de PVC de 50 cm de altura.

A altura de poda foi mantida com podadores portáteis automáticos (Black and Decker, modelo GS500, Denver, CO). Foram usados tubos de PVC com 10 cm de diâmetro e alturas de 16 e 25 mm para servir de guia na altura de poda. Os potes foram podados 3 vezes por semana. Os tratamentos foram fertilizados a cada duas semanas com 49 kg N/ha utilizando fertilizante líquido 20N-8.8P-16.6K solúvel. As gramas foram regadas 3 vezes semanalmente para prevenir murcha.

Medições

Os integrais de luz foram registrados de hora em hora em um LI-1000 (LiCor; Lincoln, Nebraska) datalogger ajustado com um LI-190SA (LiCor; Lincoln, Nebraska) sensor de radiação programado para reunir leituras cada minuto. Diariamente os integrais de luz de tratamentos de sombra (0, 41, 58, e 71 %) foram calculados tomando percentagens de PPF permitido. Médias diárias dos integrais de luz (DLI; $\text{o mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) foram calculadas por ciclo de crescimento durante ambos os anos. Os erros padrão foram calculados para médias DLI anuais e de dois anos de cada tratamento de luz solar.

As avaliações visuais da qualidade de gramado (TQ), avaliando cor, densidade, uniformidade, e estética, foram determinadas semanalmente. A qualidade de gramado foi medida em uma escala de 1-9 com 9 = a melhor qualidade de gramado. A qualidade de gramado inaceitável foi considerada <7.

Carboidratos totais não-estruturais (TNC; mg/g) de tecido abaixo da terra, inclusive raízes e rizomas que são os órgãos de armazenamento primários de bermudagrasses, foram medidos no fim do estudo durante ambos os anos (Shepard, 1991). No ano 1, as amostras de TNC foram colhidas 12 semanas após estabelecimento do sombreamento, no dia 31 de outubro de 2002 e no ano 2, 8 semanas após estabelecimento do sombreamento no dia 29 de agosto de 2003. Os tecidos subterrâneos foram colhidos usando um plugger de 5 cm de diâmetro a uma profundidade de 6.5 cm. Duas amostras foram colhidas por repetição antes do levantar do sol para minimizar flutuações diurnas em carboidratos (Westhafer et al., 1982). As raízes e os rizomas foram lavados para remover toda areia e matéria orgânica, colocadas sobre folha de alumínio e submergidas em nitrogênio líquido para cessar toda a atividade biológica. As amostras foram guardadas em -75 C até que secassem e mantidas a -40 C por 14 d. As amostras secas foram moídas até pó com triturador A-10 (IKA Works, Inc, Wilmington, Carolina do Norte). As amostras trituradas foram guardadas no dessecativo em -20 C.

O tecido triturado (50 mg) foi pesado em tubos de ensaio de vidro e reidratado com 100 μ l de etanol 80 % e misturado com 2 ml do buffer acético de sódio de 0.1 M. As amostras foram aquecidas em um banho de água fervente para dois períodos de 1 hora para matar qualquer enzima indesejável e resfriadas. Um ml de invertase (Sigma I-4753, 433 unidades/mg) e 1 ml de amyloglucosidase (Sigma A-7255, 23.000 unidades/g) foram acrescentados para converter a sacarose em glicose e frutose e amido em glicose, respectivamente. Permitiu-se que amostras incubassem a 40 a 45 C durante 3 dias, vortexing periodicamente.

TNC foi medido usando o Ensaio de Nelson, que quantifica o açúcar reduzido, glicose e frutose, em plantas (Nelson, 1944; Somogyi, 1945). Dois reagentes foram

acrescentados às amostras com esta finalidade. O açúcar reduzido doa prótons para reduzir o cobre no reagente de cobre. O reagente de cobre reduzido reage com o molibdênio no arseno-molybdate (ASMO) reagente para causar uma mudança proporcional direta de espectro de cor que quantifica a presença do açúcar reduzido. O espectro foi medido em 520 nm utilizando um espectrometro (Beckman DU-64, Beckman Instrument Inc, Fullerton, Califórnia). TNC foi calculado usando um desenvolvimento de curva padrão por concentrações de glicose conhecidas (Tabela B-2). Uma descrição completa do procedimento está no Apêndice B.

Delineamento e Análise Estatística.

O estudo foi delineado com blocos completamente aleatórios para o nível de sombra e dividido para espécies de grama e altura de poda. Duas análises foram conduzidas durante 2002 e 2003. Devido a diferenças de tempo de estudo e duração, os anos serão apresentados como 2002 e 2003. Dentro de blocos de sombra individuais, foram mantidas três repetições de espécies de grama para ambas as alturas de poda. Todos os dados foram analisados usando a análise da variação ANOVA, procedimento modelar linear geral (GLM) de SAS (Instituto de SAS, 1987). Separação de médias para tratamento e efeito principal foi executada com todos os dados usando LSD ao nível de 5%.

Resultados e Discussões

No ano 1, o estudo continuou durante os meses de Outono que não são ideais ao melhor crescimento de Bermuda por causa de DLI reduzido e baixas temperaturas (Tabela 1). Ao contrário, no ano 2 o estudo foi executado durante os meses de Verão, que é o período com DLI mais alto e maior oferta de luz solar para gramas de clima

quente (Tabela 1). Isto é demonstrado por um aumento de aproximadamente 15 mol de luz solar $m^{-2} d^{-1}$ no DLI do ano 2 para o ano 1 em tratamentos de sombra de 0 %. Devido às diferenças em duração de estudo e DLI, as conclusões e as interpretações serão feitas separadamente para as exigências de luz solar de Bemudas e Zoysias.

Tabela 1. Média, máxima e mínima radiação solar integral (DLI) ($mol m^{-2} d^{-1}$) para quatro níveis de sombreamento (0, 41, 58, and 71%) em Clemson, SC durante 2002 e 2003. Médias DLI aparecem seguidas de \pm SE de radiação solar para 12 and 8 semanas nos estudos de 2002 and 2003, respectivamente.

Ano	Níveis	Radiação solar integral			
		% sombreamento			
		0	41	58	71
		$mol m^{-2} d^{-1}$			
2002	Media	28.2 \pm 1.49 [†]	16.7 \pm 0.88	11.9 \pm 0.63	8.2 \pm 0.43
	Máximo	52.2 [‡]	31.3	21.9	15.1
	Mínimo	3.8	2.3	1.5	1.1
2003	Media	43.9 \pm 0.96 [†]	25.9 \pm 0.57	18.4 \pm 0.40	12.7 \pm 0.28
	Máximo	59.3 [‡]	35.0	24.9	17.2
	Mínimo	26.6	15.7	11.2	7.7

[†] DLI 2002 medido de 29 de Julho a 31 de Outubro; 2003 de 7 Julho a 31 Agosto.

[‡] DLI máximo e mínimo para 2002 ocorreu em 30 de Julho e 29 Outubro, respectivamente. Em 2003, máximo e mínimo DLI ocorreram em 12 de Julho e 10 de Julho, respectivamente.

Qualidade de Gramado

Ano 1

Qualidade de grama (TQ) comercialmente aceitável (≥ 7) foi verificada nos níveis de 0 e 41 % de sombreamento em Tifway, TifSport, e Celebration em ambas as alturas de poda (Tabela 2). Para a altura de poda de 16 mm e 0 % de sombreamento Tifway e TifSport apresentaram as avaliações de TQ mais altas de 7.8 e 7.7, respectivamente. Na altura de poda de 25 mm, todos os cultivares apresentaram $TQ \geq$

7.5 para os níveis de 0 e 41 % de sombreamento. Por isso, TQ aceitável ocorreu para todas cultivares em ambas as alturas de poda quando receberam um DLI médio de $16.7 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ de agosto até setembro (Tabela 2).

Quando a aplicação de sombra aumentou a 58 %, ocorreram diferenças entre as cultivares de bermudagrass quanto a tolerância à aplicação de sombra contínua. Celebration podada a 25 mm de altura apresentou TQ aceitável (Tabela 2) quando exposta a 58% de sombreamento. Celebration podada a 25 mm manteve TQ aceitável recebendo um DLI mínimo de $11.9 \text{ mols m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ desde agosto até outubro. A 16 mm de altura, Celebration exibiu qualidade de grama (TQ) 6 e 16 % maior em comparação com Tifway e TifSport. Recebendo um DLI médio de $11.9 \text{ mols m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ desde agosto até outubro, TQ de Tifway e Tifway foram inaceitáveis.

A qualidade de grama (TQ) mais alta, embora não comercialmente aceitável, ao nível de 71 % de sombreamento ocorreu com Celebration em ambas as alturas de poda. A 16 mm de altura, Celebration manteve 12 e 7 % mais alto TQ em comparação com TifSport e Tifway (Tabela 2). A qualidade de gramado de Celebration foi 3 % mais alta em comparação com outros cultivares quando mantida a 25 mm de altura. Neste estudo durante o ano 1, os cultivares de Bermudas toleraram uma redução de 41 % da quantidade de radiação ($16.7 \text{ mols m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) desde agosto até outubro, mas no geral foram incapazes de manter TQ aceitável a um nível de 58 %, ou mais de sombreamento, exceto Celebration a 25 mm de altura.

O maior efeito médio sobre os cultivares resultantes das variações de sombreamento e altura de poda, indicam Celebration e Tifway com as maiores médias de qualidade de gramado (TQ), sendo elas 7.1 e 7.0 respectivamente. O cultivar TifSport apresentou uma média geral de TQ inaceitável de 6.9 considerando diferentes níveis de altura de poda e de sombreamento (Tabela 6). O efeito principal

do sombreamento demonstrou uma redução na qualidade de gramado (TQ) em função do aumento do sombreamento. A qualidade de gramado foi reduzida em 2, 15, e 18 % para os níveis de 41, 58, e 71 % de sombreamento. As médias de TQ de todos os cultivars aumentaram 9 % quando a altura de poda subiu de 16 para 25 mm (Tabela 6).

Tabela 2. Médias de qualidade de gramado de Celebration, Tifway, e TifSport bermudagrasses em resposta a diferentes níveis de sombreamento (0, 41, 58, 71 %) e alturas de poda (16 e 25 mm) em Clemson, Carolina do Sul desde o dia 29 de julho até o dia 31 de outubro de 2002.

Cultivar	% Sombreamento	Qualidade de gramado†	
		Altura de poda, mm	
		16	25
		1-9	
Celebration	0	7.33 bc‡	7.50 b
TifSport	0	7.67 ab	7.95 a
Tifway	0	7.83 a	7.83 a
Celebration	41	7.29 bc	7.75 a
TifSport	41	7.17 c	7.83 a
Tifway	41	7.42 bc	7.79 a
Celebration	58	6.63 d	7.21 c
TifSport	58	5.58 f	6.71 e
Tifway	58	6.21 e	6.67 e
Celebration	71	6.17 e	6.92 d
TifSport	71	5.45 f	6.71 e
Tifway	71	5.75 f	6.71 e

† As avaliações de qualidade de gramado (TQ) foram medidas 4, 6, 8, e 12 semanas após a colocação de sombra, numa escala de 1-9, com 1=péssimo. TQ<7 considerado comercialmente inaceitável.

‡ Para mesma altura de poda, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente para LSD ($\alpha=0.05$) teste de Fisher.

Ano 2

Semelhante ao ano 1, no ano 2 todos os cultivars para ambas as alturas de poda mantiveram avaliações de TQ aceitáveis para níveis 0 e 41% de sombreamento

(Tabela 24). As melhores avaliações de TQ (8.0) em ambas as alturas de poda ocorreram com Meyer zoysiagrass. Tifway mantido com 0 % de sombreamento e 25 mm de altura de poda também manteve uma avaliação de TQ de 8.0. Durante julho e agosto, todos os cultivares de bermudagrass mantiveram TQ aceitável recebendo um DLI médio de aproximadamente $25.9 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (Tabela 3).

Uma aplicação de sombra de 58 % reduziu TQ a níveis inaceitáveis em Tifway e TifSport bermudagrasses em ambas as alturas de poda (Tabela 3). Assim, TQ aceitável não ocorreu com Tifway ou TifSport a um DLI de $18.4 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ durante julho e agosto. Meyer zoysiagrass e Celebration bermudagrass ambos mantiveram TQ aceitável sob 58 % de sombreamento, com Meyer exibindo maiores avaliações TQ de 7.3 e 7.6 para 16 e 25 mm de altura, respectivamente. A aplicação de sombra de 71 % mostrou resultados semelhantes à sombra de 58 % com TifSport e Tifway mostrando pouca tolerância ao sombreamento com avaliações TQ de 5.2 e 5.9 para 16 e 25 mm de altura, respectivamente. Meyer (para ambas as alturas de poda) e Celebration em 25 mm foram capazes de manter avaliações TQ aceitáveis ao nível de 71 % de sombreamento. TQ aceitável para Meyer em ambas as alturas de poda e para Celebration a 25 mm de altura ocorreu com um DLI médio de $12.7 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

Altas médias de qualidade de grama (TQ) em todas as alturas de poda e níveis de sombreamento, reforçam a maior tolerância ao sombreamento de Meyer zoysiagrass e Celebration bermudagrass (Tabela 6). A mais alta avaliação de TQ de 7.72 ocorreu com Meyer zoysiagrass, sendo 4 e 13 % maiores do que Celebration e TifSport/Tifway bermudagrass, respectivamente. Nenhuma diferença ocorreu entre TifSport e Tifway. A partir destes dados, os cultivares podem ser classificados segundo a sua tolerância ao sombreamento com Meyer zoysiagrass possuindo a maior tolerância, seguida de perto por Celebration bermudagrass. Os híbridos TifSport e

Tifway possuíram muito pouca tolerância ao sombreamento e necessitaram um DLI de $25.9 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ durante julho e agosto. Outra pesquisa mostrou a pouca tolerância de Tifway ao sombreamento em comparação com outras bermudagrasses, tal como Bermuda Comum (*Cynodon dactylon* L.) (Gaussoin et al., 1988). De maneira geral, o efeito principal sobre as médias de todos os cultivares mostrou uma redução de 14 e 19 % na qualidade de gramado com 58 e 71 % de sombreamento, respectivamente, em relação a 0 % de sombreamento (Tabela 6). Semelhante a ano 1, um aumento de 5 % em TQ resultou do aumento da altura de poda para todos os cultivares de 16 para 25 mm (Tabela 6).

Exigências de luminosidade diárias para qualidade de grama (TQ) aceitável não foram consistentes entre anos 1 e 2. Isto pode ser atribuído a diferenças na duração sazonal dos estudos. O ano 1 foi executado desde agosto até outubro quando a quantidade de luz solar e a temperatura foram reduzidas em comparação com o ano 2 que foi executado de junho a julho. Temperaturas ótimas para fotossíntese de gramas C4 é 30 a 47°C (Salisbury e Ross, 1992). Geralmente, em gramas C4, fotossíntese e metabolismo aumentam com a temperatura (Salisbury e Ross, 1992). Por isso, as maiores exigências de luz solar seriam esperadas durante os meses de Verão quando as temperaturas aéreas ambientes são ótimas. As médias de temperaturas máximas em Clemson, durante julho e agosto são aproximadamente 32°C (Anônimas, 2003a). Setembro e Outubro têm uma temperatura máxima média de 28 e 23°C, respectivamente; abaixo da faixa ideal de crescimento para espécies de grama C4 (Anônimos, 2003a). Por isso, devido a baixas temperaturas durante o ano 1, o DLI mínimo necessário para crescimento e TQ aceitável pode ser mais baixo.

Tabela 3. Médias de qualidade de gramado de Celebration, Tifway, e TifSport e Meyer em resposta a diferentes níveis de sombreamento (0, 41, 58, 71 %) e alturas de poda (16 e 25 mm) em Clemson, SC desde 6 de julho até 29 de agosto de 2003.

Cultivar	% Sombreamento	Qualidade de grama†	
		Altura de poda, mm	
		16	25
		1-9	
Celebration	0	7.79 ab‡	7.79 ab
TifSport	0	7.71 ab	7.83 ab
Tifway	0	7.79 ab	8.00 a
Meyer	0	8.00 a	8.00 a
Celebration	41	7.67 b	7.88 ab
TifSport	41	7.50 bc	7.79 ab
Tifway	41	7.58 bc	7.75 abc
Meyer	41	8.00 a	8.00 a
Celebration	58	7.00 d	7.38 de
TifSport	58	5.88 e	6.67 f
Tifway	58	5.79 e	6.42 f
Meyer	58	7.33 c	7.63 bcd
Celebration	71	6.71 d	7.17 e
TifSport	71	5.21 f	5.92 g
Tifway	71	5.21 f	5.92 g
Meyer	71	7.33 c	7.50 cd

† Avaliações de TQ feitas a 2, 4, 6, e 8 semanas após o sombreamento usando escala 1-9, 1=grama morta. TQ<7 comercialmente não aceitável.

‡ Para mesma alturas de poda, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente para LSD 5% ($\alpha=0.05$).

Carboidratos Totais Não-estruturais

Ano 1

Para altura de poda de 16 mm, as maiores concentrações de carboidratos totais-não estruturais TNC foram encontradas em Celebration e Tifway, respectivamente 29.81 e 29.53 mgs g⁻¹ para 0 % de sombreamento (Tabela 4). Para altura de poda de 25 mm, e 0% de sombreamento, TifSport e Tifway mostraram a

maior concentração TNC de 42.48 e 43.09 mgs g⁻¹, respectivamente; em comparação com outros cultivares sob diferentes níveis de sombra (Tabela 4). A concentração TNC mais baixa foi encontrada nos níveis de 58 e 71 % de sombreamento em todos cultivares de Bermuda.

Diferenças nas médias de TNC relativas a cultivares não foram significantes em 2002 (Tabela 6). Já o efeito de sombreamento nas médias de TNC mostraram a importância da exposição de luz solar na produção de fotossíntese máxima, na produção e armazenamento de carboidratos. O sombreamento produziu uma redução média de TNC de 20, 55, e 62 % para os respectivos níveis de 41, 58, e 71 % de sombreamento em comparação com 0 % em todos os cultivares (Tabela 6). Médias de TNC aumentaram 19 % quando a altura de poda foi aumentada de 16 para 25 mm (Tabela 6).

Ano 2

As concentrações de TNC variaram de 47.63 a 11.71 mgs g⁻¹ para 16 mm de poda. A maior concentração de TNC (47.63 mgs g⁻¹) ocorreu em TifSport seguido por Celebration com 37.93 mgs g⁻¹ sob 0 % de sombreamento (Tabela 5). A concentração TNC mais baixa ocorreu a 58 e 71 % de sombreamento em Meyer. A concentração de TNC para altura de poda de 25 mm variou de 51.90 mgs g⁻¹ para Tifway a 0% de sombreamento até 11.55 mgs g⁻¹ para Meyer sob 71 % de sombreamento (Tabela 5). Geralmente, quando a luz solar não foi limitante (0 e 41 % de sombreamento), Meyer apresentou teores de TNC significativamente menores em comparação com os cultivares de Bermuda.

Tabela 4. Médias de Carboidratos Totais Não-Estruturais (TNC) de Celebration, Tifway e TifSport em reposta a diferente níveis de sombreamento (0, 41, 58, 71%) e alturas de poda (16 and 25 mm) em Clemson, SC de 29 de Julho a 31 de Outubro, 2002.

Cultivar	% Sombreamento	TNC	
		Altura de poda, mm	
		16	25
		mg g ⁻¹	
Celebration	0	29.81 a†	33.67 ab
TifSport	0	25.04 abcd	42.48 a
Tifway	0	29.53 a	43.09 a
Celebration	41	26.61 abc	25.83 bcde
TifSport	41	26.98 ab	28.10 bcd
Tifway	41	25.10 abcd	30.40 abc
Celebration	58	13.24 bcd	15.25 de
TifSport	58	17.01 abcd	14.82 de
Tifway	58	14.37 bcd	17.06 cde
Celebration	71	12.04 d	14.45 de
TifSport	71	12.29 d	13.10 e
Tifway	71	12.96 cd	13.55 e

† Dentro de altura de poda, médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente para LSD de 5% ($\alpha=0.05$).

Para todos os níveis de sombreamento, o efeito de diferentes cultivares sobre a média de TNC foi significativa em 2003. TifSport apresentou níveis de TNC 16, 20, e 47 % maiores do que Celebration, Tifway e Meyer, respectivamente (Tabela 6). Semelhante ao ano 1, uma maior aplicação de sombra reduziu a concentração TNC para todos os cultivares. O efeito de sombreamento reduziu a média de TNC em todos os cultivares em 19, 57, e 63 % quando aplicados níveis de 41, 58 e 71 % de sombreamento, em relação a 0 % de sombreamento (Tabela 6). Diferentemente do ano 1, diferentes alturas de poda não influenciaram o TNC (Tabela 6).

Tabela 5. Médias de Carboidratos Totais Não-Estruturais (TNC) em Celebration, Tifway, TifSport e Meyer em resposta a diferentes níveis de sombreamento (0, 41, 58, 71%) e alturas de poda (16 and 25 mm) em Clemson, SC de 6 Julho a 29 Agosto, 2003.

Cultivar	% Sombreamento	TNC	
		Altura de poda, mm	
		16	25
		mg g ⁻¹	
Celebration	0	37.93 ab†	27.60 cd
TifSport	0	47.63 a	48.19 a
Tifway	0	29.14 bcd	51.90 a
Meyer	0	19.90 def	22.14 def
Celebration	41	35.95 bc	33.02 bc
TifSport	41	33.93 bc	42.49 ab
Tifway	41	26.31 cde	23.42 cde
Meyer	41	16.88 ef	17.41 def
Celebration	58	17.14 ef	17.15 def
TifSport	58	16.51 ef	18.28 def
Tifway	58	14.63 f	15.18 ef
Meyer	58	11.71 f	12.73 ef
Celebration	71	13.67 f	14.30 ef
TifSport	71	13.33 f	13.60 ef
Tifway	71	12.54 f	13.29 ef
Meyer	71	11.87 f	11.55 f

† Dentro de alturas de poda, médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% LSD ($\alpha=0.05$).

Tabela 6. Efeito de cultivares (C), sombra (S), e altura de poda (M) na qualidade de grama e carboidratos totais não-estruturais (TNC) sobre 3 variedades de Bermudas e Meyer zoysia em Clemson, SC durante 2002 e 2003.

Efeito	Resposta no Cultivar			
	Qualidade de grama†		TNC	
	2002‡	2003‡	2002	2003
Cultivar	1-9		mg g ⁻¹	
Celebration	7.10 a§	7.42 b	21.36 a	24.60 b
TifSport	6.88 b	6.81 c	22.48 a	29.25 a
Tifway	7.03 a	6.81 c	23.26 a	23.30 b
Meyer	-	7.72 a	-	15.52 c
% Sombra				
0	7.68 a§	7.86 a	33.94 a	35.55 a
41	7.51 b	7.77 a	27.17 b	28.68 b
58	6.50 c	6.76 b	15.29 c	15.42 c
71	6.28 d	6.37 c	13.06 c	13.02 c
Altura de poda				
16 mm	6.71 b§	7.03 b	20.42 a	22.44 a
25 mm	7.29 a	7.35 a	24.32 b	23.89 a

† Avaliações de qualidade de grama foram feitas a cada 2 semanas usando escala de 1-9, com 1=grama morta. TQ<7 comercialmente não aceitável.

‡ Em 2002 estudo realizado de 29 Julho a 31 Outubro; em 2003 de 7 Julho a 31 Agosto.

§ Dentro de uma mesma coluna e mesmo efeito, médias seguidas de uma mesma letra não diferem significativamente a nível de 5% LSD ($\alpha=0.05$).

Conclusões

Durante ambos os anos, altos níveis de sombreamento contínuo (58 e 71 %) reduziram avaliações de TQ de Tiway e TifSport a níveis inaceitáveis, reduzindo também suas concentrações de TNC. Durante o ano 1, TQ aceitáveis de Tifway e TifSport ocorreram com um DLI de 16.7 mol m⁻² s⁻¹ entre os meses de agosto e outubro. Celebration a 25 mm demonstrou TQ aceitável recebendo um DLI médio de 11.9 mol

$\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ desde agosto até outubro. Celebration foi o único cultivar de Bermuda a manter TQ aceitável com 58% sombra.

No ano 2, TQ aceitável para os cultivares de Bermuda ocorreu com um DLI de $25.9 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ durante julho e agosto. TQ inaceitável ocorreu quando estas gramas receberam um DLI de $18.4 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Celebration manteve TQ aceitável em ambas as alturas de poda e sob 58 % de sombreamento (DLI médio de $18.4 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). A melhor tolerância ao sombreamento foi encontrada em Meyer zoysiagrass. Em ambas as alturas de poda, Meyer manteve TQ aceitável sob 71 % de sombreamento (DLI de $12.7 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) durante o julho e o agosto. O hábito de crescimento lento e as exigências de energia de zoysiagrass possivelmente dão à esta espécie maior tolerância ao sombreamento em comparação com as Bermudas que crescem mais agressivamente.

As conclusões também podem ser feitas acerca de exigências de luz solar de gramas de clima quente durante os meses de Verão e de Outono. Os resultados mostram variedades de Bermudas apresentando um TQ aceitável quando recebem um DLI de 16.7 e $25.9 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ durante os meses finais de Outono e os primeiros meses de Verão, respectivamente. As diferenças sazonais em exigências de luz solar são provavelmente devido a reduções de temperatura experimentadas durante os meses de Outono que reduzem a taxa fotosintética de gramados de variedades de clima quente.

Os carboidratos totais não-estruturais foram fortemente influenciados pelo efeito de sombreamento. Os níveis de TNC foram reduzidos com o maior nível de sombreamento.