



Respostas produtivas de acessos de *Paspalum spp.* ao sombreamento artificial

Flavia Coradini¹, Arthur Galleti Lima², João Vitélio de Lima Fiorin³, Ary Simonetti³, Cristiana de Gaspari Pezzopane⁴, Pedro Gomes da Cruz⁵, Cristiam Bosi⁶, Patricia Menezes Santos⁶ e José Ricardo Macedo Pezzopane^{6(*)}

¹Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO, Descalvado, SP. E-mail: flacoradini@hotmail.com

²Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus Rio Claro, Rio Claro, SP. E-mail: arthurgalletilima6@hotmail.com

³Centro Universitário de Araraquara - UNIARA, Araraquara, SP. E-mails: fiorintti@hotmail.com e ary009simonetti@hotmail.com

⁴Centro Universitário Central Paulista, UNICEP, São Carlos, SP. E-mail: crigsawsp@unicep.com.br

⁵Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO. E-mails: pedro-gomes.cruz@embrapa.br

⁶Embrapa Pecuária Sudeste, Rodovia Washington Luiz, km 234, s/nº, Fazenda Canchim, Caixa Postal 339, CEP 13560-970- São Carlos, SP.

E-mails: cristiambosi@yahoo.com.br, patricia.santos@embrapa.br e jose.pezzopane@embrapa.br

(*) Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 21 de janeiro de 2021

Aceito em 5 de setembro de 2021

Termos para indexação:

área foliar

biomassa

forragem

radiação fotossinteticamente ativa

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do sombreamento em parâmetros de crescimento e produção de catorze acessos de *Paspalum spp.*. Os acessos foram conduzidos em vasos irrigados e adubados sob quatro níveis de sombreamento artificial (0%, 45%, 59% e 76%), utilizando-se telas de polipropileno, durante três ciclos de crescimento, em São Carlos, SP, Brasil. Foram avaliados o número de perfilhos por vaso, altura do perfilho médio de cada planta, área foliar, área foliar específica e biomassa da parte aérea. Foi realizada uma análise de componentes principais para a associação dos regimes de sombreamento e das características morfológicas e produtivas dos acessos. Os dados de biomassa da parte aérea foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos mostraram que o sombreamento proporcionou alterações nas características morfológicas (perfilhamento, altura e área foliar) e na biomassa da parte aérea dos acessos avaliados. Dos catorze acessos estudados, sete apresentaram regressão quadrática significativa entre o nível de sombreamento e a biomassa da parte aérea. Para programas de melhoramento, quando se objetiva produzir materiais mais adaptados ao ambiente sombreado, se destacam *Paspalum malacophyllum* BGP-293, *P. urvillei* x *P. dilatatum* BGP-238, *P. regnellii* BGP-258 e *P. dilatatum* BGP-234 e que devem ser avaliados sob sombreamento natural para confirmar seu potencial de utilização em sistemas silvipastoris.

© 2021 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

A disponibilidade de luz é um importante fator ecológico relacionado com a sobrevivência e crescimento das plantas, que podem responder com adaptações genéticas

e fenotípicas à aclimação em baixos níveis de radiação (Lambers et al., 1998). A tolerância à sombra de espécies dependerá da capacidade da planta em se adaptar morfológica e fisiologicamente para um dado nível de irradiação (Guenni et al., 2008).

Uma condição essencial em sistemas silvipastoris, que associam árvores e pastagens, é a tolerância ao sombreamento, que pode variar sensivelmente entre as espécies. Algumas gramíneas crescem melhor e produzem maior quantidade de forragem em certos regimes de sombra, além de apresentarem melhor valor nutritivo (menor conteúdo de fibra e maior conteúdo de proteína bruta) quando comparadas às que crescem a pleno sol. Já outras espécies, não apresentam essa mesma tolerância e nem plasticidade para se adaptar a ambientes com luminosidade reduzida. A avaliação e a seleção de genótipos forrageiros são normalmente feitas em ambientes com sombra artificial (sob sombrites) ou natural (sob árvores) e comparada à produção a pleno sol (Andrade et al., 2004; Ribaski et al., 2005; Paciullo et al., 2008; Pezzopane et al., 2020).

Os sistemas silvipastoris têm potencial para substituir com vantagens os atuais ecossistemas de pastagens cultivadas, que são constituídos por monoculturas de gramíneas forrageiras em sua grande maioria, tornando a atividade ainda mais sustentável e econômica (Franke et al., 2001; Gil et al., 2015). A escolha correta das espécies componentes de um sistema silvipastoril sustentável é um dos principais requisitos para o sucesso do sistema. Para as espécies forrageiras, não basta apenas que estas sejam tolerantes ao sombreamento, sendo necessário também selecionar espécies com boa capacidade produtiva, adaptadas ao manejo e ambientadas às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas (Garcia & Andrade, 2001; Andrade et al., 2004; Paciullo et al., 2011).

As espécies do gênero *Paspalum* destacam-se dentre as gramíneas nativas com potencial forrageiro, ocorrendo em diversos ecossistemas e em todas as comunidades herbáceas brasileiras e, em muitas dessas formações, são responsáveis pela maior parcela de forragem disponível (Valls, 1992). O uso de forragens do gênero *Paspalum* pode ser estratégico em determinados nichos de produção, como em sistemas pecuários em regiões sujeitas a alagamento (Beloni et al., 2017; Pezzopane et al., 2017) e em sistemas silvipastoris conduzidos em regime de sombreamento. Baldwin et al. (2008) relatam que as cultivares de gramíneas tropicais, mesmo sendo do mesmo gênero, podem apresentar grande diversidade em relação à tolerância ao sombreamento. A caracterização e classificação desses acessos quanto à tolerância ao sombreamento pode contribuir para o desenvolvimento de novas cultivares mais bem adaptadas.

Em função do exposto, a hipótese do presente trabalho é que acessos do gênero *Paspalum* spp. respondem de maneira distinta quando submetidos ao sombreamento. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do sombreamento em parâmetros de crescimento e produção em catorze acessos de *Paspalum* com potencial de uso como planta forrageira.

Material e métodos

Este trabalho foi conduzido com 14 acessos de *Paspalum* com uso potencial como planta forrageira (Tabela 1), provenientes do Banco de Germoplasma de *Paspalum*, mantido pela Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP, Brasil e foram originalmente coletados do sul ao norte do país. Os acessos foram semeados em bandejas e após o estabelecimento das mudas realizou-se o transplante de duas mudas por vaso de cada acesso de *Paspalum*. Para dar início ao experimento em casa de vegetação, foram utilizados vasos de plástico contendo 7 kg de solo peneirado, homogeneizado e corrigido em seus níveis de fertilidade, a partir da análise de solo, com a aplicação de 11,3 gramas de calcário por vaso para elevação da saturação de bases a 80%. Após o transplante, realizou-se uma adubação utilizando 2,33 gramas de ureia; 7,8 gramas de fósforo e 0,9 gramas de potássio (quantidade por vaso).

Após 30 dias do transplante das mudas, foi realizado um corte de uniformização a 10 centímetros do solo para o início do experimento, que foi conduzido por 90 dias, entre 07 de janeiro e 09 de abril de 2013, num total de três cortes de avaliação, com intervalos de 30 dias. Após cada corte de avaliação, foi realizada adubação nitrogenada com 4,66 gramas de ureia por vaso. As plantas foram mantidas sob irrigação por aspersão para a manutenção dos níveis de água próximos à capacidade de campo.

Durante o período experimental, as plantas foram submetidas a diferentes níveis de sombreamento, sendo 0% (nenhum sombreamento), 45%, 59% e 76%, os quais foram artificialmente obtidos com a utilização de cobertura de sombrite (telas de polipropileno preto) fixadas em estrutura metálica (Tabela 2). Os vasos foram dispostos em bancadas cobertas, de 1 m de altura, mantidas ao ar livre. A es-

Tabela 1. Relação de espécies de *Paspalum* com potencial agrônomico utilizadas no presente trabalho.

Espécie	Grupo Botânico	Código EMBRAPA
<i>Paspalum regnellii</i>	Virgata	BGP-112
<i>P. conspersum</i>	Virgata	BGP-168
<i>P. regnellii</i>	Virgata	BGP-248
<i>P. plenum</i>	Virgata	BGP-252
<i>P. regnellii</i>	Virgata	BGP-258
<i>P. dilatatum</i> biótipo Uruguaiana	Dilatata	BGP-234
<i>P. urvillei</i> x <i>P. dilatatum</i>	Dilatata	BGP-238
<i>P. malacophyllum</i>	Malacophylla	BGP-289
<i>P. malacophyllum</i>	Malacophylla	BGP-293
<i>P. regnellii</i>	Virgata	BGP-402
<i>P. atratum</i>	Plicatula	BGP-308
<i>P. regnellii</i>	Virgata	BGP-297
<i>P. quarinii</i>	Quadrifaria	BGP-229
<i>P. umbrosun</i>	Paniculata	BGP-219

Tabela 2. Valores médios diários de temperatura do ar (média, máxima e mínima), radiação solar global e radiação fotossinteticamente ativa e porcentagem de sombreamento durante os três ciclos do experimento.

Ciclo*	Temperatura (°C)			Radiação Solar
	Média	Máxima	Mínima	(MJ.m ⁻² .dia ⁻¹)
1	21,8	28,0	18,1	16,4
2	22,6	29,6	18,2	17,3
3	22,0	28,1	18,2	14,4
Radiação Fotossinteticamente Ativa (MJ.m ⁻² .dia ⁻¹)				
Incidência (% de sombreamento)				
	Pleno Sol	1	2	3
1	7,3	4,0 (44,7)**	3,1 (57,1)	1,7 (76,2)
2	8,0	4,4 (44,4)	3,3 (58,2)	1,9 (75,8)
3	6,3	3,4 (46,8)	2,5 (60,4)	1,5 (77,0)
Média	(0)	(45)	(59)	(76)

* Ciclo = corte de produção

** Valores entre parêntesis indicam a porcentagem de sombreamento estabelecida como tratamento

trutura contou com painéis laterais, de forma a assegurar o grau de sombreamento desejado, inclusive nos horários com pequeno ângulo de incidência dos raios solares (início da manhã e fim da tarde).

A medição da incidência de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi realizada constantemente durante o período experimental, com um sensor linear de 80 centímetros (SQ 311, Apogee) em cada um dos ambientes sombreados e a pleno sol. Esse sensor permitiu a obtenção de fluxos instantâneos ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e diários ($\text{mol.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) de RFA para determinar a porcentagem de sombreamento imposta pelos sombrite.

A temperatura média do ar, medida em estação meteorológica próxima ao experimento foi de 21,8 °C durante o primeiro ciclo, 22,6 °C durante o segundo ciclo e 22,0 °C durante o terceiro ciclo. Quanto à radiação fotossinteticamente ativa, no tratamento 0% situou-se entre 6,3 e 8 MJ.m⁻².dia⁻¹ durante os ciclos avaliados. Os níveis de sombreamento dos tratamentos foram determinados a partir da medição da incidência da RFA em cada um dos tratamentos, ao longo do período experimental caracterizando os níveis de 0, 45, 59 e 76% de sombreamento (Tabela 2 e Figura 1).

Antes de cada corte de avaliação do experimento, realizou-se a contagem de perfis e a medição da altura média das plantas por vaso com o uso de régua graduada. Medi-se também a concentração de clorofila, de forma indireta, utilizando-se o sensor Chlorophyll meter SPAD 502 (Soil and Plant Analysis Development - Minolta)(índice SPAD). A cada corte de avaliação, as plantas foram separadas em folhas, colmos, material morto e inflorescências. A fração folha foi utilizada para determinação da área foliar (cm²) com o auxílio de um integrador de área foliar modelo LI-3100C (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA). As frações das plantas foram colocadas em estufa de circulação de ar para secagem a 60 °C por 72 horas. Após a secagem, foi determi-

nada a matéria seca das frações morfológicas assim como a matéria seca da parte aérea obtida pela soma dos pesos dos seus componentes. Foi obtida também a área foliar específica (razão entre área foliar e massa de folhas).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 14x4 com 14 acessos de *Paspalum spp.*, e quatro níveis de sombreamento, em três ciclos de avaliação. Os dados de produção de matéria seca foram submetidos a análise de variância com medidas repetidas no tempo, utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (Littell et. al., 2006). Os efeitos fixos do modelo foram os acessos, os níveis de sombreamento e sua interação. Os efeitos aleatórios foram os blocos e os ciclos de avaliação. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Uma análise multivariada foi realizada por meio de análise de componentes principais (PCA) pelo software PAST (Hammer et al., 2001), para verificar o agrupamento das diferentes respostas dos acessos para os níveis de sombreamento. Um gráfico de ordenação bidimensional (com dois componentes principais) foi elaborado, em que os eixos foram designados ao primeiro componente principal (PC1) e o segundo componente principal (PC2).

Foi realizada ainda análise de regressão linear e quadrática, entre sombreamento e produção de matéria seca para os acessos avaliados, para os modelos linear e quadrático, utilizando-se o procedimento PROCREG do SAS (Littell et. al., 2006).

Resultados e discussão

A análise dos componentes principais dos catorzes acessos de *Paspalum spp.*, apresentada na Figura 2, indica que os componentes primários (CP1) e secundários (CP2) foram responsáveis por 74 e 26%, respectivamente (total de 100%). O sombreamento impôs alterações nas caracte-

Figura 1. Variação horária da radiação fotossinteticamente ativa sobre vasos de acessos de *Paspalum spp.* mantidos a pleno sol (0%) e em três ambientes sombreado com tela de polipropileno (45, 59 e 76% de sombreadamento) durante o período de 07 de janeiro a 09 de abril de 2013 em São Carlos, SP.

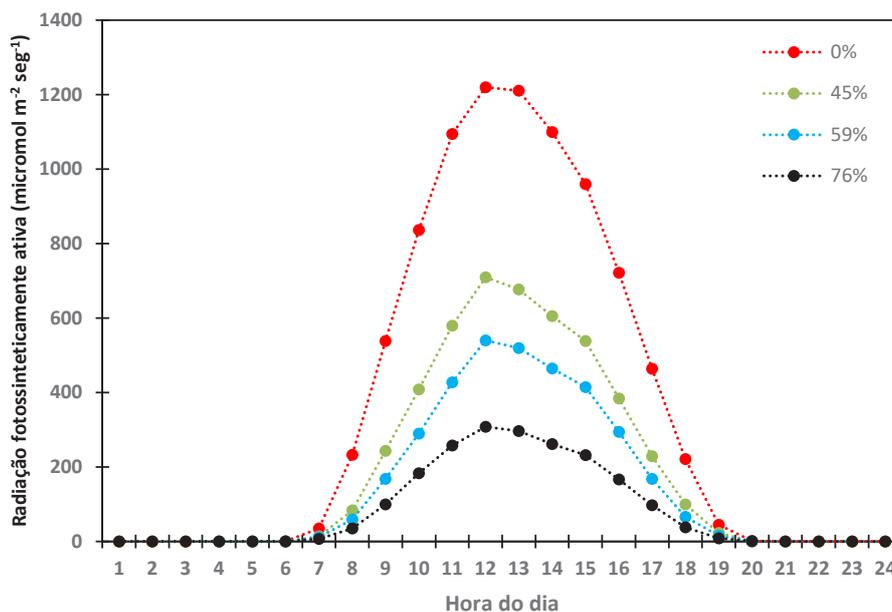
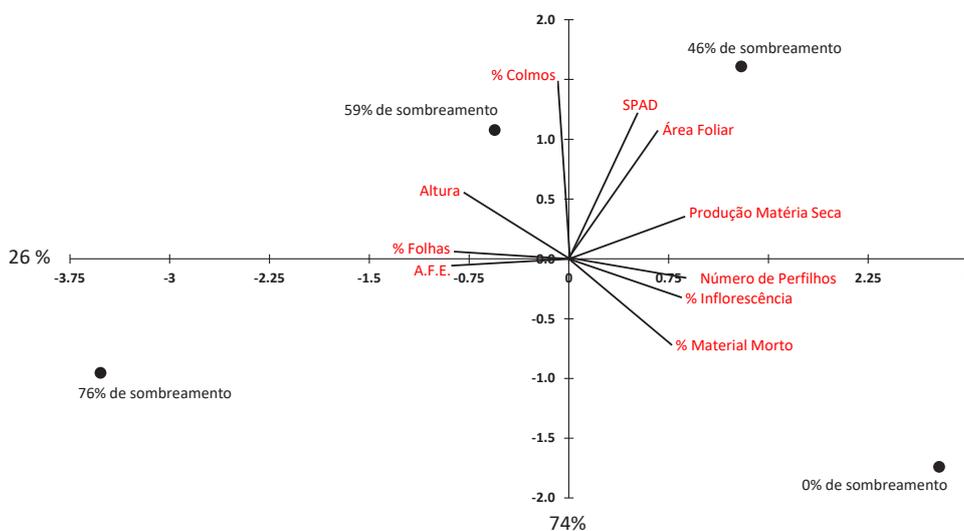


Figura 2. Análise dos componentes principais para parâmetros vegetativos e produtivos de catorze acessos de *Paspalum spp.* associados com quatro níveis de sombreadamento.



rísticas morfológicas e produtivas. As variáveis número de perfilhos, ocorrência de inflorescência e presença de matéria morta foram associadas às plantas conduzidas a 0% de sombreadamento (pleno sol). O regime de 45% de sombreadamento foi associado com as variáveis biomassa de parte aérea, área foliar e SPAD. As variáveis porcentagem de colmo e folha e altura das plantas foram associadas ao regime de sombreadamento de 59%, enquanto que o nível maior de sombreadamento (76%) foi associado com a variável área foliar específica.

Para as avaliações da biomassa de parte aérea, a interação genótipo x sombreadamento foi significativa ($P < 0,01$). As avaliações desse parâmetro para os catorze acessos de

Paspalum, por ciclo de rebrota, e a análise estatística com a média dos três ciclos estão apresentados na Tabela 3. As médias entre os acessos variaram de 5,85 (BGP-229) a 8,52 gr vaso⁻¹ (BGP-308) e, as médias entre níveis de sombreadamento variaram de 3,16 (76%) a 9,69 gr vaso⁻¹ (0%). A testemunha a pleno sol apresentou maior biomassa da parte aérea das plantas em relação ao tratamento 76% para todos os acessos avaliados. O acesso BGP-297 apresentou diminuição da biomassa de parte aérea quando submetido aos tratamentos 45%, 59% e 76% de sombreadamento, demonstrando diferença estatisticamente significativa em relação a 0% de sombreadamento. O acesso BGP-219 é o único que apresentou o mesmo desempenho em todos os níveis de

Tabela 3. Biomassa (g) da parte aérea por vaso de catorze acessos de *Paspalum spp.* submetidos a quatro níveis de sombreamento (0, 45, 59 e 76%) durante três ciclos de rebrotação.

Acesso	Sombreamento (%)				Média
	0	45	59	76	
BGP-112	11,18 A a	11,19 A a	6,43 A b	3,75 AB b	8,14
BGP-168	10,98 A a	9,12 AB a	8,06 A a	3,61 AB b	7,94
BGP-219	7,80 A a	7,43 B a	6,07 A a	4,19 AB a	6,37
BGP-229	8,49 A a	7,38 B a	5,06 A ab	2,47 AB b	5,85
BGP-234	8,64 A a	9,38 AB a	6,56 A a	2,14 AB b	6,68
BGP-238	7,90 A ab	10,97 AB a	7,84 A ab	5,36 A b	8,02
BGP-297	11,40 A a	7,40 B b	7,28 A b	2,68 AB c	7,19
BGP-248	9,76 A a	9,38 AB a	7,51 A a	3,14 AB b	7,45
BGP-252	9,85 A a	8,67 AB ab	5,83 A b	1,28 B c	6,40
BGP-258	10,18 A a	11,77 A a	8,17 A a	3,00 AB b	8,28
BGP-289	9,49 A a	9,83 AB a	7,13 A a	3,20 AB b	7,41
BGP-293	7,79 A a	8,65 AB a	7,83 A a	3,00 AB b	6,82
BGP-402	11,09 A a	10,63 AB a	8,36 A a	3,32 AB b	8,35
BGP-308	11,11 A a	11,24 A a	8,65 A a	3,08 AB b	8,52
Média	9,69	9,50	7,20	3,16	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

sombreamento. Para esse acesso nos dois menores níveis de sombreamento sua produção foi abaixo da média dos demais. Os acessos BGP-112 e BGP-252 apresentaram o mesmo desempenho em relação ao pleno sol quando submetidos ao sombreamento de 45% e, os demais acessos (BGP-168, BGP-229, BGP-234, BGP-238, BGP-248, BGP-258, BGP-289, BGP-293, BGP-402 e BGP-308) apresentaram a mesma produção em relação ao pleno sol em sombreamento até 59%.

Houve destaque para os acessos BGP-234, BGP-238, BGP-258, BGP-289 e BGP-293, que tiveram uma produção acima da média e que, em 45% de sombreamento produziram mais do que a testemunha a 0% de sombreamento. Dentre esses, ressalta-se que o acesso BGP-293 se destacou com maior produção em dois níveis de sombreamento (45 e 59%) em relação à testemunha.

Dos catorze acessos avaliados, sete apresentaram regressão quadrática significativa ($p < 0,001$) para a relação sombreamento versus produção de matéria seca (BGP-234; BGP-238; BGP-248; BGP-252; BGP-258; BGP-293 e BGP-308) (Figura 3). Para outros sete acessos apenas a regressão linear foi significativa mostrando redução da produção com o aumento do sombreamento (BGP-112; BGP-168; BGP-219; BGP-229; BGP-297 e BGP-289) (Figura 4). Dos cinco acessos que apresentaram bom desempenho produtivo com até 59% de sombreamento, dois apresentaram na regressão quadrática pontos de máxima produção acima de 30% de sombreamento (BGP-238 com 32,4% e BGP-293 com 31,1%), apresentando bom potencial para ambientes sombreados.

Nesse experimento, as plantas conduzidas a pleno sol

apresentaram maior ocorrência de florescimento e aumento do número de perfilhos. Gramíneas tropicais que crescem a pleno sol geralmente são associadas a fatores de produtividade, com elevados rendimentos (Guenni et al., 2008; Paciullo et al., 2011). Por outro lado, as que crescem em regime de sombreamento em sub-bosques apresentam alterações em seus componentes morfológicos e na produção. Foi verificado que essas alterações também ocorreram em ambientes sob sombra artificial (Andrade et al. 2004; Paciullo et al, 2011; Pezzopane et al., 2020).

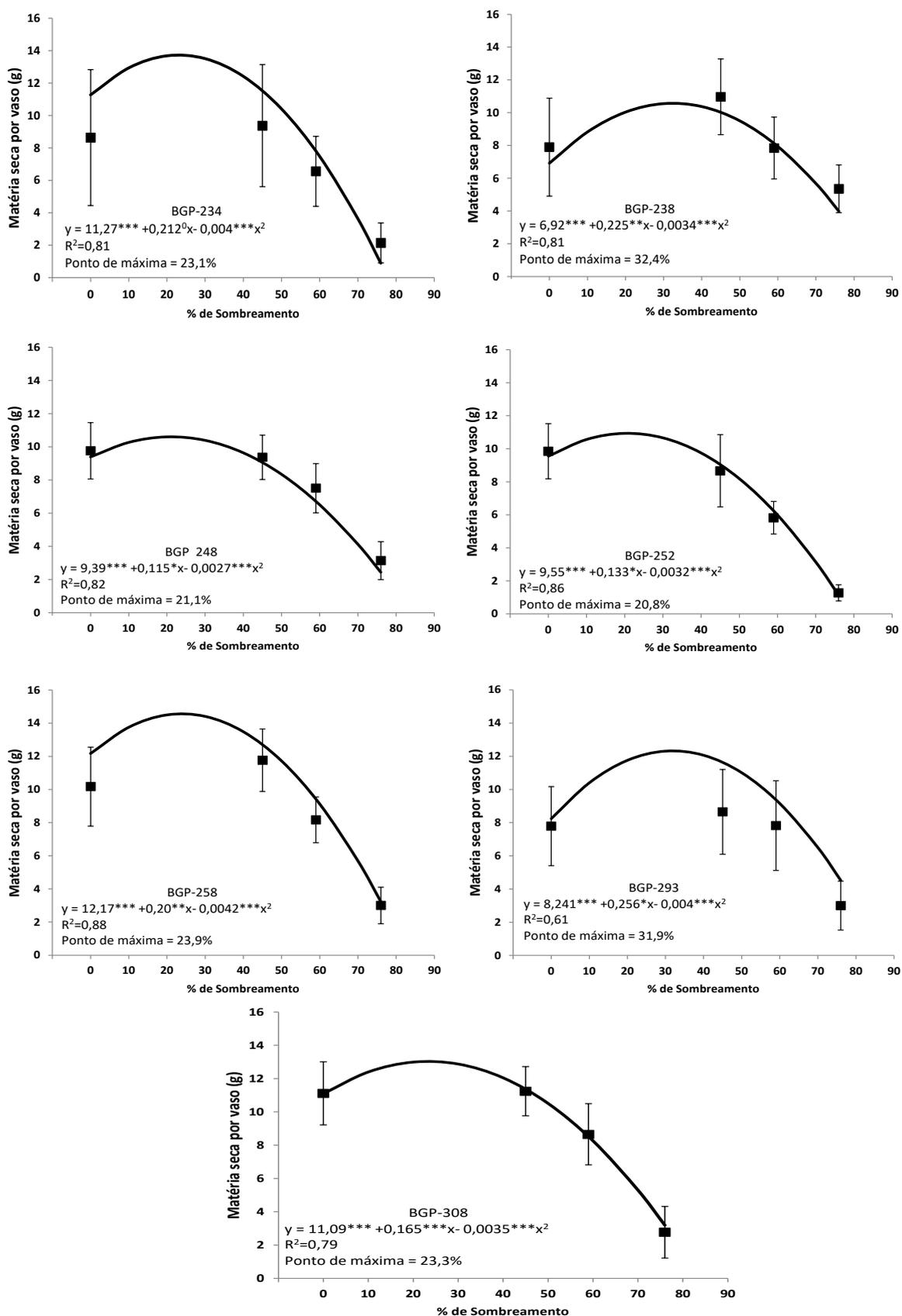
As mudanças morfológicas em gramíneas conduzidas sob ambiente sombreado podem ser sintetizadas na redução de perfilhamento e densidade de raízes e aumento dos internódios e altura de plantas, sendo esses dois últimos como um estímulo na busca da luz (Beard, 1997). Outros autores, como Cruz et al. (1999), Durr & Rangel (2000) e Paciullo et al. (2007) constataram que os efeitos mais comuns da sombra na alocação de recursos nas gramíneas são um aumento na proporção de folhas e na área foliar específica, além da diminuição no teor de matéria seca, em função da maximização da interceptação de luz com o mínimo investimento em energia. Os dados obtidos nesse trabalho em relação ao comportamento das variáveis área foliar, altura, proporção de folhas e área foliar específica (Figura 2) dos diferentes acessos do gênero *Paspalum*, em condições de aumento de sombreamento, corroboram com esses autores.

Apesar das alterações morfológicas nas plantas, promovidas pela sombra, o que influenciará na produção de matéria seca, Baldwin et al. (2008) relatam que existe diversidade de respostas de acessos de uma espécie em relação ao sombreamento. Isso ocorre, de acordo com Dias Filho (2000), devido à diferente capacidade das espécies para se adaptar, morfológica e fisiologicamente, a um nível particular de irradiância. Com relação à biomassa da parte aérea, foram identificadas diferenças entre os acessos desse trabalho em relação aos diferentes níveis de sombreamento, sendo que, os acessos BGP-112, BGP-258 e BGP-308 apresentaram maior produção de biomassa em comparação aos acessos BGP-219, BGP-229 e BGP-297 para o nível de sombreamento intermediário de 45%.

A mesma análise pode ser apresentada com relação à tolerância ao sombreamento, foco desse trabalho. O desempenho dos acessos BGP-238 e BGP-293, que apresentaram maiores níveis de produção com 32,4 e 31,9% respectivamente, mostra que esses acessos têm boa tolerância ao sombreamento (Figura 2). O comportamento de platô de produção em níveis elevados de sombreamento é observado em algumas espécies de plantas tropicais e subtropicais (Pang et al., 2019).

Para o gênero *Paspalum* a literatura apresenta várias espécies com alta tolerância ao sombreamento (Wong, 1991), que podem produzir mais matéria seca sob a sombra das

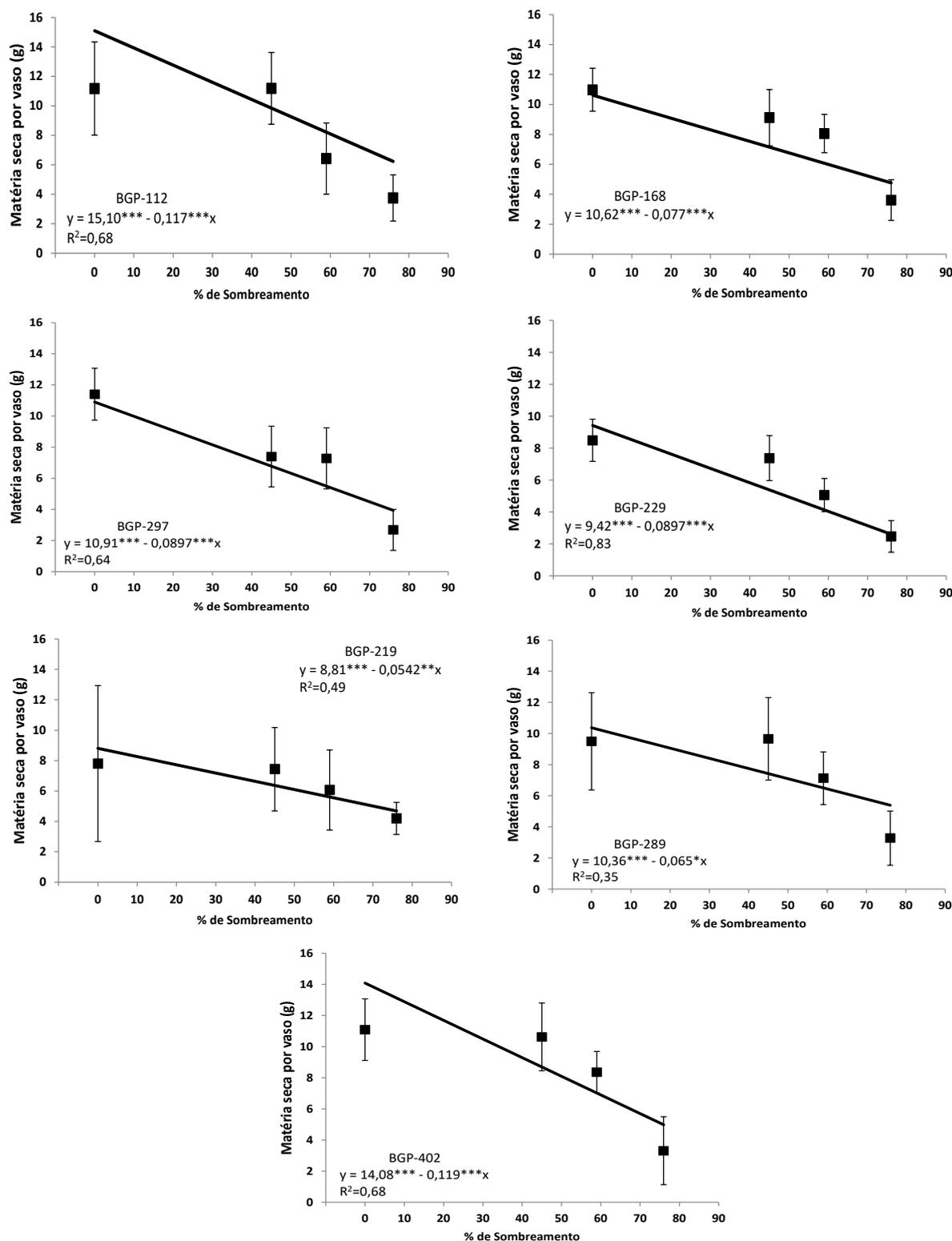
Figura 3. Análise de regressão linear entre a porcentagem de sombreamento e produção de matéria seca por vaso para sete genótipos do gênero *Paspalum*. (***) $p < 0,001$; ** $0,01 > p \geq 0,001$; * $0,05 > p \geq 0,01$; \circ $0,010 > p \geq 0,05$).



árvores do que a pleno sol (Wilson et al., 1990). O *Paspalum atratum* cv. Pojuca, gramínea forrageira de alta capacidade produtiva, demonstra bom desempenho sob sombreamen-

to natural na Amazônia Ocidental (Costa et al., 1998), sendo esta da mesma espécie do acesso BGP-308, que também apresentou bom desempenho em níveis intermediários de

Figura 4. Análise de regressão linear entre a porcentagem de sombreamento e produção de matéria seca por vaso para sete genótipos do gênero *Paspalum*. (***) $p < 0,001$; ** $0,01 > p \geq 0,001$; * $0,05 > p \geq 0,01$;



sombreamento. Além disso, na análise de componentes principais, a produção de matéria seca foi associada ao nível intermediário de sombreamento (45%) (Figura 2).

Apesar de existir gramíneas plenamente adaptadas a ambientes sombreados, como é o caso do capim-pensacola, que em trabalho de Andrade et al. (2004) apresentou maior crescimento sob níveis intermediários de sombreamento

do que a pleno sol, essas podem apresentar baixa capacidade produtiva. Segundo esses autores, isso mostra que a tolerância ao sombreamento não deve ser o único critério de escolha de espécies forrageiras para uso em sistemas silvipastoris, sendo que a capacidade produtiva, adaptação às condições edafoclimáticas e de manejo, resistência a pragas e doenças, e valor nutritivo também devem ser

considerados. No nosso trabalho, o acesso BGP-219 da espécie *P. umbrosum* apesar de não apresentar diferenças estatísticas para a produção de biomassa entre todos os níveis, apresentou menor produção em comparação aos demais acessos.

A técnica de estudo desse trabalho, que utilizou o sombrite (tela de polipropileno) para avaliar a tolerância ao sombreamento, apresenta a vantagem de isolar apenas o efeito da radiação solar. Em ambiente de sombreamento sob a copa das árvores esse efeito poderia ser mascarado pela competição por água e nutrientes. Por outro lado, a técnica pode apresentar a desvantagem com relação ao estudo em ambientes naturais de sub-bosque, pois nesses ocorre alteração não somente na intensidade, mas também na qualidade (*relação vermelho:vermelho distante*) da radiação incidente no sub-bosque (Andrade et al., 2004). A redução da relação *vermelho:vermelho distante* proporcionada pelo sombreamento natural possui importantes efeitos sobre o perfilhamento das gramíneas (Evers et al., 2006), embora nesse trabalho o perfilhamento também tenha sido alterado nos ambientes sombreados artificiais (Figura 2).

Outro fato relevante que pode influenciar no desempenho das plantas no ambiente artificial é que, em ambiente de sombrite (tela de polipropileno), a redução da incidência da luz solar é praticamente constante ao longo do dia (Figura 1). Já para ambientes naturais ocorre uma redução não homogênea de incidência da RFA com a ocorrência de *sunflecks*, que são breves e intermitentes períodos de alta densidade de fluxo de fótons (PFD), o que pode melhorar significativamente o ganho fotossintético em sub-bosques de floresta sombreada e copas de árvores mais baixas (Way & Pierce, 2012).

Apesar dessas limitações experimentais os resultados obtidos são úteis para a seleção dos melhores genótipos. A partir desses resultados será necessária a realização de experimentação sob condições de campo para confirmar as respostas produtivas dos acessos de *Paspalum* ao assombreamento e validar o potencial de uso em sistemas silvipastoris.

Conclusões

O sombreamento com tela de polipropileno impõe alterações morfológicas (altura, área foliar e área foliar específica) e produtivas (número de perfilhos e matéria seca) a acessos do gênero *Paspalum*.

Os acessos *Paspalum malacophyllum* BGP-293, *P. urvillei* x *P. dilatatum* BGP-238, *P. regnellii* BGP-258 e *P. dilatatum* BGP-234 mostram bom potencial para utilização como plantas forrageiras em ambientes com sombreamento moderado

Contribuição dos autores

F. CORADINI concepção do trabalho, aquisição e análise dos dados e redação do artigo. A. G. LIMA, J.V. DE L. FIORINI e A. SIMONETTI aquisição e análise dos dados. C. G. PEZZOPANE, P. G. CRUZ e C. BOSI análise dos dados e redação do artigo. P. M. SANTOS concepção do trabalho e redação do artigo. J. R. M. PEZZOPANE concepção do trabalho, aquisição e análise dos dados e redação e revisão do artigo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fapesp, pelo auxílio financeiro (Processo 2011/20558-0) para a execução do projeto, e ao CNPq pela concessão de bolsa de Iniciação Científica a Flávia Coradini, Pós-doutoramento a Cristiam Bosi e de Produtividade de Pesquisa a José Ricardo Macedo Pezzopane e Patrícia Menezes Santos.

Referências bibliográficas

- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C.; VAZ, F.A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.263-270, 2004.
- Baldwin, C.M.; Liu, H.; McCarty, L.B. Diversity of 42 Bermudagrass Cultivars in a Reduced Light Environment. **Acta Hort.**, 783, p. 147-157. 2008. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.783.13
- Beard, J.B. Shade stress and adaptation mechanisms of turfgrasses. **International Turfgrass Research Journal**, v. 8, p.1186-1195. 1997
- BELONI, T.; PEZZOPANE, C. G.; ROVADOSCKI, G. A.; FÁVERO, A. P.; DIAS-FILHO, M. B.; SANTOS, P. M. Morphological and physiological responses and the recovery ability of *Paspalum* accessions to water deficit and waterlogging. **Grass And Forage Science**, v. 72, p. 1-11, 2017. DOI: 10.1111/gfs.12281
- COSTA, N.L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A. Avaliação agrônômica de gramíneas forrageiras sob sombreamento de seringal adulto. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém, PA. **Anais.....** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. p.201-203.
- CRUZ, P.; SIERRA, J.; WILSON, J.R.; DULORMNE, M.; TOURNEBIZE, R. Effects of shade on the growth and mineral nutrition of tropical grasses in silvopastoral systems. **Annals of Arid Zone**, v. 38(3&4), p. 335-361, 1999
- DIAS FILHO, M.B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2335-2341, 2000. DOI: 10.1590/S0100-204X2000001200003
- DURR, P.A.; RANGEL, J. The response of *Panicum maximum* to a simulated subcanopy environment 1. Soil x shade interaction. **Tropical Grasslands**, 34, 110-117, 2000.
- EVERS, J.B.; VOS, J.; ANDRIEU, B.; STRUIK, P.C. Cessation of Tillering in Spring Wheat in Relation to Light Interception and Red : Far-red Ratio. **Annals of Botany**, v. 97 (4), p. 649-658, 2006. DOI: 10.1093/aob/mcl020
- FRANKE, I.L.; LUNZ, A.M.P.; VALENTIM, J.F.; AMARAL, E.F.; MIRANDA, E.M. Situação atual e potencial dos sistemas silvipastoris no Estado do Acre. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL; FAO, 2001. p.19-40.

- GARCIA, R.; ANDRADE, C.M.S. Sistemas silvipastoris na Região Sudeste. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL; FAO, 2001. p.173-187.
- GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture Ecosystem and Environmental**, v. 199, p.394-406, 2015. DOI: 10.1016/j.agee.2014.10.008
- GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply **Tropical Grasslands**, v. 42, p. 75-87, 2008.
- HAMMER, O.; HARPER, D.; RYAN, P.D. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v 4, p 1-9, 2001
- LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. **Plant Physiological Ecology**. (Springer-Verlag: New York). 1998.
- LITTELL, R.C., et al., **SAS for Mixed Models**. SAS Institute, Cary, 2006
- PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p.573-579, 2007. DOI: 10.1590/S0100204X2007000400016
- PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.A.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.917-923, 2008.
- PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; SOUZA SOBRINHO, F.; CARVALHO, C.A.B. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 40, p. 270-276, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000200006
- PANG, K.; VAN SAMBEEK, J.W.; NAVARRETE-TINDALL, N.E.; LIN, C.H.; JOSE, S.; GARRETT, H.E. Responses of legumes and grasses to non-, moderate, and dense shade in Missouri, USA. I. Forage yield. and its species-level plasticity. **Agroforestry Systems**, v. 93, p.11-24. 2019. DOI 10.1007/s10457-017-0067-8
- PEZZOPANE, C.G.; LIMA, A. G. ; CRUZ, P.G.; BELONI, T.; FAVERO, A.P.; SANTOS, P.M. Evaluation and strategies of tolerance to water stress in *Paspalum* germplasm. **TROPICAL GRASSLANDS - FORRAJES TROPICALES**, v. 5, p. 153-162, 2017. DOI: 10.17138/tgft(5)153-162
- PEZZOPANE, J.R.M., BERNARDI, A.C.C.; AZENHA, M.V.; OLIVEIRA, P.P.A.; BOSI, C.; PEDROSO, A.F.; ESTEVES, S.N. Production and nutritive value of pastures in integrated livestock production systems: shading and management effects. **Scientia Agricola**, v. 77, p.1-10, 2020. DOI: 10.1590/1678-992x-2018-0150
- RIBASKI, J.; DEDECEK, R. A.; MATTEI, V. L.; FLORES, C. A.; VARGAS, A. F. C.; RIBASKI, S. A. G. Sistemas silvipastoris: estratégias para o desenvolvimento rural sustentável para a metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 150).
- VALLS, J. F. M. Origem do germoplasma de *Paspalum* disponível no Brasil para a área tropical. In: RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICAIS, 1992, Brasília, DF. (Documento de trabajo no. 117). Cali: Ciat p. 69-80. 1992
- WAY, D.A.; PEARCY, R.W. Sunflecks in trees and forests: from photosynthetic physiology to global change biology. **Tree Physiology**, v. 32, p. 1066-1081. 2012. DOI: 10.1093/treephys/tps064
- WILSON, J.R.; HILL, K.; CAMERON, D.M.; SHELTON, H.M. The growth of *Paspalum notatum* under the shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. **Tropical Grasslands**, v.24, p.24-28, 1990.
- WONG, G.G. Shade tolerance of tropical forages: a review. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, p.64-80. 1991.

REFERENCIAÇÃO

CORADINI, F.; LIMA, A. G.; FIORIN, J. V. L.; SIMONETTI, A.; PEZZOPANE, C. G.; CRUZ, P. G.; BOSI, C.; SANTOS, P. M.; PEZZOPANE, J. R. M. Respostas produtivas de acessos de *Paspalum spp.* ao sombreamento artificial. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.29, e026875, 2021.



Responses of *Paspalum spp.* accessions to artificial shading

Flavia Coradini¹, Arthur Galleti Lima², João Vitélio de Lima Fiorin³, Ary Simonetti³, Cristiana de Gaspari Pezzopane⁴, Pedro Gomes da Cruz⁵, Cristiam Bosi⁶, Patricia Menezes Santos⁶ and José Ricardo Macedo Pezzopane^{6(*)}

¹Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO. Descalvado, SP, Brazil. E-mail: flacoradini@hotmail.com

²Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus Rio Claro. Rio Claro, SP, Brazil. E-mail: arthurgalletilima6@hotmail.com

³Centro Universitário de Araraquara – UNIARA. Araraquara, SP, Brazil. E-mails: fiorintti@hotmail.com and ary009simonetti@hotmail.com

⁴Centro Universitário Central Paulista, UNICEP. São Carlos, SP, Brazil. E-mail: crisgaspari@unicep.com.br

⁵Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, Brazil. E-mail: pedro-gomes.cruz@embrapa.br

⁶Embrapa Pecuária Sudeste. Rodovia Washington Luiz, km 234, s/nº, Fazenda Canchim, Caixa Postal 339, CEP 13560-970- São Carlos, SP, Brazil. E-mails: cristiambosi@yahoo.com.br, patricia.santos@embrapa.br and jose.pezzopane@embrapa.br

(*)Corresponding author.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 January 2021

Accepted 5 September 2021

Index terms:

leaf area

biomass

forage

photosynthetically active radiation

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of shading on growth and production parameters of fourteen accessions of *Paspalum spp.* with potential for use as a forage plant. An experiment was carried out in pots where accessions were grown conducted under four levels of artificial shading under polypropylene screens (0%, 45%, 59% and 76%) during three growth cycles, fertilized and irrigated. The number of tillers per pot, height of the medium tiller of each plant, leaf area, specific leaf area and aboveground biomass were assessed. A principal component analysis was performed for the association of shading regimes and morphological and productive characteristics of the accessions. The aboveground biomass data were compared by the Tukey test at 5% probability. The obtained showed that the shade provided changes in the morphological characteristics (tillering, height and leaf area) and in the aboveground biomass of the evaluated accessions. For breeding programs, when the objective is to produce materials more adapted to the shaded environment, *Paspalum malacophyllum* BGP-293, *P. urvillei* x *P. dilatatum* BGP-238, *P. regnellii* BGP-258 and *P. dilatatum* BGP-234, and should be evaluated under natural shade to confirm its potential for use as forage grass in silvopastoral systems.

© 2021 SBAgro. All rights reserved.

CITATION

CORADINI, F.; LIMA, A. G.; FIORIN, J. V. L.; SIMONETTI, A.; PEZZOPANE, C. G.; CRUZ, P. G.; BOSI, C.; SANTOS, P. M.; PEZZOPANE, J. R. M. Respostas produtivas de acessos de *Paspalum spp.* ao sombreamento artificial. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.29, e026875, 2021.