



ARTIGO ORIGINAL

Ana Lúcia Hanisch<sup>1\*</sup>  
Daniel Dalgalo<sup>2</sup>  
Edison Xavier de Almeida<sup>3</sup>  
Raquel Rejane Bonato Negrelle<sup>4</sup>

## Desempenho e composição química de missioneira-gigante cultivada em sistema silvipastoril tradicional em duas alturas de pastejo

### *Performance and chemical composition of the giant-missionary grass in traditional silvopastoral system in two grazing heights*

<sup>1</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, BR 280, 1101, CEP 89460-000, Bairro Campo da Água Verde, Canoinhas, SC, Brasil

<sup>2</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, Rua Sete de Setembro, 870, CEP 89460-000, Centro, Porto União, SC, Brasil

<sup>3</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, Estrada Geral do Lageado Aguas Negras, CEP 88400-000, Ituporanga, SC, Brasil

<sup>4</sup> Universidade Federal do Paraná – UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, CEP 80250-190, Juveve, Curitiba, PR, Brasil

\*Autor Correspondente:

E-mail: [analucia@epagri.sc.gov.br](mailto:analucia@epagri.sc.gov.br)

#### PALAVRAS-CHAVE

Caíva

Pastejo

Sistemas integrados de produção animal

Teor de clorofila

#### KEYWORDS

Caiva

Grazing

Integrated Crop-Livestock System

Chlorophyll content

**RESUMO:** Visando subsidiar ações de manejo de pastagem em sistemas silvipastoris, apresentam-se os resultados da avaliação do efeito do sombreamento arbóreo sobre a disponibilidade de forragem, composição química e teor de clorofila da grama missioneira-gigante cv. SCS 315 Catarina gigante (*Axonopus catharinensis* Valls), manejada sob duas alturas de pastejo, em sistema de pastejo rotacionado. O experimento foi conduzido por dois anos, em propriedade rural com sistema silvipastoril tradicional do Sul do Brasil (caívas), no município de Porto União, SC. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, totalizando quatro tratamentos formados pela interação entre dois ambientes (sol e sombra) e duas alturas de entrada de pastejo (30 e 60 cm), sob pastejo rotacionado. Nenhuma das variáveis analisadas do pasto foi afetada pela altura de pastejo. Tampouco houve interação entre sombreamento e altura de pastejo. O sombreamento médio promovido pelo estrato arbóreo foi de 60% e afetou a disponibilidade de forragem ao longo das estações de crescimento, com redução próxima a 50% na área sombreada. Registrou-se aumento do teor de proteína bruta e do teor de fósforo na composição química da forragem e no teor de clorofila *b* nas folhas cultivadas na sombra. A missioneira-gigante reduz em 50% a disponibilidade de forragem com aumento do sombreamento acima de 50%, mas promove aumento no teor de proteína bruta e fósforo nas folhas.

**ABSTRACT:** Aiming to subsidize grazing management activities in silvopastoral systems, the results of the evaluation of tree shade effect on forage availability, chemical composition and chlorophyll content of missionary giant grass cv. SCS 315 giant Catarina (*Axonopus catharinensis* Valls), managed in two heights grazing in rotational grazing system are presented. The experiment was conducted for two years, in rural property with traditional silvopastoral system in southern Brazil (caívas) in the city of Porto União, Santa Catarina State, Brazil. We used completely randomized design in a 2 x 2 factorial scheme with four treatments, formed by the interaction between two environments (sun and shade) and two grazing input heights (30 and 60 cm), under rotational grazing. None of the variables pasture was affected by grazing height. There was also no interaction between shade and grazing height. The average shading promoted by the tree layer was 60% and affected the availability of forage during the growing season, with near 50% reduction in the shaded area. It was recorded an increase in the crude protein content and phosphorus content in the chemical composition of forages and *b* chlorophyll content in leaves grown in the shade. The giant missionary reduces by 50% the availability of forage with increased shading above 50%, but promotes an increase in crude protein and phosphorus content in the leaves.

Recebido: 20 jul. 2016

Aceito: 12 jan. 2017

## 1 Introdução

No Sul do Brasil ocorrem as áreas de caíva – termo regionalmente dado a sistemas silvipastoris tradicionais que conciliam a conservação de remanescentes da Floresta Ombrófila Mista à extração da erva-mate e à atividade pecuária (Machado Mello & Peroni, 2015).

A produção pecuária nas caívas, predominantemente bovina, ocorre através do pastejo de forrageiras naturalizadas que compõem o estrato herbáceo dessas áreas (Hanisch et al., 2010). Este é um tipo de uso tradicional que pode ser considerado um SIPA – Sistema Integrado de Produção Agropecuária (Carvalho et al., 2014), sendo ecológica e culturalmente adaptado a uma região.

Assim como em outros sistemas silvipastoris, nas caívas a produtividade forrageira é afetada pela presença de diversas espécies arbóreas, cujas copas sombreiam grande proporção do solo, em diferentes intensidades (Hanisch et al., 2010). Nesses locais, a radiação incidente nas folhas próximas ao chão é semelhante ao observado em áreas de florestas, e devido à atenuação da mesma através dos vários estratos arbóreos, pode ser de 1 a 2% da radiação incidente nas folhas do dossel arbóreo (Taiz & Zeiger, 2013). Em decorrência da redução na radiação incidente e das alterações na relação do espectro da luz (ex. vermelho: vermelho-extremo), há alteração da composição dos pigmentos celulares (Feldhake & Belesky, 2009; Garcez-Neto et al., 2010). Como resultado, evidenciam-se alterações importantes na produção de matéria seca e valor nutritivo da forragem (Varella et al., 2010; Baldissera et al., 2016).

Dessa forma, o manejo de espécies forrageiras em sistemas silvipastoris, como as caívas, deve considerar as diferenças estruturais às quais as plantas estarão sujeitas para adaptação a esses ambientes com menor intensidade luminosa. Um exemplo tem sido a recomendação de alturas de pastejo mais adequadas para obtenção de forragem com melhor relação folha: colmo, acúmulo de folhas e valor nutricional (Carnevalli et al., 2006). O controle da altura de pastejo pode ser alcançado através do manejo do pasto sob pastejo rotacionado. Neste sistema não são estabelecidos intervalos fixos de ocupação ou descanso do pasto, no entanto, o momento de pastejo é determinado em função da altura preestabelecida da pastagem na entrada e na saída dos animais. Dessa forma, o tempo de descanso da pastagem varia com as estações do ano, sendo o manejo do pasto baseado na premissa de que a planta indicará o momento certo de ser pastoreada, manejo conhecido como “Pastoreio Voisin”.

A grama missioneira-gigante cv. SCS 315 Catarina gigante (*Axonopus catharinensis* Valls) é uma espécie nativa do Sul do Brasil e tem apresentado adaptação de uso em sistemas intensivos de produção em regiões subtropicais (Miranda et al., 2012; Hanisch et al., 2016). Seu desempenho produtivo e persistência em ambientes sombreados fazem com que essa espécie seja indicada para uso em sistemas silvipastoris (Soares et al., 2009; Baldissera et al., 2016), inclusive em cultivo consorciado com leguminosas forrageiras (Pachas et al., 2013).

Visando subsidiar ações de manejo de pastagem nos sistemas silvipastoris tradicionais do Sul do Brasil, apresenta-se resultado da avaliação do efeito do sombreamento arbóreo sobre a disponibilidade de forragem, composição química e teor de

clorofila da grama missioneira-gigante cv. SCS 315 Catarina gigante, manejada sob duas alturas de pastejo, em sistema de pastejo rotacionado.

## 2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no município de Porto União, SC (26°19'38.2"S, 50°54'22.0"W, clima Cfb e 764 m de altitude), no período de fevereiro de 2012 a abril de 2014, em uma propriedade rural com seis hectares de pastagem perene de verão composta, predominantemente, de missioneira-gigante, dividida em 58 piquetes. Destes, foram selecionados oito piquetes, de 900 m<sup>2</sup> cada (já estabelecidos em função do tamanho do rebanho e do manejo de pastejo rotacionado), sendo quatro localizados a pleno sol e quatro dentro da caíva, totalizando uma área experimental de 7.200 m<sup>2</sup>.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 2, sendo o primeiro fator o sombreamento (pleno sol e caíva) e o segundo fator, a altura do pasto de missioneira-gigante no momento da entrada dos animais nos piquetes (30 e 60 cm), totalizando quatro tratamentos, com duas repetições cada, com cada repetição formada por piquetes de 900 m<sup>2</sup>.

A altura de 30 cm foi selecionada porque a pleno sol o acúmulo máximo de folhas para a missioneira-gigante tem sido observado com a altura de pastejo entre 25-30 cm, que corresponde a aproximadamente 95% da interceptação da radiação luminosa (Baldissera et al., 2016), e a altura de 60 cm por ser a altura máxima observada para a missioneira-gigante em condições de pastejo.

Em função do histórico de uso das áreas antes da implantação da pastagem perene (lavoura na área a pleno sol e pastagem naturalizada extensiva na área de caíva), os atributos de solo apresentaram diferenças entre os dois ambientes, embora o único fator limitante observado tenha sido o pH dos piquetes na caíva, que foi corrigido com a aplicação de duas toneladas de calcário dolomítico (PRNT 80%) em cobertura sobre a pastagem. Durante o período experimental, todos os piquetes que formavam as parcelas amostrais receberam a mesma adubação que os demais piquetes da propriedade. A adubação foi aplicada em cobertura, de acordo com a recomendação da CQFS-RS/SC (2004), adotando-se o uso de 100 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio, proveniente de diferentes formulações orgânicas e solúveis, e a manutenção dos teores dos demais nutrientes nos níveis médio/alto para forrageiras perenes de verão.

Para identificar e quantificar as espécies responsáveis pelo sombreamento na caíva, foi realizado um levantamento do estrato arbóreo no início do experimento. Foram caracterizadas 114 árvores de 20 espécies nativas de Floresta Ombrófila Mista, pertencentes a 13 famílias botânicas (Tabela 1), além de 10 árvores de *Pinus elliotti* e 8 árvores frutíferas. Esse resultado equivale a 367 árvores ha<sup>-1</sup>, o que está de acordo com Hanisch et al. (2010) para os padrões de densidade arbórea das caívas na região do Planalto Norte Catarinense. A altura máxima e mínima das árvores foi de 30 e 6 m, respectivamente, para indivíduos das espécies de *Araucaria angustifolia* e *Inga uruguensis* L.

Para monitoramento da radiação fotossinteticamente ativa – RFA foram realizadas duas avaliações, uma na primavera, no mês de outubro de 2013, e outra no verão, em

**Tabela 1.** Espécies arbóreas e número de indivíduos nos piquetes (P) em uma área de caíva com cultivo de missioneira-gigante. Porto União, SC.**Table 1.** Tree species and number of individuals in the paddocks (P) in a caíva area with missionary-giant farming. Porto União, Santa Catarina State, Brazil.

Família	Espécie	Nome popular	P 1	P 2	P 3	P 4	TOTAL
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	caíva		1			1
	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil.	erva-mate		1			1
Araucariaceae	<i>Araucária angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	pinheiro	5	3	15	16	39
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	caroba			4		4
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	carne-de-vaca			3		3
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	leiteiro			1		1
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	branquilha			1		1
Fabaceae	<i>Inga uruguensis</i> L.	ingá			1		1
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã		1			1
Lauraceae	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	canela- fedida			1		1
	<i>Ocotea porosa</i> (Nees) Barroso	imbuia	7	13	10	15	45
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Ness	canela-guaicá			1		1
	<i>Ocotea</i> sp.	canela	3	3	1		7
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro-branco			2		2
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	guabirova		1		1	2
	<i>Myrcia</i> sp.	guamirim			1		1
Rosaceae	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	marmeleiro			1		1
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl)	pau-marfim				1	1
Winteraceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjarana				1	1
TOTAL			15	23	42	34	114

março de 2014, no horário entre as 11:00 e 13:00 h, com céu limpo. Foi utilizado medidor digital portátil de radiação PAR e luminosidade LightScout® em Fluxo Fotossintético de fótons (PPFD –  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Foram realizadas 20 leituras por parcela (piquete), tomadas através do método do caminhamento em linhas, com uma leitura a cada 10 m. Os valores de RFA médio foram de 1311 e 1440  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  na área a pleno sol e de 375 e 501  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  na caíva, respectivamente para o ano de 2013 e 2014. O sombreamento médio a que a pastagem ficou exposta na caíva durante o período de primavera/verão foi de 65%.

A área foi pastejada durante todas as estações do ano. No período de inverno, todas as parcelas foram sobressemeadas com uma mistura de 60 kg ha<sup>-1</sup> de aveia branca (*Avena sativa*) e 30 kg ha<sup>-1</sup> de azevém (*Lolium multiflorum*) cv. Eclipse. Para as pastagens de inverno, foi adotada a altura de corte de 35 cm, em média.

Para avaliação da disponibilidade de forragem, foi realizado um corte de uniformização em todas as parcelas no dia 23 de fevereiro de 2012. Os cortes de avaliação iniciaram em 19 de março de 2012 e seguiram até abril de 2014, sempre antes da entrada dos animais nos piquetes, de acordo com as alturas preestabelecidas. O número total de cortes para o período experimental foi de 16, 14, 13 e 12, respectivamente, para os tratamentos pleno sol 30 cm, caíva 30 cm, pleno sol 60 cm e caíva 60 cm. O acompanhamento da altura do pasto foi realizado semanalmente, através da medição de dez pontos por piquete, com régua graduada.

Os cortes da pastagem foram realizados a 5 cm do solo, com tesoura de tosquia com auxílio de quadros de 0,25 m<sup>2</sup>, lançados aleatoriamente em dez pontos em cada parcela. As amostras cortadas foram pesadas e levadas para secagem em estufa de

circulação forçada de ar a 65 °C, até peso constante, quando foram novamente pesadas, para determinação do teor de massa seca.

Logo após os cortes, as parcelas foram pastejadas por um rebanho de 18 vacas leiteiras da raça Jersey, que permanecia nas mesmas até o rebaixamento do pasto a uma altura média de 5 cm do solo.

A determinação da composição química da forragem foi realizada para o período primavera-verão de cada ano (cortes da pastagem entre a segunda quinzena de outubro e a primeira quinzena de abril). As amostras secas desses cortes foram agrupadas por tratamento, formando amostras compostas. Estas, por sua vez, foram trituradas em moinho tipo Willey e encaminhadas para análise laboratorial utilizando-se o método de Espectroscopia de Infravermelho Próximo (NIRS) para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e teores de cálcio, potássio, fósforo e magnésio.

Para determinação do teor de clorofila, em fevereiro de 2014, quatro plantas de missioneira-gigante de cada ambiente luminoso foram transplantadas para vasos com capacidade para 10 kg de terra, a fim de serem transportadas “in vivo” para o local de análise. No laboratório, a clorofila foi extraída utilizando-se 10 discos foliares de 0,79 cm<sup>2</sup> retirados do terço médio das folhas, macerados com 20 cm<sup>3</sup> do reagente Acetona PA a 80% e posteriormente filtrados (Lichtenthaler, 1987). O sobrenadante foi medido em espectrofotômetro do tipo Shymadzu UV-1601®, nos comprimentos de onda 645 nm e 663 nm, posteriormente os valores obtidos foram substituídos nas Equações de Linder para obtenção do teor de clorofila.

Os resultados da disponibilidade de forragem foram agrupados em duas estações do ano, primavera-verão e outono-inverno e foram submetidos à análise de normalidade (Shapiro Wilks) e de variância (teste F) utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2010). Foram considerados como fontes de variação o sombreamento, as alturas de corte e a interação ambiente e altura, testadas a 5% de probabilidade. A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a significância. Para comparação de médias, foi utilizado o teste de Tukey a 5%. Para análise do teor de clorofila nas folhas da missioneira-gigante, os resultados foram comparados pelo teste t, também sendo utilizado o nível de 5% de significância do erro.

### 3 Resultados e Discussão

O sombreamento na caíva influenciou a disponibilidade de forragem acima de 5 cm, nas diferentes estações e nos dois anos. Não foi observado efeito da altura de pastejo, nem da interação entre altura e sombreamento em nenhum período (Tabela 2).

A disponibilidade de forragem de missioneira-gigante na área de caíva foi, aproximadamente, 50% da produção observada a pleno sol, comprovando o efeito restritivo do sombreamento intenso sobre o crescimento da pastagem. Por outro lado, a manipulação da altura de pastejo na entrada dos animais no pasto não apresentou efeito significativo, embora na caíva a altura de 60 cm tenha promovido uma tendência de aumento da produção.

Os valores médios anuais de disponibilidade de forragem no período primavera-verão entre 5,5-6,5 t de MS ha<sup>-1</sup> obtidos com um sombreamento acima de 60% podem ser considerados indicadores do potencial produtivo da missioneira-gigante para uso no melhoramento das pastagens em áreas de caíva. Apesar de serem valores baixos em relação ao potencial da espécie a pleno sol, há de se considerar que nas caívas a produção da pastagem naturalizada é em torno de 1,0-2,0 t de MS ha<sup>-1</sup> durante o período de primavera-verão e nulo durante o inverno (Hanisch et al., 2014).

É importante destacar que o nível de sombreamento obtido neste trabalho foi com uma densidade aproximada de 367 árvores ha<sup>-1</sup> distribuídas aleatoriamente na área, o que caracteriza a área como de “caíva aberta”, e que são as caívas onde está se propondo o melhoramento da pastagem nativa. Os resultados deste trabalho confirmam que esse é o limite para a introdução

de forrageiras mais produtivas, uma vez que a redução da produção foi de 50% para a missioneira-gigante, uma espécie com conhecida tolerância ao sombreamento (Soares et al., 2009; Baldissera et al., 2016).

Resultado semelhante para a missioneira-gigante sombreada foi obtido por Soares et al. (2009) em um sistema silvipastoril com pinus, onde a disponibilidade de forragem reduziu de 24,8 para 10,1 t de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente, nas condições em que a RFA reduziu de 6,34 para 1,08 MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>, com o adensamento das linhas de árvores.

A redução da disponibilidade de forragem com o aumento do sombreamento também é relatada para outras espécies (Garcez Neto et al., 2010; Oliveira et al., 2007) quando submetidas a níveis de sombreamento acima de 50%, o que deve estar relacionado ao decréscimo da taxa fotossintética, em especial, na rota C4 das gramíneas.

Por outro lado, trabalhos com sombreamento moderado, entre 20 e 30% de sombra, não têm resultado em efeitos negativos no desempenho de forrageiras (Garcez Neto et al., 2010; Paciullo et al., 2011). Veras et al. (2010), em um SSP com 100 árvores ha<sup>-1</sup> distribuídas aleatoriamente, não verificaram redução da produção do capim-andropogon, cultivado em situações de sombreamento de 26, 38 e 18%. Para esses autores, a faixa de sombreamento entre 25 e 50% pode ser considerada a de maior aclimação morfológica de forrageiras para compensar a restrição luminosa.

As causas das menores produções em sub-bosque estão relacionadas a fatores como desenvolvimento mais lento, em função da menor RFA, menor perda de água pelos tecidos, que ficam mais tenros e suculentos, caracterizando menor teor de MS da planta; e às menores taxas de transpiração que resultam em maior concentração de água nos tecidos e, conseqüentemente, em menor teor de MS (Volenc & Nelson, 2003; Soares et al., 2009).

A não significância do efeito de altura de pastejo sobre a disponibilidade de forragem dentro da caíva pode ter ocorrido em função do coeficiente de variação (Tabela 2). Nas parcelas da caíva foi observado crescimento irregular da pastagem, associado à distância das plantas em relação às áreas mais sombreadas. Isso ocorre naturalmente nas caívas, uma vez que as árvores são distribuídas de forma aleatória naturalmente. Embora as parcelas de sombra tenham sido selecionadas em uma área contínua de 3.200 m<sup>2</sup>, a densidade de árvores nas parcelas

**Tabela 2.** Disponibilidade de forragem (kg MS ha<sup>-1</sup>) de missioneira-gigante sobressemeada no inverno, em função do ambiente caíva (CA) e pleno sol (PL) e da altura de pastejo (30 e 60 cm), nos períodos de outono-inverno e primavera-verão (2012-2014).

**Table 2.** Forage availability (kg DM ha<sup>-1</sup>) of giant-missionary seeding in the winter, in caíva (CA) and full sun (PL) and two grazing height (30 and 60 cm), during autumn / winter and spring / summer (2012-2014).

Estações	Disponibilidade de forragem				C.V.	e.p.m.	Significância		
	CA30	CA60	PS30	PS60			Luz	Altura	Interação
Out-Inv_2012	1233	810	1935	2605	13,19	108	0,0039	0,4789	0,0378
Prim-Verão 2012/13	4376	6523	10237	9483	18,54	709	0,0218	0,5376	0,2440
Out-Inv_2013	1285	2282	5240	5405	17,16	305	0,0038	0,2705	0,4053
Prim-Verão 2013/14	3860	4506	6140	5235	24,02	593	0,1706	0,8877	0,4234
<i>Total Ano 1</i>	<i>5610</i>	<i>7310</i>	<i>14104</i>	<i>13755</i>					
<i>Total Ano 2</i>	<i>5120</i>	<i>6872</i>	<i>10102</i>	<i>10283</i>					

C.V. = coeficiente de variação; e.p.m = erro padrão da média.  $p < 0,05$ .

**Tabela 3.** Composição química de uma pastagem de missioneira-gigante cultivada em área sombreada de caíva e a pleno sol, no período primavera-verão.  
**Table 3.** Chemical composition of a pasture giant-missionary grown in shaded area of caíva and full sun in the spring/summer period.

	2012/13		2013/14	
	Caíva	Pleno sol	Caíva	Pleno sol
	(g 100 g <sup>-1</sup> )			
PB	14,8 A	10,7 B	17,6 A	13,9 B
FDN	70,5 A	71,0 A	69,7 A	70,1 A
DIVMO	62,0 A	60,0 A	60,0 A	59,6 A
Ca	0,3 A	0,3 A	0,6 A	0,5 B
K	1,9 A	1,8 A	1,6 A	1,4 A
Mg	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A
P	0,2 A	0,1 B	0,3 A	0,2 B
Clorofila <i>a</i> (645 nm)			0,56 A	0,56 A
Clorofila <i>b</i> (663 nm)			1,26 A	1,00 B

Médias seguidas de letras iguais na linha para cada variável, dentro de cada ano, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias de clorofila comparadas pelo teste t (5%).

variou de 14 a 42 indivíduos adultos, de diferentes espécies, que se traduz em uma diversidade de níveis de sombra na área.

É possível que com sombreamento mais uniforme houvesse ocorrido significância nos resultados em relação à altura. Baldissera et al. (2016) verificaram que em SSP a missioneira-gigante aumenta em 22% sua altura para atingir o nível de 95% de interceptação luminosa, além de aumentar o comprimento da folha, ou seja, maior altura e folhas mais compridas são estratégias da planta para aumentar a captura de luz.

De modo geral, a campo foi possível perceber que a altura entre 30-40 cm foi a mais adequada para o manejo dessa forrageira, tanto na caíva quanto a pleno sol, uma vez que não na altura de 60 cm, em função do maior tempo para crescimento, ocorreu o surgimento de outras gramíneas invasoras.

A altura também não influenciou a composição química da pastagem (Tabela 3). Era esperado um efeito neste indicador, uma vez que o crescimento em altura demanda maior investimento da planta em características estruturais, como a parede celular, com consequente aumento em composto fibrosos e lignina. No entanto, a missioneira-gigante não alterou sua composição química quando a altura aumentou de 30 para 60 cm no pré-pastejo, o que é uma característica extremamente desejável em uma forrageira, pois permite maior plasticidade no manejo da pastagem, principalmente em pastejo rotacionado, com controle da entrada dos animais por altura do pasto.

A composição química da pastagem variou significativamente em função do sombreamento, com aumento dos valores de proteína bruta, teor de P e do teor de clorofila *b* nas folhas do pasto cultivada na caíva em relação ao pleno sol (Tabela 3). Nos dois anos de avaliação, o aumento no percentual de PB na pastagem sombreada foi acima de 3,5%. Resultados semelhantes em relação ao teor de PB foram reportados para outras forrageiras em SSP (Soares et al., 2009; Lacerda et al., 2009; Rodrigues et al., 2014).

Segundo Soares et al. (2009), as causas para plantas sombreadas apresentarem maior teor de PB podem ser explicadas, em parte, pela teoria da diluição de nitrogênio de Lemaire & Chartier (1992), de que existe uma porcentagem de nitrogênio ideal para determinado nível de produção de MS. Se a pleno sol ocorreu maior produção de MS, isso diluiu mais o nitrogênio absorvido

e translocado para as partes aéreas que nas plantas sombreadas, nas quais a produção de MS foi menor. Isso ocorre porque a planta não está metabolizando todo o nitrogênio absorvido e convertendo-o em acúmulo de MS.

Em relação ao aumento do P, uma hipótese pode estar relacionada à dinâmica da mobilização do P no solo, através do aumento da atividade microbiana no solo em áreas sombreadas, aumentando sua disponibilidade. Tem sido observado aumento da degradação da matéria orgânica do solo em condições de sombreamento natural que afetam positivamente a dinâmica do N para as plantas (Paciullo et al., 2011). Outro mecanismo que pode ter contribuído tanto para os maiores teores de PB e de P está relacionado ao atraso no desenvolvimento ontogenético de plantas cultivadas à sombra mais intensa. Neste caso, as forrageiras tendem a ser mais jovens fisiologicamente, o que prolonga a fase vegetativa juvenil e permite a manutenção dos níveis metabólicos mais elevados por maior período de tempo.

O aumento no teor de clorofila *b* observada nas folhas da missioneira-gigante pode ser considerado indicador do *status* do N nas plantas. Maranhão et al. (2009) observaram alta correlação entre teores de clorofila, de N e de proteína em plantas na sombra. A resposta no aumento de clorofila é explicada pelo estímulo ao maior desenvolvimento de grana dentro das células quando as plantas crescem sob baixas radiações. Plantas em condições limitantes de luz geralmente sofrem alterações morfofisiológicas, como aumento da área foliar específica (área de folha por peso seco), maior concentração de pigmentos, em especial clorofila *b*, e carotenoides que lhes permitem captar luz difusa (Taiz & Zeiger, 2013). O aumento no teor de clorofila *b* é um indicativo da adaptação fisiológica da pastagem, sendo que esse aumento tende a ser vantajoso, pois permite maior eficiência de absorção de luz menos intensa, o que garante a taxa fotossintética e o acúmulo de biomassa.

## 4 Conclusão

O sombreamento acentuado reduz a disponibilidade de forragem de missioneira-gigante cultivada em caíva em até 50% em relação à produção a pleno sol, e afeta positivamente a composição química do pasto.

A missioneira-gigante não altera seu desempenho ou composição química em função da altura de pastejo, indicando plasticidade fenotípica a esse fator, o que permite maior flexibilidade no planejamento forrageiro.

## Referências

- BALDISSERA, T. C.; PONTES, L. S.; GIOSTRI, A. F.; BARRO, R. S.; LUSTOSA, S. B. C.; DE MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F. Sward structure and relationship between canopy height and light interception for tropical C4 grasses growing under trees. *Crop and Pasture Science*, v. 67, p. 1199-1207, 2016.
- CARNEVALLI, R. A.; DA SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O.; UEBELE, M. C.; HODGSON, J.; SILVA, G. N.; MORAIS, J. P. G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, v. 40, p. 165-176, 2006.
- CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; PONTES, L. S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 5, p. 1040-1046, 2014.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 10. ed. Porto Alegre: SBRS/Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004. 394 p.
- FELDHAKKE, C. M.; BELESKY, D. P. Photosynthetically active radiation use efficiency of *Dactylis glomerata* and *Schendonorus phoenix* along a hardwood tree-induced light gradient. *Agroforestry Systems*, v. 75, p. 189-196, 2009.
- FERREIRA, D. F. *SISVAR: Sistema de análise de variância: versão 5.3*. Lavras: UFLA, 2010.
- GARCEZ NETO, A. F.; GARCIA, R.; MOOT, D. J.; GOBBI, K. F. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 1, p. 42-50, 2010.
- HANISCH, A. L.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; ALMEIDA, E. X.; VOGT, G. A. Produção de forragem em ecossistema associado de caíva em função da aplicação de cinza calcítica e fosfato natural no solo. *Agropecuária Catarinense*, v. 27, n. 3, p. 62-67, 2014.
- HANISCH, A. L.; NEGRELLE, R. R. B.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; ALMEIDA, E. X. Produção, composição botânica e composição química de missioneira-gigante consorciada com leguminosas perenes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 11, n. 1, p. 60-66, 2016.
- HANISCH, A. L.; VOGT, G. A.; MARQUES, A. C. M.; BONA, L. C.; BOSSE, D. D. Estrutura e composição florística de cinco áreas de caíva no Planalto Norte de Santa Catarina. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 30, p. 303-310, 2010.
- LACERDA, M. S. B.; ALVES, A. A.; OLIVEIRA, M. E.; ROGÉRIO, M. C. P.; CARVALHO, T. B.; VERAS, V. S. Composição bromatológica e produtividade do capim-andropogon em diferentes idades de rebrota em sistema silvipastoril. *Acta Scientiarum*, v. 31, n. 2, p. 123-129, 2009.
- LEMAIRE, G.; CHARTIER, M. Relationships between growth dynamics and nitrogen uptake for individual sorghum plants growing at different plant densities. In: LEMAIRES, G. (Ed.) *Diagnosis of the nitrogen status in crops*. Paris: INRA, 1992. p. 3-43.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, v. 148, p. 350-382, 1987.
- MACHADO MELLO, A. J.; PERONI, N. Cultural landscapes of the Araucaria Forests in the northern plateau of Santa Catarina, Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 11, p. 51, 2015.
- MARANHÃO, C. M. A.; SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. *Acta Scientiarum*, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009.
- MIRANDA, M.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; ESCOSTEGUY, P. A.; LAJÚS, C. R.; SCHERER, E. E.; DENARDIN, R. B. N. Dry matter production and nitrogen use efficiency of giant missionary grass in response to pig slurry application. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 3, p. 537-543, 2012.
- OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; SANTOS, I. P. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 3, p. 748-757, 2007.
- PACHAS, A.; JACOBO, E.; LACORTE, S. *Gramínea y leguminosa para ser usadas en Sistemas Silvopastoriles*. Local de publicação: Editorial Academia Espanhola, 2013. 105 p.
- PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. C.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, 2011.
- RODRIGUES, C. O. D.; ARAÚJO, S. A. C.; VIANA, M. C. M.; ROCHA, N. S.; BRAZ, T. G. S.; VILLELA, S. D. J. Light relations and performance of signal grass in silvopastoral system. *Acta Scientiarum*, v. 36, n. 2, p. 129-136, 2014.
- SOARES, A. B.; ADAMI, P.; SARTOR, L.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 443-451, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: The Art of Medication, 2013. v. 918.
- VARELLA, A. C.; MOOT, D. J.; POLLOCK, K. M. Do light and alfalfa responses to cloth and slatted shade represent those measured under an agroforestry system? *Agroforestry Systems*, v. 81, p. 157-173, 2010.
- 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*, v. 62, n. 1, p. 200-207, 2010.
- VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Environmental aspects of forage management. In: BARNES, R. F.; NELSON, C. J.; COLLINS, M.; MOORE, K. J. (Eds.). *Forages: an introduction to grassland agriculture*. 6. ed. Ames: Blackwell, 2003. p. 99-124.

**Contribuição dos autores:** Ana Lúcia Hanisch realizou o experimento e a escrita científica; Daniel Dalgallo e Edison Xavier de Almeida participaram da condução do experimento e contribuíram com a escrita científica; Raquel Rejane Bonato Negrelle contribuiu com a escrita científica e com a revisão ortográfica e gramatical do trabalho.

**Agradecimentos:** Ao Programa Santa Catarina Rural em parceria com o Banco Mundial, pelo apoio financeiro; à família de Ricardo e Neuza Schroeder pela concessão de uso da área e pelas preciosas contribuições durante as discussões dos resultados.

**Fonte de financiamento:** Programa Santa Catarina Rural (SC Rural).

**Conflito de interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse.