

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC CENTRO  
DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL – PPGCA**

**ARTUR MARTINS BARBOSA**

**TAXA DE INGESTÃO DE OVINOS EM GRAMA MISSIONEIRA-GIGANTE  
SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO E  
LUMINOSIDADE**

**LAGES  
2021**

**ARTUR MARTINS BARBOSA**

**TAXA DE INGESTÃO DE OVINOS EM GRAMA MISSIONEIRA-GIGANTE  
SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO E  
LUMINOSIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Henrique M. N. Ribeiro Filho  
Coorientador: Tiago Celso Baldissera

**LAGES  
2021**

Para gerar a ficha catalográfica de teses e dissertações  
acessar o link: <https://www.udesc.br/bu/manuais/ficha>

Barbosa, Artur Martins

Taxa de ingestão de ovinos em grama  
missioneira-gigante submetida a diferentes condições de  
manejo e luminosidade / Artur Martins Barbosa. - Lages,  
2021.

91 p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Henrique M. N. Ribeiro Filho. Coorientador:  
Tiago Celso Baldissera.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós - Graduação em Ciência Animal, Lages, 2021.

1. Comportamento ingestivo. 2. Sistemas integrados de  
produção agropecuária. 3. Alturas de manejo. I. Ribeiro  
Filho, Henrique M. N.. II. Baldissera, Tiago Celso.  
III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de  
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós - Graduação em  
Ciência Animal. IV. Título.

**ARTUR MARTINS BARBOSA**

**TAXA DE INGESTÃO DE OVINOS EM GRAMA MISSIONEIRA-GIGANTE  
SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO E LUMINOSIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

**BANCA EXAMINADORA:**

Dr. Tiago Celso Baldissera  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão  
Rural de Santa Catarina – EPAGRI

Membros:

Professor Dr. André Fisher Sbrissia  
Universidade do Estado de Santa Catarina -  
UDESC

Professora Dra. Gabriela Cristina Guzatti  
Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

Lages, 29 de outubro de 2021

Dedico este trabalho à minha mãe, Lucia  
e aos meus irmãos, Lucian e Sidne.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer àquele que chamamos Deus por permitir eu concluir essa etapa em minha vida. Antes de ter sido uma jornada pelo conhecimento científico foi uma jornada pessoal que fez com que eu aprendesse muito sobre mim e superasse crenças limitantes.

Agradeço ao meu pai, Alcides por me ensinar os mais ricos valores que um ser humano pode ter e por mostrar que o projeto da vida de uma pessoa pode durar para além da sua vida. Queria por um momento imaginar que está me vendo de algum lugar e sentindo orgulho.

Agradeço à minha mãe, Lucia, aos meus irmãos Lucian e Sidne que muito contribuíram ao que sou e que desde cedo me estimularam o exercício de pensar, ser curioso, e sempre querer aprender mais. Que estiveram sempre ao meu lado me apoiando, e me encorajaram a chegar até aqui.

Agradeço à minha namorada, Natália pela motivação e estímulo diário à escrita do trabalho e pela ajuda na diagramação.

Gostaria de agradecer ao meu orientador professor Dr. Henrique Ribeiro Filho por ter me aceito como orientando, pelas suas orientações e ensinamentos.

Agradeço aos meus coorientadores Dr. Tiago Celso Baldissera (oficial) por todos os ensinamentos, contribuições ao trabalho, puxões de orelha e por várias vezes pelo trabalho de campo sol a sol sem medir esforços.

Ao Dr Cassiano Eduardo Pinto pelas oportunidades, pela ajuda na instalação e realização dos experimentos e pelas considerações no trabalho.

E ao Dr. Fabio Cervo Garagorry da Embrapa Pecuária Sul, a oportunidade que me deu na primeira Iniciação Científica, e até hoje com suas contribuições e suporte operacional para realização dos experimentos.

Agradeço a Dr. Simone Silmara Werner pelo suporte nas questões estatísticas.

Agradecer a Dra. Alejandra Marín da Universidad Nacional de Colombia pelos ensinamentos sobre comportamento ingestivo em 2017 e atualmente pelas considerações sobre o trabalho.

Sou grato aos colegas de pós Lorena, Pedro, Luiz, Ricardo e aos estagiários que ajudaram imensamente no dia a dia dos experimentos, Cassio, Muriá, Mariana, Maria Isabel, João.

O meu muito obrigado à equipe operacional da Epagri nas pessoas do Ezequiel, Eron, Dalila, Juliano e Rech pelo suporte na condução dos experimentos na empresa.

Agradeço ao Dr. Pablo Zanela, que lá pelos idos de 2015 fez com que eu me interessasse ainda mais pela pesquisa.

Agradeço ao padrinho Alessandro e a madrinha Mirian, por me oferecerem cama e café (sensacional) quando precisei, dentre tantas outras pequenas coisas.

Obrigado ao UNIEDU/FUMDES pelo suporte financeiro, sob o edital N° 1423/SED/2019.

Agradeço aos membros da banca professor Dr. André Sbrissia e professora Dra. Gabriela Guzatti por aceitarem o convite.

*"Queremos buscar a verdade, não importa aonde ela nos leve. Mas para encontrá-la, precisaremos tanto de imaginação quanto de ceticismo. Não teremos medo de fazer especulações, mas teremos o cuidado de distinguir a especulação do fato."*

Carl Sagan

## RESUMO

Em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) onde há o arranjo de pastagens e árvores, o efeito do sombreamento das árvores causa alterações estruturais no pasto que podem influenciar o comportamento ingestivo dos animais em pastejo. Este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos do sombreamento em pastagem de grama missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls. cv SCS 315 Catarina Gigante) em comparação ao pleno sol, em duas alturas pré-pastejo, e suas relações com o comportamento ingestivo de ovinos. Foram utilizados 8 piquetes de 20 m<sup>2</sup>, distribuídos em pleno sol ou ambiente sombreado (sombrites com 50% de interceptação luminosa), e duas alturas pré-pastejo (25 cm e 35 cm), com rebaixamento em 40% da altura inicial. Foram utilizadas quatro ovelhas da raça Lacaune previamente adaptadas. Os testes de pastejo eram feitos pela manhã e tarde. A taxa de ingestão dos animais foi aferida pela técnica de dupla pesagem, com correção para perdas insensíveis de peso. Foram determinadas a taxa e a massa de bocados. Dois cortes de forragem foram realizados por piquete, ambos em 50% da altura do dossel e ao nível do solo, utilizando quadros de 0,25 m<sup>2</sup> para determinação da massa de forragem (MF). A partir do estrato superior apenas obteve-se a densidade de forragem e análises da composição química. A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi determinada em quatro quadros e 40 perfilhos estendidos marcados foram medidos antes e após as sessões de pastejo. Os dados foram analisados através de modelos lineares mistos no ambiente estatístico R. A MF foi semelhante entre sol e sombra e superior em 35 cm comparado a 25 cm, sem alterar a densidade de forragem entre todos os tratamentos. A DPP reduziu em 38% na sombra comparada ao pleno sol e a relação folha: colmo manteve-se semelhante. A fibra em detergente neutro (FDN) aumentou em função da altura e do ambiente sombreado, enquanto a fibra em detergente ácido (FDA) e a proteína bruta (PB) mantiveram-se semelhantes entre tratamentos. A taxa de ingestão, a massa de bocados e a profundidade de bocados foram semelhantes entre alturas e condições luminosas, mas o tempo por bocado foi maior no sol em comparação ao ambiente sombreado. A densidade de forragem do estrato pastejado não diferiu em função da luminosidade e variações na altura do pasto não modificaram a profundidade de bocados e a densidade de forragem. A taxa de ingestão de ovinos em pasto de missioneira-gigante não se modifica com a redução da luminosidade e entre as alturas de pré-pastejo de 25 e 35 cm.

**Palavras-chave:** Comportamento ingestivo. Sistemas integrados de produção agropecuária. Alturas de manejo. *Axonopus Catharinensis* VALLS.



## ABSTRACT

In an integrated crop-livestock system (ICLS) combining trees and pastures, shading effect caused by trees may modify sward structure and ingestive behavior of grazing animals. The aim of this study was to assess the effects of shading on the ingestive behavior of sheep grazing missioneira-gigante grass (*Axonopus catharinensis* Valls. SCS 315 Catarina Gigante) compared with full sun environment, at two pre-grazing canopy target heights. Eight paddocks of 20m<sup>2</sup> were used in sun or shade (based on shade clothes with 50% LI), at pre-grazing heights of 25 cm and 35 cm, managed for 40% of grazing intensity. Four previously adapted Lacaune sheep were used. The grazing tests were performed in the morning and afternoon, and short-term intake rate (STIR) was measured by double-weighing technique, with correction for insensive weight losses. Bite rate and bite mass were determined. Two forage cuttings were made by paddock, each starting at 50% of the canopy height and then until ground level in frames of 0.250 m<sup>2</sup> to obtain herbage mass (HM), herbage bulk density (HBD) and chemical composition. Tiller density were counted in four frames, and 40 marked extended tillers were measured before and after grazing sessions. Data were analysed using linear mixed models in R statistical environment. The HM was similar between sun and shade and higher at 35 cm compared with 25 cm, but HBD remained unchanged. The tiler density dropped by 38% in shade, but leaf: stem ratio remained similar between treatments. The NDF content increased as a function of sward height and shade environment, but the ADF and CP content did not change between treatments. The STIR, bite mass and bite depth did not change between pre-grazing canopy target heights and light conditions, but time per bite was greater in full sun environment compared with shade. Sheep grazing missioneira-gigante grass did not change STIR in shade compared with full sun environment, regardless the pre-grazing canopy target height.

**Keywords:** Ingestive behavior, Integrated crop-livestock systems, canopy heights, *Axonopus Catharinensis* VALLS.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Alturas de manejo e proporção de rebaixamento da grama missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls cv.SCS 315 Catarina Gigante) pastejada por ovinos em pleno sol ou com sombreamento parcial em duas metas de altura pré-pastejo (25 e 35 cm).. . . . . 32
- Tabela 2 – Massa de forragem, características estruturais e composição química da grama missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls cv.SCS 315 Catarina Gigante) manejada em pleno sol ou com sombreamento parcial em duas metas de altura pré-pastejo (25 e 35 cm). . . . . 33
- Tabela 3 – Taxa de ingestão em ovinos pastejando grama missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls cv.SCS 315 Catarina Gigante) manejada em pleno sol ou com sombreamento parcial em duas metas de altura pré-pastejo (25 e 35 cm). . . . . 34

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Alt	Altura
DPP	Densidade populacional de perfilhos
EFLB	Estrato de folha livre de bainha
EPM	Erro padrão da média
FDA	Fibra em Detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
IAF	Índice de Área Foliar
IAF	Índice de área foliar
IL	Interceptação Luminosa
Lum	Luminosidade
MB	Massa de bocados
MBPV	Massa de bocados em função do peso vivo
MF	Massa de forragem
MMP	Movimentos mandibulares de pastejo
MS	Matéria seca
PB	Proteína Bruta
PMP	Peso médio de perfilho
RFA	Radiação fotossinteticamente ativa
TB	Taxa de bocados
TI	Taxa de ingestão

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
%	porcento
cm	centímetro
dm <sup>3</sup>	decímetro cúbico
ha	hectare
kg	kilograma
N	nitrogênio

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
2	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
2.1	SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO ANIMAL .....	16
2.1.1	<b>Respostas ao sombreamento e espécies adaptadas</b> .....	17
2.2	MISSIONEIRA-GIGANTE .....	18
2.3	COMPORTAMENTO INGESTIVO .....	20
2.3.1	<b>A formação do bocado</b> .....	21
2.3.2	<b>O efeito da estrutura do pasto nos componentes do comportamento ingestivo</b> .....	22
2.3.3	<b>Metas de manejo baseadas no comportamento ingestivo</b> .....	23
2.3.4	<b>O comportamento ingestivo e a redução de luminosidade</b> .....	24
2.3.5	<b>Tempo de pastejo</b> .....	25
3	<b>HIPÓTESES</b> .....	26
4	<b>OBJETIVOS</b> .....	27
5	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	28
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO.....	28
5.2	DESENHO EXPERIMENTAL .....	28
5.3	MENSURAÇÕES NOS ANIMAIS .....	29
5.4	MENSURAÇÕES NO PASTO .....	29
5.5	ANÁLISES QUÍMICAS .....	30
5.6	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	31
6	<b>RESULTADOS</b> .....	32
6.1	EFEITO DO AMBIENTE LUMINOSO E DA ALTURA PRÉ-PASTEJO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO PASTO .....	32
6.2	EFEITO DO AMBIENTE LUMINOSO E DA ALTURA PRÉ-PASTEJO SOBRE A TAXA DE INGESTÃO DE FORRAGEM .....	34
7	<b>DISCUSSÃO</b> .....	35
7.1	PRODUÇÃO E QUALIDADE DA FORRAGEM .....	35
7.1.1	<b>Modificações estruturais decorrentes do ambiente luminoso</b> .....	35
7.1.2	<b>Modificações estruturais causadas pelas alturas de manejo</b> .....	37
7.2	QUALIDADE DA FORRAGEM.....	38
7.3	COMPORTAMENTO INGESTIVO .....	40
7.3.1	<b>Respostas do comportamento ingestivo relacionadas às alturas pré-pastejo</b>	40
7.3.2	<b>Modificações no comportamento ingestivo relacionadas à luminosidade</b> ....	42
7.3.3	<b>Implicações para o manejo da pastagem</b> .....	44

<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento do agronegócio brasileiro nas últimas décadas fez com que o Brasil se consolidasse como um dos mais importantes produtores de alimentos do mundo. A produção chegou a R\$ 1,55 trilhão, ou 21,4% do PIB brasileiro (SILVA; RODRIGUES; YAMASHITA, 2021), entretanto a necessidade de sistemas pecuários sustentáveis que aumentam a eficiência produtiva, econômica e social tem crescido (GREGORINI *et al.*, 2017). Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) são alternativas produtivas para suprir estas demandas (LIMA *et al.*, 2019). Atuando em sinergia no mesmo ambiente, os SIPA diversificam as fontes de renda em uma mesma área, aumentam a disponibilidade de nutrientes no solo, o teor de PB das forragens e promovem serviços ambientais como sequestro de carbono e mitigação de gases do efeito estufa (PONTES *et al.*, 2014).

Para os animais, em sistemas onde há a presença de árvores no arranjo, estas proporcionam um melhor índice de conforto térmico, reduzem flutuações na temperatura, diminuem a carga de calor produzida pela radiação solar, servem como barreira às rajadas intensas de vento, (LANG; MORAES, 2018; PEZZOPANE *et al.*, 2019), amenizam os efeitos de climas quentes e úmidos (GARCIA *et al.*, 2011) e permitem maior tempo em pastejo em condições de temperatura e umidades elevadas (DE SOUZA *et al.*, 2019). O sombreamento causado pela copa das árvores reduz a radiação fotossinteticamente ativa que chega à pastagem, interferindo no metabolismo das plantas (LIMA *et al.*, 2019). Assim, as plantas desenvolvem mecanismos de compensação ou adaptação, podendo ocorrer redução do crescimento (VARELLA *et al.*, 2009) e alterações morfológicas, anatômicas (KRAHL *et al.*, 2017; WERNER *et al.*, 2019) e populacionais no dossel (MARTUSCELLO *et al.*, 2009; BELESKY; BURNER; RUCKLE, 2011). Portanto, as espécies utilizadas em SIPA necessitam estar adaptadas aos estresses decorrentes da redução da luminosidade e da desfolha efetuada pelos animais.

A grama missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls. SCS 315 Catarina Gigante) é uma espécie perene estival que ocupa lugar de destaque na resposta de tolerância ao sombreamento, capacidade produtiva e qualidade bromatológica (SOARES *et al.*, 2009; HANISCH *et al.*, 2016). Trabalhos com missioneira-gigante com base na resposta vegetal indicam que à sombra há aumento nos teores de proteína bruta, contudo, com redução na produção de massa de forragem (HANISCH *et al.*, 2016) e da densidade populacional de perfilhos (DPP), além de aumento da altura de colmos (KRAHL, 2020; BALDISSERA *et al.*, 2016).

Nos ambientes pastoris, a produtividade animal tem relação direta com o consumo do pasto. O consumo por sua vez é decorrente de condições intrínsecas ao animal e da estrutura do dossel a ser pastejado pelos animais (CARVALHO *et al.*, 2013; MAGGIONI *et al.*, 2009) sendo necessário avaliar o conjunto planta-animal, uma vez que mudanças estruturais podem alterar o comportamento ingestivo do animal (GEREMIA *et al.*, 2018; FONSECA *et al.*, 2012). Com o sombreamento, em muitas espécies ocorre alongação de colmos das plantas

(PACIULLO *et al.*, 2011) e redução da massa de forragem (OLIVEIRA *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2019), podendo impactar o consumo de forragem pelo animal. De igual modo, diferentes alturas de manejo do pasto podem influenciar na resposta dos animais (FONSECA *et al.*, 2012).

Dessa forma, se torna importante avaliar se à sombra há impacto no comportamento ingestivo por conta da alteração da estrutura do pasto e se alguma das alturas de manejo permitem otimizar a taxa de ingestão. Metas de manejo do pasto baseadas na altura do dossel forrageiro são ferramentas de tomada de decisão de fácil aplicação e de baixo custo para propriedades rurais, e podem ser feitas com o uso de um bastão graduado conhecido como “sward stick”. Em trabalho conduzido a pleno sol, verificou-se que a amplitude entre as alturas de 25 cm e 35 cm em missioneira-gigante não limita o consumo diário de ovinos (DAL PIZZOL, 2016). Alturas superiores, como 45 cm, aumentam a quantidade de colmos, e reduzem a proporção de folhas livres de bainha (KRAHL, 2020). Por outro lado, metas abaixo de 15 cm podem comprometer a massa de raízes e a profundidade de bocados.

Nos SIPA, pouco se conhece sobre a relação entre as mudanças na composição morfológica do pasto causadas pelo sombreamento e sua influência no comportamento ingestivo dos animais em pastejo (GEREMIA *et al.*, 2018). É possível que, para além das alterações comportamentais, devido à influência climática em SIPA, o comportamento ingestivo dos animais à sombra pode diferir devido às mudanças relacionadas a estrutura do pasto. Nesse contexto, se faz importante avaliar os impactos do sombreamento da pastagem sobre o consumo e assim definir metas de manejo da altura do pasto que permitam otimizar a taxa de ingestão e a eficiência produtiva animal nesta condição luminosa, com vistas não apenas em manter ou aumentar a produção animal, mas otimizar a produtividade global no sistema integrado.

Esse trabalho objetivou avaliar as modificações na estrutura e massa de forragem do pasto devido ao efeito do sombreamento e seus efeitos sobre comportamento ingestivo dos animais em diferentes alturas de entrada no pasto. Para tanto, é apresentada na sequência, uma revisão de bibliografia abordando os SIPA, descrevendo a espécie forrageira de estudo e caracterizando aspectos do comportamento ingestivo dos herbívoros domésticos. Após apresentam-se as hipóteses e objetivos do trabalho, resultados e discussão, por fim as implicações práticas do trabalho e conclusões.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO ANIMAL

Os sistemas integrados de produção animal (SIPA) são arranjos produtivos que relacionam cultivos agrícolas, produção pecuária e silvícola no mesmo espaço ou tempo, em interações caracterizadas pela diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão de atividades, realizando uma sinergia entre solo-planta-animal-atmosfera (DE MORAES *et al.*, 2013; FERNANDES; FINCO, 2014). Os SIPA podem ser baseados tanto em integrações pecuária-floresta, lavoura-pecuária, lavoura-floresta ou lavoura-pecuária-floresta. A integração de pecuária-floresta também é chamada sistema silvipastoril. Esta integração combina árvores nativas ou cultivadas com a produção de pasto para o consumo dos ruminantes, de forma consorciada (BALBINO *et al.*, 2011).

A integração entre sistemas é descrita desde a antiguidade (BALBINO *et al.*, 2011). No Brasil, a partir dos anos 1990 foram realizados experimentos com integração lavoura-pecuária por intermédio de alternância temporária do cultivo de grãos e de pastos, através do método de plantio direto, visando o uso da terra o ano todo e a diversificação das fontes de renda dentro de uma propriedade. A inclusão das pastagens trouxe benefícios à cultura de verão por possuírem um sistema radicular abundante e deixarem resíduos de matéria orgânica no solo. Em seguida, estudos foram conduzidos com inclusão do componente arbóreo, aumentando a viabilidade econômica e a produção sustentável (BALBINO *et al.*, 2011).

Ainda que a implementação de um sistema possa causar elevado investimento e baixo retorno econômico inicial (BALBINO *et al.*, 2011), no médio prazo espera-se que as fontes de renda aumentem, com distribuição de receitas ao longo de todo ano, redução de custos, riscos e com maior eficiência de uso da terra e do maquinário (WESP *et al.*, 2016). Também com vistas à sustentabilidade, os SIPA tem potencial de redução do impacto ambiental, mitigando gases de efeito estufa (PONTES *et al.*, 2014). As pastagens têm sua contribuição através do acúmulo de carbono no solo aumentando a deposição de matéria orgânica e na melhoria da qualidade física, assim como as árvores contribuem através do sequestro de carbono durante seu crescimento (BALBINO *et al.*, 2011; DE SOUZA FILHO *et al.*, 2019).

Em SIPA, a distribuição das árvores no terreno pode se dar através de renques, com árvores plantadas em faixas simples ou múltiplas e espaçamentos amplos entre faixas, visando a conservação do solo, da água e considerando os aspectos comportamentais dos animais (BALBINO *et al.*, 2011). Alguns problemas encontrados são a falta de persistência das pastagens em condições de sombreamento e a influência dos animais sobre as árvores, sobretudo no estágio inicial de crescimento (BALBINO *et al.*, 2011). Porém, em climas com a ocorrência de geadas, as árvores reduzem as chances das pastagens serem danificadas (TAVARES *et al.*, 2019). Outras abordagens trazem uma distribuição de árvores em duplas fileiras próximas a cercas, visando reduzir a intensidade do sombreamento (GEREMIA *et al.*, 2018).

Alterações climáticas podem elevar a temperatura do ar e aos animais tal situação pode representar incapacidade em dissipar o excesso de energia térmica ao meio. Assim a presença das árvores no sistema e seu efeito de sombreamento reduzem a incidência de radiação solar (KRAHL, 2020), alteram o microclima local, causam redução da temperatura e aumento dos índices de conforto térmico do ambiente (PEZZOPANE *et al.*, 2019). Além disso, a presença do animal também é positiva ao sistema, pois aumenta a deposição de matéria orgânica e altera a ciclagem de nutrientes no solo (WESP *et al.*, 2016).

O SIPA é um sistema complexo e dinâmico e carece de conhecimento sobre suas interações e formas nas quais é possível se obter maior eficiência produtiva. Sendo assim, são necessários estudos com espécies forrageiras de importância regional para avaliar sua viabilidade de combinação com espécies arbóreas, o efeito sobre a estrutura do pasto e o comportamento ingestivo (BALBINO *et al.*, 2011).

### 2.1.1 Respostas ao sombreamento e espécies adaptadas

A sombra causa alteração na estrutura e no crescimento das plantas do pasto, pois a luz que chega ao dossel sofre alterações em sua qualidade e quantidade, devido à influência da copa das árvores (BEAUDET *et al.*, 2011; BALDISSERA *et al.*, 2016). Como mecanismos de resposta, a planta busca escapar ou tolerar a redução de luminosidade com a alongação de colmos, redução do número de perfilhos por planta, aumento da área foliar específica (GOMMERS *et al.*, 2013; BALDISSERA *et al.*, 2016).

Em sistemas silvipastoris é necessário que o componente forrageiro possua um genótipo bem adaptado a esta condição, contando com tolerância à sombra e boa produção de forragem (BARRO *et al.*, 2012). Diversos estudos constataam a possibilidade de uso de forrageiras hibernais, como o azevém-anual (*Lolium multiflorum*), a aveia preta (*Avena strigosa*) e a aveia branca (*Avena sativa*) (BARRO *et al.*, 2008) e estivais, como capins do gênero *Urochloa*, *Axonopus*, *Hemarthra* e *Panicum* (CASTRO *et al.*, 1999; BALDISSERA *et al.*, 2016; KRAHL, 2020).

Outra possível resposta causada pela redução da luminosidade é relacionada à dinâmica de nutrição nitrogenada da planta, onde a melhora da utilização de N faz com que esta aumente seus teores de proteína bruta quando comparadas às plantas em pleno sol (BARRO *et al.*, 2012). Isso ocorre possivelmente porque a queda na produção de matéria seca implica que o N seja menos “diluído” (LEMAIRE *et al.*, 2009). Outra possibilidade é relacionada ao aumento da capacidade nitrificante de micro-organismos do solo. Porém, em ambientes com déficit de N as plantas podem amplificar a resposta ao sombreamento e diminuir a capacidade de tolerância à redução da luminosidade (BALDISSERA *et al.*, 2016).

A estrutura de um pasto é em parte determinada pelo pastejo dos animais, mas também é o resultado deste (CARVALHO *et al.*, 2009a). Assim sendo, o manejo da forragem em sistemas silvipastoris deve ser visto como uma ferramenta necessária para se construir estruturas de pasto que otimizem a ingestão de forragem (WESP *et al.*, 2016) e também

considere as diferenças estruturais às quais as plantas estarão sujeitas devido à redução da luminosidade (HANISCH *et al.*, 2016).

## 2.2 MISSIONEIRA-GIGANTE

A grama missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls. SCS 315 Catarina Gigante) é uma gramínea C4 híbrida estival com capacidade de perenização que foi desenvolvida por cruzamento natural da grama jesuita (*Axonopus jesuiticus*) e do gramão (*Axonopus scoparius* (Flüggé) Kuhl.) sendo identificada pela primeira vez na região do Vale do Itajaí, estado de Santa Catarina (TCACENCO; SOPRANO, 1997; VALLS *et al.*, 2000). Suas sementes não são viáveis e sua propagação se dá através de mudas. Possui estolões que facilitam a ocupação de espaços, conta com alta capacidade produtiva, resistência ao pisoteio, ao sombreamento e ao frio (LAJÚS *et al.*, 2011; SANTOS, 2005; DAL PIZZOL *et al.*, 2019).

Segundo Tcacenco (1994), a produção de forragem ao longo do ano, com solo adubado e corrigido, foi de 11,7 toneladas de MS/ha, e de acordo com Tcacenco e Soprano (1997) os teores de proteína bruta (PB) foram de 11% para cortes aos 14 dias com declínio para teores de 6,7% aos 112 dias. Já Dal Pizzol (2016) encontrou teores médios de PB de 9,5%, variando de 7,1% a 13,2% entre os 28 e 42 dias de rebrota, em pastagem adubada com 60 kg N/ha, França (2017) adubando uma pastagem com predomínio de *Axonopus catharinensis* com dejetos de suíno, na dose mensal de 20 kg de N/ha encontrou teores de 19,9% de PB. Quanto aos componentes fibrosos, Hanisch *et al.* (2016) observaram teores de fibra em detergente neutro (FDN) variando de 69 a 70% no período de primavera/verão, Dal Pizzol (2016) encontrou teores médios de 67,1% para FDN e 32,9% para fibra em detergente ácido (FDA), enquanto França (2017) descreveu valores de 58,3% e 28,1%, respectivamente.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica descritos por Dal Pizzol (2016) foram de 0,58 aos 28 dias de rebrota e de 0,60 aos 63 dias. Segundo Tcacenco e Soprano (1997) a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) decresceu de 69,6% aos 14 dias de crescimento, para 47% aos 112 dias, em níveis altos de fertilidade do solo e Hanisch *et al.* (2016) descreveram valores de 59 a 62%. O valor energético da grama missioneira-gigante, segundo Dal Pizzol (2016), apresentou valores de 8,12 a 9,88 MJ/kg MS de energia metabolizável.

Em relação às metas de manejo, em sistemas convencionais a pleno sol Hanisch *et al.* (2016) pontua que entre as alturas de 30 e 60 cm não houve alteração na composição bromatológica da missioneira-gigante, sendo uma característica positiva, pois era esperado que o crescimento da planta aumentasse o teor de compostos estruturais. Krahl *et al.* (2018a) aponta que manejando o pasto com 15 cm de altura houve maior proporção de folhas, material senescente e aumento da relação folha: colmo. Na altura 45 cm havia menor proporção de folhas, maior proporção de colmos e menor relação folha: colmo. Com alturas de 25 e 35 cm não houve alteração nos componentes morfológicos.

A utilização desta espécie em sistemas de integrados de produção tem sido estudada por diversos autores (SOARES *et al.*, 2009; BALDISSERA *et al.*, 2016; HANISCH *et al.*,

2016; KRAHL *et al.*, 2018b). Soares *et al.* (2009) testando a influência da luminosidade de onze forrageiras em SIPA de clima do tipo Cfb concluíram que a missioneira-gigante destacasse na produtividade e adaptação ao sombreamento. Tavares *et al.* (2019) trabalhando com missioneira-gigante cultivada em diferentes níveis de sombreamento mostrou que o dano por geada foi linearmente menor com o aumento da sombra.

Hanisch *et al.* (2016) trabalhando em sistema com redução da luminosidade de 65% constataram que a produção de matéria seca reduziu em cerca de 50%, saindo de um sistema a pleno sol com produção média anual de 12 ton MS/ha para 6,2 ton MS/ha, em uma área de caíva, achado de acordo com descrito por Krahl *et al.* (2018b), Krahl *et al.* (2018a). As alterações decorrentes do sombreamento também influenciaram a composição química do pasto, pois encontraram-se maiores teores de PB, P e clorofila *b* em relação ao pleno sol, no entanto, os teores de FDN, DIVMO e clorofila *a* não sofreram alteração (HANISCH *et al.*, 2016).

Quanto à altura de manejo em ambiente sombreado, Baldissera *et al.* (2016) trabalhando em ambiente com redução de 40 a 60% da luminosidade encontraram valores próximos a 40 cm de altura a pleno sol e 50 cm em condição sombreada para obter uma interceptação luminosa (IL) de 95%. Krahl *et al.* (2017) trabalhando com 50% de redução da luminosidade, observaram alturas de 28,5 e 35,5 cm para 95% de IL para pleno sol e sombra, respectivamente. Dessa forma, plantas de missioneira-gigante precisaram atingir uma altura maior na sombra para contar com a mesma IL. Além disso, Krahl *et al.* (2018b) testando alturas de manejo de 15, 25, 35 e 45 cm em caixas com mudas de missioneira-gigante, e com 50% de redução da luminosidade através de ripados, descreveram que as maiores produções da parte aérea foram nas alturas de 25 e 35 cm e que esses tratamentos não diferiram para outros atributos como, por exemplo, a produção de raízes.

No sistema sombreado, como uma resposta à redução da luminosidade as plantas apresentaram maior comprimento de folha, estrato de folha livre de bainha, comprimento de colmo, e do perfilho estendido (BALDISSERA *et al.*, 2016; KRAHL *et al.*, 2018a; KRAHL *et al.*, 2017; WERNER *et al.*, 2019). Quanto à densidade populacional de perfilhos Baldissera *et al.* (2016) não encontraram diferença entre pleno sol e sombra. De outra forma, Krahl *et al.* (2017) observaram queda de  $2135 \text{ perfilhos(m}^2)^{-1}$  em pleno sol para  $1228 \text{ perfilhos(m}^2)^{-1}$  na sombra. Possivelmente a menor radiação solar penetrando no dossel leva a uma menor ativação das gemas axilares e basais causando a redução de até 50% na produção, comparada ao sol. Werner *et al.* (2019) em uma análise de componentes principais aponta que as alterações nas variáveis tem maior influência devido à restrição luminosa que ao manejo praticado.

Quanto à relação folha: colmo, os dados são contrastantes na literatura. Segundo Baldissera *et al.* (2016), não houve diferença na relação entre ambiente sombreado e pleno sol, sendo a relação folha colmo próxima a 1. Os dados de Krahl (2020) corroboram com esse achado, porém a relação folha: colmo foi de 3,1 e 3,9 para o sol e sombra respectivamente. Outros

experimentos apenas em pleno sol obtiveram relações entre 1,5 e 2,3 (LORENZONI et al., 2016; LAJÚS et al., 2011).

Em relação à severidade de desfolha, Krahl *et al.* (2018b) não encontraram influência desta variável sobre a produção de massa aérea, mas sim na massa de raízes, onde a maior produção a pleno sol foi em 40% de severidade e na sombra a 20%. Segundo Krahl, 2020, rebaixas entre 20% e 40% da altura de entrada proporcionam alta relação folha: colmo, massa de raízes e DPP e um equilíbrio na densidade de folhas e de colmos, em ambos os tratamentos luminosos. Rebaixamentos mais severos causam impacto negativo na densidade populacional de perfilhos (DPP), reduzindo a persistência da pastagem. Desfolhas elevadas podem fazer os animais cessarem o pastejo esperando pela troca de piquete (RIBEIRO FILHO; DELAGARDE; PEYRAUD, 2003).

Apesar do crescente número de estudos com missioneira-gigante, como demonstrado anteriormente, a maioria destes é baseada nas questões fenológicas e morfológicas da produção vegetal, e com respeito à produção animal nesta espécie de forragem a literatura se mostra reduzida. Dal Pizzol *et al.* (2019) estudaram o consumo de grama missioneira-gigante por cordeiros em pastejo e constaram que nas alturas de 25 e 35 cm não houve diferença no consumo, em ambiente a pleno sol. Também neste intervalo não houve diferença na relação folha: colmo entre as alturas. Da mesma forma observaram que independente da idade de rebrota da grama não houve alteração no consumo.

### 2.3 COMPORTAMENTO INGESTIVO

O consumo voluntário é uma das variáveis com maior importância na definição do desempenho animal (ALLDEN; WHITTAKER, 1970; CARVALHO *et al.*, 2013). Em sistemas pastoris este processo envolve uma maior complexidade, pois resulta da interação entre animal, planta e componentes ambientais (BARRETT *et al.*, 2001). Fatores bióticos, fisiológicos ou metabólicos, como o estro, a termorregulação e fatores abióticos como a topografia do terreno e distância de fontes de água causam influência no consumo (CARVALHO *et al.*, 2013).

Em um sistema produtivo baseado à pasto, a ingestão de forragem é um ponto-chave (BOVAL; SAUVANT, 2019), sendo que um nível desejado de produção por animal depende tanto da produção da pastagem bem como da facilidade com que esta pode ser coletada (WADE; CARVALHO, 2000). O pastejo é um processo que resulta de uma série de decisões e escolhas tomadas pelos animais em diferentes níveis espaço-temporais, moldando assim um comportamento frente às condições oferecidas, de forma que os animais tendem a tomar decisões para otimizar a obtenção de energia na relação custo/benefício e de tempo gasto no pastejo (ROGUET; DUMONT; PRACHE, 1998), embora alguns autores abordem que esta relação possa ser ainda mais complexa (PRACHE; DAMASCENO, 2006).

Pastagens com ofertas de forragem e estruturas que propiciam maiores taxas de ingestão permitem aos animais o atendimento de suas exigências nutricionais antecipadamente, fazendo com

que os animais permaneçam menores períodos na atividade de pastejo, com maior tempo para realizar outras atividades, como descanso ou interação social. Tais pastagens indicam qualidade do ambiente pastoril (CARVALHO *et al.*, 2008). Assim sendo, estudar o comportamento ingestivo dos animais também é uma forma de entender melhor as condições ambientais e melhorar o manejo das pastagens (BOVAL; SAUVANT, 2019).

Porém, o consumo em pastagens é uma variável que tem maior complexidade para ser determinado que em dietas fornecidas no cocho. As aferições podem ser de forma direta a partir de variações mensuradas na pastagem, ou indiretamente com o uso de marcadores fecais sejam eles externos, ou internos. Com respeito à forma direta, diferenças entre a massa pré e pós pastejo predizem o consumo de grupos de animais. Porém, individualmente, para medidas de curto prazo, é possível se realizar inferências através das diferenças do peso vivo dos animais pós e pré-pastejo, com correções para perdas de peso insensível.

A chamada técnica de dupla pesagem (PENNING; HOOPER, 1985) define a taxa de ingestão ao invés do consumo, e embora seja realizada em curtos períodos de tempo é uma ferramenta para apontar metas de manejo do pasto que maximizam a ingestão de forragem por unidade de tempo, considerando o comportamento ingestivo (CARVALHO, 2013). A técnica é dependente da precisão da balança e também da medição de perdas insensíveis de peso (DECRUYENAERE; BULDGEN; STILMANT, 2009). Em determinadas situações, o consumo diário pode ser definido como a taxa de ingestão instantânea (TI) multiplicado pelo tempo diário gasto em pastejo (ALLDEN; WHITTAKER, 1970). Esta se relaciona diretamente com os efeitos da estrutura do pasto, centrado o foco no processo de ingestão da forragem (GONÇALVES *et al.*, 2009).

### 2.3.1 A formação do bocado

A determinação do consumo por meio do comportamento ingestivo se faz através de um modelo mecanístico proposto por Allden e Whittaker (1970), com detalhamentos descritos por Burlison, Hodgson e Illius (1991), Carvalho *et al.* (2013), e mais recentemente descrito e adaptado por Boval e Sauvant (2019). Segundo este modelo, a menor escala alimentar corresponde ao bocado, sendo um evento de estrutura tridimensional (CARVALHO *et al.*, 2009a), dado que bocados possuem diâmetro, área e profundidade que determinam seu volume. O volume de bocados e a densidade da forragem no estrato do pasto desfolhado definem a massa de bocados (MB). Tal massa multiplicada pela taxa de bocados (TB), sendo a quantidade de bocados em função da unidade de tempo, resulta na taxa de ingestão.

Bocados tem um intervalo temporal de 1 a 2 segundos sendo compostos por uma série de decisões tomadas pelo animal, tendo dimensões variáveis de 0,000 1 -0,01 m<sup>2</sup>, bem como certa profundidade (BAILEY; PROVENZA, 2008). Os bocados de ovinos consistem principalmente em movimentos de pescoço, lábios, e mandíbula para a apreensão de forragem pelo animal, uma vez que a língua tem papel limitado em comparação aos bovinos (BAILEY; PROVENZA, 2008; BOVAL; SAUVANT, 2019).

### 2.3.2 O efeito da estrutura do pasto nos componentes do comportamento ingestivo

A massa de bocados é o ponto central na formação do bocado e um fator-chave na determinação do consumo (LACA *et al.*, 1992). A eficiência na formação dos bocados se dá através de estruturas que proporcionam maiores massas de bocado. Os animais conseguem selecionar e colher dietas com qualidade superiores à média do pasto (CARVALHO *et al.*, 2013). Quando a taxa de consumo do ponto onde o animal se encontra cai abaixo da taxa de consumo média do ambiente, o animal se locomove para outro local a ser pastejado que lhe proporcione maior taxa de ingestão, conforme a teoria do forrageamento ótimo (ROGUET;DUMONT; PRACHE, 1998).

O tempo em pastejo é uma variável resposta amplamente ligada à massa de bocados. Animais em pastos restritivos à formação dos bocados tendem a aumentar seu tempo diário de pastejo na tentativa de obter o nível adequado de consumo. Porém, comprometem seu orçamento diário de tempo com outras atividades, como o descanso e a ruminação (GIBB *et al.*, 1999). Um dos mecanismos relacionados pode ser devido à menor proporção de movimentos mastigatórios nesse período (GIBB *et al.*, 1999).

Fonseca *et al.* (2013) trabalhando com bovinos em pastagem de *Sorghum bicolor* obtiveram uma constância na massa de bocados até 50 cm de altura do pasto. Acima dessa altura houve redução na densidade do estrato de pastejo, reduzindo a MB. Em metanálise com variadas pastagens, Boval e Sauvart (2019) apontaram valores assintóticos na massa de bocado a partir de 50 cm de altura, porém os autores afirmam que a variabilidade é maior em alturas maiores. Isto se dá sobretudo pela distribuição espacial dos componentes com a queda da densidade no estrato de pastejo, e também pela maior seleção dos animais evitando componentes indesejados (MEZZALIRA *et al.*, 2017).

Quedas na massa de bocados como consequência de uma redução na altura do pasto fazem com que o animal aumente a taxa de bocados, devido principalmente à alteração da proporção de movimentos mandibulares de pastejo (MMP) e na taxa de movimentos bocados: movimentos não bocado (GIBB *et al.*, 1999). A taxa de bocados tem expressões diferentes conforme o método de pastejo. Em um método de lotação contínua, a taxa de bocados possui relação inversa com a massa de forragem instantânea, pois em menor quantidade de pasto os animais aumentam a taxa de bocados na tentativa de maximizar a ingestão. De outra forma, na lotação rotacionada, o acesso a um novo piquete causa uma elevada taxa de bocados, sendo que o animal anteriormente estava em uma situação de consumo limitado e como a atual alta oferta de componentes desejados é temporária, há uma alta competição entre os indivíduos do grupo para ingerir estas frações (CARVALHO *et al.*, 2013).

No método rotacionado, ao decorrer do pastejo as taxas se mantêm constantes até se atingir um rebaixamento próximo a 50% da altura inicial do dossel, então o acesso ao segundo horizonte, de plantas já pastejadas se torna significativo e a taxa de ingestão inicia o seu decréscimo, devido à maior presença de colmos, até chegar o momento que houver o rebaixamento total do pasto (CARVALHO *et al.*, 2009b). Carvalho *et al.* (2013) postulam que

em bovinos os valores máximos de área de bocado foram encontrados em horizontes de pastejo com apenas folhas, já que os movimentos de língua conseguem ampliar a área de captura, e é facilitada quando apenas existem folhas a ser rompidas. Para os pequenos ruminantes, os bocados são limitados a movimentos com os lábios e dentes (WOODWARD, 1998).

### 2.3.3 Metas de manejo baseadas no comportamento ingestivo

A forma com a qual se define o ponto de entrada dos animais no pasto pode ser determinada dentre várias maneiras. Abordagens realizadas incluíram dentre outras, variáveis relacionadas a taxa de lotação, oferta de forragem (WADE; CARVALHO, 2000), e a partir dos anos 1980 uma variável a ser utilizada foi a altura do dossel, que conta com alta relação com o IAF e assim pode ser utilizada como base para o manejo do pasto (WADE; CARVALHO, 2000). O manejo pode determinar variações na estrutura do pasto, com impactos sobre o comportamento ingestivo.

A altura como critério de manejo permite observar diferentes respostas na taxa de ingestão. Boval e Sauvant (2019) destacam que houve uma relação curvilínea do aumento da altura com variáveis do comportamento ingestivo, como a massa de bocados, profundidade, área, volume e diâmetro de bocados. Prache e Damasceno (2006) testaram a variação da taxa de ingestão em pastos de azevém perene (*Lolium perenne*) e de festuca (*Festuca arundinacea*) diariamente em ovelhas que permaneciam na mesma área, com entrada aos 25 cm. Ao reduzir a altura houve redução na taxa de ingestão, para as duas espécies forrageiras. Com bovinos, em pastos de azevém anual, foi constatado que a taxa de ingestão era maior nos 25 do que nos 15 cm de altura, (AMARAL *et al.*, 2013). Fonseca *et al.* (2012) observaram que em pastagens de *Sorghum bicolor* a taxa de ingestão caiu a partir dos 50 cm e a massa de bocados manteve-se constante dos 30 até os 55 cm de altura, e então passou a cair.

Sobre a profundidade de bocados, segundo Hodgson, Clark e Mitchell (1994) os bovinos removem uma proporção constante da altura de entrada do pasto, com valores próximos à metade do comprimento inicial dos perfilhos (LACA *et al.*, 1992; BOVAL *et al.*, 2007), embora para ovinos essa relação é próxima de um quarto a um terço da altura inicial (BOVAL; SAUVANT, 2019; MILNE *et al.*, 1982). Porém, em relação ao peso vivo de cada espécie essa métrica se torna próxima. Boval e Sauvant (2019), em trabalho de meta-análise observaram que a profundidade de bocados é linearmente proporcional ao aumento da altura do pasto, com ovinos tendo uma resposta marginal de aumento de 0,37 cm/cm do pasto. Sendo assim, em menores alturas, os animais têm menor profundidade de bocados, e essa redução na profundidade de bocados causa redução na massa de bocados.

Quanto a área de bocado, existe uma relação positiva entre esta e a profundidade de bocado, pois enquanto maior a altura do pasto, maiores serão estes dois atributos. Contudo, Carvalho *et al.* (2013), Hodgson, Clark e Mitchell (1994) defendem que a área de bocados tem menor importância do que a profundidade dos bocados. Em alturas intermediárias e com



alta densidade do estrato de folhas, Boval e Sauvant (2019) apontam que o aumento de 1 cm no diâmetro de bocados (e conseqüentemente na área do bocado) aumenta o volume de bocados 4 vezes a mais que o aumento de 1 cm na profundidade de bocado. A compensação vertical, (profundidade de bocados) se torna menos eficiente que a compensação horizontal (diâmetro de bocados). Ainda, a área atinge um platô, o qual determina o ponto que corresponde a capacidade máxima de abertura da boca (BOVAL; SAUVANT, 2019).

Ao decorrer do pastejo com a redução da altura de entrada há uma redução na profundidade de bocado e na área de bocado (AMARAL *et al.*, 2013). Com a diminuição de lâminas foliares no estrato de pastejo, a presença de colmos torna-se um fator limitante, pois há a seleção por folhas e desvio dos colmos fazendo com que os animais reduzam a taxa de bocados (AMARAL *et al.*, 2013). De acordo com Delagarde *et al.* (2001) desfolhas acima de 50% da altura inicial reduzem o consumo diário de forragem. A partir dos 50% de rebaixamento da altura inicial a taxa de bocados cai reduzindo assim a taxa de ingestão (CARVALHO *et al.*, 2013), Fonseca *et al.* (2012) observaram redução na TI a partir dos 40% de rebaixamento. Também desta forma, o recesso diminui a IL do pasto pós pastejo e faz com que a frequência de pastejos seja menor durante o ciclo (AMARAL *et al.*, 2013).

#### 2.3.4 O comportamento ingestivo e a redução de luminosidade

Os dados relacionados ao comportamento ingestivo de ovinos são menos abundantes que os de bovinos (BOVAL; SAUVANT, 2019), e para esta revisão foram encontrados poucos trabalhos descrevendo o comportamento ingestivo em ambientes sombreados. Geremia *et al.* (2018) estudando a taxa de ingestão de novilhas em *Brachiaria brizantha* cv. Piatã a pleno sol, sombreamento intermediário ou em sombreamento intenso encontraram redução na taxa de ingestão neste último. O resultado é explicado pela redução na massa de bocados, uma vez que não houve alteração na taxa de bocados. O sombreamento intenso contava com maior altura do pasto (para atingir 95% de IL) e tinha maior presença de colmos na metade superior do pasto que afetou negativamente os processos de apreensão e consumo de forragem. Além disso, os teores de PB foram maiores no sombreamento intenso.

A intensidade de desfolha em ambientes sombreados pode diferir dos ambientes à pleno sol, já que à sombra há um aumento da altura do dossel para atingir 95% de IL (BALDISSERA *et al.*, 2016), bem como um aumento da altura de colmos. Assim sendo, uma severidade de desfolha superior a 50% causa grande remoção de colmos, podendo interferir no consumo animal (CARVALHO, 2013) e no número de perfilhos ao longo prazo (BELESKY; BURNER; RUCKLE, 2011). Contudo, para a grama missioneira-gigante, Krahl (2020) aponta para existência de certa flexibilidade no manejo, com intensidades de desfolha de até 60% em pleno sol podendo ser indicadas igualmente para a sombra, pois não houve influência do ambiente luminoso na altura de colmos, densidade de folhas, densidade de colmos, e estrato de folha livre de bainhas ou mesmo DPP, assim é possível que o ambiente sombreado não impacte na taxa de ingestão.

### 2.3.5 Tempo de pastejo

O padrão de pastejo em ruminantes envolve uma série de decisões, tais como quando se iniciar o pastejo, qual a frequência e quais os períodos do dia (GREGORINI, 2012). Durante o pastejo diurno de ovinos, os principais momentos escolhidos são o amanhecer e o período ao fim da tarde, sendo este último o mais intenso e mais longo (ORR *et al.*, 1997; SAVIAN *et al.*, 2020). Em espécies como *Trifolium repens*, *Festuca arundinacea*, *Lolium multiflorum*, *Pennisetum clandestinum* (ORR *et al.*, 1997; FISHER; MAYLAND; BURNS, 1999; GREGORINI *et al.*, 2006; TREVASKIS; FULKERSON; GOODEN, 2001) é descrito a existência de variação na composição química ao longo do dia, sendo que no crepúsculo há maior proporção de matéria seca no pasto, maiores teores de carboidratos solúveis em água e amido (GREGORINI, 2012; OBA, 2011; ORR *et al.*, 1997) e redução dos teores de FDN, FDA, e PB quando comparado à forragem do início da manhã. Além disso, há redução na resistência ao rompimento da forragem no período da tarde em comparação ao período da manhã (GREGORINI, 2012).

Além das alterações na composição química do alimento variações no consumo também podem ocorrer devido a aspectos ligados ao animal, como a liberação de neuropeptídeos e hormônios devido à variação da luminosidade diária. Isso provavelmente faz parte de uma estratégia dos ruminantes para a adequada aquisição de energia, pois com maior enchimento ruminal ao fim do dia há uma liberação constante de nutrientes durante à noite, e também o animal evita o pastejo noturno, onde a forragem apresenta menor valor alimentar (GREGORINI, 2012).

Animais famintos quando apresentados aos alimentos tem táticas ingestivas específicas de consumo para transpassar o desconforto, as quais, no entanto, dependem do contexto de pastejo que o animal se encontra, como a estrutura do dossel ou a composição botânica. Estas repostas podem determinar alteração da massa de bocados, taxa de bocados ou tempo médio de duração de estações alimentares (GREGORINI, 2012; GIBB *et al.*, 1999).

### **3 HIPÓTESES**

1. O efeito do sombreamento altera a estrutura do pasto, podendo impactar a taxa de ingestão de animais em pastejo em comparação ao pleno sol, independente das metas de alturas de entrada de 25 e 35 cm.

#### **4 OBJETIVOS**

Este trabalho teve como objetivo: Determinar metas de manejo baseadas na otimização da taxa de ingestão de ovinos em uma pastagem de missioneira-gigante com ou sem restrição luminosa .

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EEL/Epagri), no município de Lages-SC, sob coordenadas 27° 47' 53.4"S e 50° 19' 31.9"W com cerca de 920 m de altitude. Conforme a classificação climática de Köppen, a região tem um clima temperado úmido (Cfb) sob influências oceânicas, com temperatura média anual de 17 °C e precipitação média anual de 1460 mm. O experimento foi conduzido no ano de 2019 entre os meses de fevereiro a maio.

O experimento foi realizado em duas áreas (pleno sol e sombra) com pastagens formadas de missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls. SCS 315 Catarina Gigante). Cada área foi subdividida em 8 parcelas de 20 m<sup>2</sup>. Antes do experimento as áreas foram totalmente rebaixadas a 10 cm com uma roçadeira manual e os resíduos removidos. Os testes de pastejo aconteceram entre abril e maio. A pastagem também recebeu aplicação de adubo químico na formulação NPK 9-33-12 na dose de 80 kg/ha de P e K, para correção e manutenção dos teores de minerais conforme análise de solo, e nitrogênio na forma de ureia na dose de 300 kg/ha.

Na área destinada aos testes com sombreamento foi instalada uma manta fotorrefletiva de polipropileno (sombrite®) em dezembro de 2018, a cerca de 1,60 m de altura do chão, a qual foi aferida com um ceptômetro AccuPAR® LP (Decagon Devices, Inc.). Em vários períodos do dia comparou-se a luz incidente fora do sombrite com a luz abaixo dele e a interceptação luminosa resultante foi 50% de redução da radiação fotossinteticamente ativa (RFA).

### 5.2 DESENHO EXPERIMENTAL

O experimento consistiu em um delineamento fatorial 2 × 2 sendo 2 alturas pré-pastejo de missioneira-gigante, 25 e 35 cm, e dois ambientes luminosos, sol e sombra. As alturas foram sorteadas ao acaso dentre os piquetes de cada condição luminosa. O delineamento experimental possuía quatro tratamentos com repetições dos testes em dois períodos do dia, manhã e tarde. Os testes iniciavam aproximadamente às 9:00 horas e às 15:00 horas, os animais passavam a noite estabulados, onde recebiam alimento concentrado no cocho. Antes dos testes da tarde eles pastejavam em outras áreas. Por cerca de 1,5 h antes dos testes, os animais eram deslocados para a área do experimento para serem preparados. Dessa forma, os efeitos fixos dos turnos (manhã e tarde) foram considerados devido à diferença de tempo que os animais permaneciam sem consumir anteriormente à realização dos testes, bem como pelas alterações químicas do pasto e pela alteração do padrão de consumo ao longo do dia (GIBB *et al.*, 1999; OBA, 2011). A duração de cada sessão de pastejo era em média de 25 minutos. Os piquetes tinham 20m<sup>2</sup> de área, a qual foi dimensionada para haver o rebaixamento de 40% da altura pré-pastejo (CARVALHO *et al.*, 2013, FONSECA *et al.*, 2012) no tempo estipulado.

### 5.3 MENSURAÇÕES NOS ANIMAIS

Como modelo animal foram utilizadas quatro ovelhas leiteiras da raça Lacaune, vazias, não lactantes, com peso vivo de  $85 \pm 5$  kg e idade de 2,5 anos. Antes do experimento os animais foram adaptados ao pastejo na espécie de estudo, bem como adaptados a pastear na presença de observadores e ao uso de coletores de fezes e urina. A taxa de ingestão de forragem foi calculada pela técnica de dupla pesagem com correção para perdas insensíveis de peso (ALLDEN; WHITTAKER, 1970; PENNING; HOOPER, 1985).

Os animais foram pesados antes e após o pastejo em balança eletrônica de barras com precisão de 10g (Prix, Toledo do Brasil, RS), e contaram com sacolas para coleta de fezes e urina para evitar perdas de peso advindas de excreções. As perdas insensíveis de peso (PIP) que ocorrem devido à eliminação de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e pela evaporação da água do velo (DUMONT *et al.*, 1994). foram quantificadas após os testes de pastejo com as ovelhas contidas e sem acesso à água ou alimentos em tempo semelhante ao tempo de pastejo. Para tal foi utilizado o valor médio para a correção do consumo de cada animal em cada teste. A equação (1) define a taxa de ingestão, e é descrita por Penning e Hooper (1985) e adaptada por Nadin *et al.* (2019), com valores corrigidos para matéria seca:

$$TI = \left[ \frac{(P2 - P1)}{(t2 - t1)} \times MS + PIP \right] \times \frac{t2 - t1}{TA} \quad (1)$$

Onde, TI (g MS/min) é taxa de ingestão instantânea de forragem, P1 e P2 é peso dos animais antes e após o pastejo respectivamente, t1 e t2 são os horários pré e pós-pastejo, PIP é o fator médio de perdas insensíveis de peso e TA é o tempo efetivo de alimentação.

Como os animais permaneceram ativamente pastejando durante as sessões o TA foi determinado como sendo o mesmo do tempo de pastejo. A contagem de bocados foi feita através de observação visual, com um observador por animal durante todo o período de pastejo. Os observadores foram treinados a distinguir movimentos de apreensão dos bocados. A taxa de bocados (TB, bocados/minuto) foi calculada pelo quociente entre o número de bocados e o tempo de pastejo, e a massa de bocado (MB, g/bocado) calculada como a razão entre o consumo de MS e o número total de bocados.

### 5.4 MENSURAÇÕES NO PASTO

As alturas pre e pós-pastejo foram mensuradas através de um bastão graduado *sward stick* em quarenta pontos para determinar a média de altura do piquete e o desvio padrão. Os testes apenas ocorriam quando o desvio padrão era menor que 5 cm. A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi avaliada por contagem simples em quatro quadros de 0,125 m<sup>2</sup> distribuídos aleatoriamente nos piquetes. A altura de perfilho estendido foi medida com auxílio de régua graduada em quarenta perfilhos marcados por piquete no pré-pastejo. A medida era realizada

desde o solo até a lígula da folha madura mais jovem para determinar o comprimento do pseudocolmo. Para comprimento de folha foi medida do fim da bainha até a extremidade da última folha. Os mesmos perfilhos foram medidos no pós-pastejo para a avaliação de profundidade de bocado (PBoc), como uma relação da altura inicial (GRIFFITHS; HODGSON; ARNOLD, 2003). O estrato de folha livre de bainha (EFLB) foi obtido calculando-se: (altura do perfilho estendido – altura de colmo) / altura do perfilho estendido).

Para estimativa de massa de forragem (MF) foram feitos cortes em duas áreas quadradas de 0,250 m<sup>2</sup>, na parte externa dos piquetes, em condição similar a área dos testes. Em cada uma área foi realizado um corte no estrato superior (50% da altura) e outro no estrato inferior do pasto, com base na altura média de cinco pontos do quadro. A densidade de forragem (DF) do estrato superior foi obtida conforme descrito em (2):

$$DF = \frac{MF_{sup}}{\left(\frac{h_{\bar{x}pasto} \times S_{quadro}}{2}\right)} \quad (2)$$

Onde  $MF_{sup}$  é a massa de forragem do estrato superior,  $h_{\bar{x}pasto}$  é a altura média do pasto no quadro e  $S_{quadro}$  é a área do quadro.

No estrato superior foi realizada a separação morfológica dos componentes em folhas, colmos e material senescente e outras espécies. Os teores de MS parcial dos componentes individuais e da amostra total foram determinados por secagem em estufa com ventilação forçada a 55 °C por 72h até obtenção do peso constante, nos quais foram pesados os componentes morfológicos. As amostras foram moídas em moinho do tipo Willey e secas em estufa a 105°C até a obtenção do peso constante para a obtenção do teor de MS total, e correção dos teores bromatológicos.

## 5.5 ANÁLISES QUÍMICAS

A composição química do pasto foi analisada no Laboratório de Análises Bromatológicas do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC). As amostras foram agrupadas por piquetes, totalizando 18 amostras. Todas as amostras foram analisadas em duplicata, aceitando-se uma diferença de até 5% do resultado entre o par. O teor de cinzas foi determinado através da queima em forno mufla a 550 °C por 4 horas. O teor de FDN foi determinado em amostras acondicionadas em sacos de poliéster, aquecidas e agitadas sob pressão a 100 °C por 1 hora em solução de detergente neutro através do aparelho Fiber Analyzer (ANKOM Technologies, Macedon, NY, USA). O teor de FDA foi quantificado da mesma maneira, utilizando-se solução de detergente ácido. A concentração de N das amostras foi determinado pelo método de combustão de Dumas, através do analisador LECO FP 528 (LECO CORPORATION, St. Joseph, MI, USA), sendo o teor de proteína bruta obtido multiplicando se o valor de N pelo fator 6,25.

## 5.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram avaliados no software estatístico R, versão 4.0.3 (R Core Team, 2020). A análise se deu por meio de modelos lineares mistos, do pacote “lme4” (BATES *et al.*, 2015). Os modelos foram ajustados em cada variável resposta, para a inclusão ou remoção dos efeitos aleatórios, utilizando a comparação de modelos encaixados por meio do teste qui-quadrado (VENABLES; RIPLEY, 2002). O modelo abaixo apresenta a estrutura considerada para os fatores de efeito fixo (ambiente luminoso, altura e sua interação e turno) e efeito aleatório de piquetes.

$$Y_{ijkl} = \hat{u} + L_i + A_j + L_i \times A_j + T_k + P_l + e_{ijkl}, \text{ onde}$$

$Y_{ijkl}$  = variável analisada,  $\hat{u}$  = média geral,  $L_i$  = efeito fixo do ambiente luminoso,  $A_j$  = efeito fixo da altura,  $L_i \times A_j$  = efeito da interação ambiente luminoso  $\times$  altura,  $T_k$  = efeito fixo do turno (manhã ou tarde),  $P_l$  = efeito aleatório do piquete e  $e_{ijkl}$  = erro experimental.

Os modelos sem efeitos aleatórios foram submetidos a análise de variância simples e os modelos com efeitos foram submetidos a anova marginal “tipo III”. Para a taxa de ingestão, foi realizada correção dos dados considerando a seguinte expressão: Y corrigido = (observação original - média do animal) + média geral. Os modelos foram submetidos ao teste de Bartlett para verificação do pressuposto de homogeneidade de variâncias e ao teste de Shappiro Wilk para a normalidade de resíduos. Quando as pressuposições não eram atendidas os modelos passavam pela transformação ótima de Box-cox (VENABLES; RIPLEY, 2002) e se necessário pela análise de outliers, pelo procedimento “outlierTest” do pacote “car” (FOX; WEISBERG, 2019). As médias foram submetidas aos testes *post Hoc* de Tukey, pelo pacote “emmeans” (LENTH, 2021). Os dados foram considerados ao nível de significância de 5% e tendência os valores entre 5% e 10%.



## 6 RESULTADOS

### 6.1 EFEITO DO AMBIENTE LUMINOSO E DA ALTURA PRÉ-PASTEJO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO PASTO

As alturas pré-pastejo aproximaram-se das metas estabelecidas (25 cm e 35 cm) em ambos os ambientes luminosos (Tabela 1). As alturas médias de saída foram 15,2 e 20,9 cm nas metas de 25 e 35 cm, respectivamente. As proporções de rebaixamento compreenderam valores próximos à meta previamente estabelecida (40% da altura inicial).

Tabela 1 – Alturas de manejo e proporção de rebaixamento da grama missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls cv.SCS 315 Catarina Gigante) pastejada por ovinos em pleno sol ou com sombreamento parcial em duas metas de altura pré-pastejo (25 e 35 cm).

	Sol		Sombra	
	25 cm	35 cm	25 cm	35 cm
Altura pré-pastejo, cm	23,5	33,3	24,4	34,8
Altura pós-pastejo, cm	15,6	20,3	14,9	21,5
Altura de rebaixamento <sup>1</sup> , cm	7,9	13	9,47	13,3
Proporção de rebaixamento <sup>2</sup> , %	0,336	0,390	0,388	0,382

1 (altura pré-pastejo – altura pós-pastejo)

2 (altura pré-pastejo – altura pós-pastejo) / altura pré-pastejo

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

A massa de forragem total, a massa de forragem no estrato superior, a altura de perfilho estendido e a altura de colmos foram semelhantes nos diferentes ambientes luminosos ( $P > 0,10$ ), mas superiores ( $P < 0,05$ ) na altura 35 cm quando comparadas à 25 cm (Tabela 2). A massa de forragem no estrato inferior tendeu a aumentar na altura 35 cm em pleno sol quando comparada aos demais tratamentos (interação luminosidade  $\times$  altura:  $P < 0,07$ ). A densidade populacional de perfilhos reduziu 38% no ambiente sombreado em comparação ao pleno sol, mas não se alterou em função da altura.

A relação folha: colmo, a porcentagem da altura de folha em relação à altura total do perfilho e o comprimento de lâmina foliar não diferiram entre tratamentos, com médias de 2,64, 70,3% e 24,6 cm. No estrato superior 97,5% da MF era composta de lâminas foliares ( $P > 0,10$ ). A densidade de forragem do estrato superior e perfilho estendido pós pastejo também não se alteraram entre tratamentos. Os teores de PB e FDA foram similares entre tratamentos, com médias de 19,5% e 28%, respectivamente.

O teor de FDN aumentou à medida que aumentou a altura pré-pastejo, independente do ambiente luminoso, sendo este aumento mais pronunciado no ambiente sombreado em comparação ao pleno sol (interação luminosidade  $\times$  altura:  $P < 0,05$ ). A matéria orgânica foi

superior na sombra e o tratamento 35 sombra contou com tendência a ser o maior de todos (interação luminosidade  $\times$  altura:  $P < 0,10$ ).

Tabela 2 – Massa de forragem, características estruturais e composição química da grama missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls cv.SCS 315 Catarina Gigante) manejada em pleno sol ou com sombreamento parcial em duas metas de altura pré-pastejo (25 e 35 cm).

	Sol		Sombra		EPM	Valor de P		
	25	35	25	35		Lum	Alt	L $\times$ A
<b>Biomassa aérea, kg ha<sup>-1</sup></b>								
Total	2759	3963	3183	3733	312	0,76	0,02	0,32
Superior (> 50% altura)	627	947	477	1073	177	0,95	0,02	0,45
Inferior (< 50% altura)	2132	3016	2706	2660	231	0,65	0,1	0,07
Densidade <sup>1</sup>	0,5	0,62	0,405	0,67	0,118	0,85	0,13	0,55
DPP, perfilhos (m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>	2072	2565	1429	1458	148	<0,01	0,08	0,13
<b>Altura pré-pastejo, cm</b>								
Perfilho estendido	32,6	37,0	33,1	38,6	0,819	0,25	<0,01	0,53
Colmo + pseudocolmo	8,44	11,3	9,86	11,9	0,821	0,31	0,01	0,39
Lâmina foliar <sup>2</sup>	24,1	25,6	23,2	25,6	2,54	0,79	0,66	0,8
Perfilho pós-pastejo, cm	20,9	26,1	18,8	28,2	2,89	0,62	0,27	0,59
Relação folha: colmo	2,99	2,37	2,65	2,55	0,304	0,41	0,18	0,44
EFLB <sup>3</sup>	74,1	69,2	70,1	69,7	3,54	0,36	0,16	0,37
<b>Composição química, %</b>								
Matéria orgânica	92,3	92,7	93,3	92,9	0,21	0,03	0,88	0,10
Proteína bruta	20,1	20,6	19,8	17,4	1,746	0,77	0,51	0,57
FDN	61,31 <sup>Ad</sup>	64,4 <sup>Aa</sup>	60,5 <sup>Ba</sup>	66,2 <sup>Aa</sup>	0,48	0,03	<0,01	0,02
FDA	26,4	27,9	27,5	30,2	0,953	0,40	0,27	0,51

Letras maiúsculas iguais para uma mesma altura e minúsculas para a mesma condição luminosa indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

EPM = erro padrão da média, Lum = luminosidade, Alt = altura,

DPP = densidade populacional de perfilhos, EFLB= Estrato de folhas livres de bainha, FDN = fibra insolúvel em detergente neutro, FDA = fibra insolúvel em detergente ácido.

<sup>1</sup>g MS (dm<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> no estrato superior (>50% altura pré-pastejo)

<sup>2</sup> altura perfilho estendido – (altura colmo + pseudocolmo)

<sup>3</sup>(altura do perfilho estendido – altura de colmo ) / altura do perfilho estendido

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

## 6.2 EFEITO DO AMBIENTE LUMINOSO E DA ALTURA PRÉ-PASTEJO SOBRE A TAXA DE INGESTÃO DE FORRAGEM

A taxa de ingestão foi similar entre ambiente luminoso e entre alturas pré-pastejo, com média de 10,2 g MS min<sup>-1</sup> (Tabela 3). A taxa de bocados foi 8,1 bocados min<sup>-1</sup> superior nos animais pastejando a missioneira em pleno sol em comparação à missioneira sombreada (P <0,01), mas não variou em função da altura. Tanto a massa de bocado como a altura do bocado foram semelhantes entre os tratamentos, com médias de 0,364 g MS bocado<sup>-1</sup> e 14,1 cm, respectivamente.

Tabela 3 – Taxa de ingestão em ovinos pastejando grama missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls cv.SCS 315 Catarina Gigante) manejada em pleno sol ou com sombrea- mento parcial em duas metas de altura pré-pastejo (25 e 35 cm).

	Sol		Sombra		EPM	Valor de P		
	25	35	25	35		Lum	Alt	L × A
TI, g MS min <sup>-1</sup>	10,5	10,9	8,53	10,8	0,956	0,13	0,81	0,31
TB, bocados min <sup>-1</sup>	36,5	34,2	26,0	28,6	2,51	<0,01	0,97	0,34
Tempo/bocado, s	1,76	1,83	2,67	2,34	0,211	<0,01	0,93	0,33
MB, g MS boc <sup>-1</sup>	0,394	0,335	0,336	0,392	0,069	0,54	0,56	0,41
MBPV, mg MS (kg PV) <sup>-1</sup>	5,14	4,28	4,25	5,05	0,902	0,47	0,52	0,36
PrB, cm	14,2	12,2	14,6	15,3	1,00	0,12	0,23	0,36

EPM = erro padrão da média, Lum = luminosidade, Alt = altura,

TI = taxa de ingestão, TB = taxa de bocados, MB = massa de bocado, MBPV = massa do bocado em função do peso vivo, PrB = profundidade do bocado.

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

## 7 DISCUSSÃO

Os resultados experimentais permitiram refutar a hipótese de que a taxa de ingestão em ambiente sombreado de missioneira-gigante é reduzida em comparação ao pleno sol, porém sobre as alturas testadas foi observado que estas não relacionaram-se com a condição luminosa. Como na maioria das variáveis não houve interações entre ambiente luminoso e alturas de pré-pastejo, os fatores serão discutidos separadamente.

### 7.1 PRODUÇÃO E QUALIDADE DA FORRAGEM

#### 7.1.1 Modificações estruturais decorrentes do ambiente luminoso

O sombreamento desencadeia respostas que alteram a morfologia e a anatomia das plantas tanto ao nível de comunidade como de indivíduo (VARELLA *et al.*, 2011; BELESKY; BURNER; RUCKLE, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2019). Por exemplo, reduzindo o número de perfilhos na área ou alterando a estrutura de cada perfilho, ou aumentando a área foliar específica. Tais respostas têm o objetivo de aumentar a eficiência de fotossíntese e da assimilação de carbono. Soares *et al.* (2009) encontraram redução da MF de missioneira-gigante em sombreamento associada à redução do número de perfilhos, assim este é considerado o principal fator na queda da massa de forragem.

A redução da DPP observada (Tabela 1) em função do sombreamento é uma resposta clássica de plantas crescendo nestas condições, com frequência encontrada em trabalhos similares tanto em missioneira-gigante (WERNER *et al.*, 2019) como em outras espécies como *Brachiaria decumbens* (LIMA *et al.*, 2019), *Andropogon gayanus* (OLIVEIRA *et al.*, 2019), *hemarthria altissima* *Cynodon* spp., *Tifton 85* (BALDISSERA *et al.*, 2016). Esta resposta ocorre principalmente devido à redução da quantidade de luz incidente no dossel e a alteração na relação da radiação vermelho: vermelho distante (GAUTIER; VARLET-GRANCHER; HAZARD, 1999). A redução de DDP, aliada a menor acúmulo de raízes em plantas sombreadas (KRAHL *et al.*, 2018b; MARTUSCELLO *et al.*, 2009), pode ter consequências negativas para a produção e persistência das pastagens.

É descrito que a redução da disponibilidade de luz incidente no dossel afeta a massa de forragem do pasto (LOPES *et al.*, 2017) sendo os efeitos de maior intensidade em espécies C4 (KEPHART; BUXTON; TAYLOR, 1992). Porém em algumas situações outras respostas são encontradas, como Castro *et al.*, (1999) que encontraram aumentos de até 119% na MF em sombreamento moderado (30% de IL) para *Megathyrsus maximum* e *Setaria anceps*. Pachas *et al.* (2014) não encontraram diferença na massa de forragem entre 0 e 53% de sombreamento, e em 38% de sombreamento encontraram aumento na MF. Estes autores trabalharam em sistema de sombreamento artificial baseado em ripas de madeira, e justificaram

os resultados em função de que nesses ambientes existem maiores teores de umidade no solo, fazendo com que as plantas sofressem um estresse hídrico menor que as plantas a pleno sol. Em nossos resultados a MF não reduziu no ambiente sombreado e o sombreamento utilizado era baseado em telas de polipropileno (sombrite®).

No sombreamento artificial, a ausência de árvores pode reduzir a competição por água e nutrientes. Adicionalmente as telas compõem uma malha uniforme, que distribui igualmente a sombra ao longo do fotoperíodo, diferente do sombreamento natural o qual causa sombreamento intermitente, com flutuações na irradiância do sub-bosque. Também diferentemente do sombreamento natural onde tanto a intensidade quanto a qualidade da radiação incidente são alteradas (ANDRADE *et al.*, 2004), as telas de polipropileno reduzem a intensidade luminosa (fluxo), e em parte a qualidade (relação vermelho: vermelho distante) (HUBER; STUEFER, 1997, VARELLA *et al.*, 2011).

O efeito mais impactante devido redução da luminosidade foi relacionado à DPP que diminuiu em 38% em relação ao sol. Embora em ambientes naturais a queda não se limite apenas à restrição luminosa, mas pela competição por água, nutrientes e pela adequada qualidade do solo, a luz é o fator que mais causa impactos (BELESKY; BURNER; RUCKLE, 2011). A sombra imposta pelas árvores faz com que a comunidade de plantas priorize os perfilhos existentes em detrimento da formação de novos, o que inibe a formação de gemas basais dos novos perfilhos, causando a redução (LIMA *et al.*, 2019).

A densidade de perfilhos é uma importante variável na determinação da massa de forragem do pasto e a redução desta impacta a MF. (LIMA *et al.*, 2019; MARTUSCELLO *et al.*, 2009). Bernardino *et al.*, (2009) destacam que com a redução da DPP ocorre a alteração do peso médio do perfilho, pois, as plantas apresentam, em geral um mecanismo de compensação tamanho/densidade de perfilhos (YODA, 1963; MATTHEW *et al.*, 1995; SBRISSIA *et al.*, 2018; BARRE *et al.*, 2006). Assim sendo, o tamanho do perfilho e a densidade podem ditar a produtividade da forragem (BELESKY; BURNER; RUCKLE, 2011). Embora nosso trabalho tenha encontrado igual massa de forragem para os dois ambientes, plantas crescendo em ambientes com redução de luminosidade frequentemente tem menores taxas de crescimento, como demonstrado por Varella *et al.* (2009), Baldissera *et al.* (2016), Krahl (2020), Pontes *et al.* (2018), Santos *et al.* (2016) e desta forma, um maior intervalo de rebrota é necessário para atingir a meta de altura de entrada nos piquetes, causando assim menor número de ciclos de pastejo pelos animais durante uma estação, o que pode reduzir o ganho de peso animal por hectare (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Baldissera *et al.* (2016), Krahl *et al.* (2017), Krahl (2020) relatam que a pastagem de missioneira-gigante no ambiente sombreado apresentou alongação de colmos e de folhas, e também manteve a relação folha: colmo que ao sol. Soares *et al.* (2009) encontraram a mesma resposta em níveis baixos de redução luminosa, porém, em níveis elevados (espaçamento entre linhas a cada 9 m e 3 m entre árvores da linha) houve redução na relação folha: colmo. A presença de colmos + pseudocolmos no estrato pastejado é um fator que pode reduzir a taxa

de ingestão (BENVENUTTI *et al.*, 2016), mas a resposta da missioneira em níveis moderados de sombreamento não desenvolveu este comportamento. Em nosso trabalho não foi encontrada diferença no comprimento de colmos ou no comprimento de folhas entre sol e sombra (Tabela 2).

Dessa forma, a relação folha: colmo manteve-se igual entre ambientes luminosos. Similarmente, o EFLB não foi alterado entre os ambientes luminosos e alturas de manejo, com valor médio de 70,7% em relação ao perfilho estendido. O EFLB é um indicador relacionado ao pastejo e ao comportamento ingestivo, Hodgson, Clark e Mitchell (1994) e Wade (1991 apud PRACHE; PEYRAUD, 2001) introduziram o conceito da proporcionalidade constante da remoção de forragem, sendo a profundidade de bocados uma constante proporcional à altura das plantas que os animais em pastejo acessam no primeiro horizonte de pastejo (CARVALHO *et al.*, 2001). Os animais ao acessarem uma pastagem removem 50% em relação à altura do perfilho estendido (CANGIANO *et al.*, 2002), assim pastagens com EFLB menores que esse valor penalizam a realização do bocado pelos animais, devido principalmente a presença de colmos no estrato pastejado.

### 7.1.2 Modificações estruturais causadas pelas alturas de manejo

Com relação às metas de altura, a massa de forragem aumentou com o aumento da altura do pasto. A massa de forragem é um importante preditor no desempenho animal (KUNRATH *et al.*, 2014) em condições uniformes de pastagens a MF e altura são altamente correlacionáveis (PONTES *et al.*, 2017). Aumentos de altura causam o desenvolvimento de frações mais pesadas da planta como os colmos causando aumento na massa de forragem.

O aumento na MF total para os 35 cm se deu principalmente devido ao aumento da massa de forragem do estrato superior, já que no estrato inferior a MF permaneceu igual. Assim o dossel ao qual os animais em pastejo tinham acesso era formado predominantemente de folhas. Carvalho *et al.* (2009b) descrevem que folhas são preferíveis por serem de rápida digestão, concentrar nutrientes e possibilitar maior consumo quando sua presença é abundante e acessível. Embora a MF tenha sido maior na altura 35 cm, no entanto não houve diferença entre as densidades de forragem .

Com o aumento da altura do dossel houve aumento da altura do perfilho estendido, pois ocorre a adição sequencial de fitômeros até o atingimento da altura de corte (MATTHEW *et al.*, 2001). Como pode ser exposto pelo alongamento de colmos que aumentaram 9,9 cm entre os 25 cm e os 35 cm. As lâminas foliares não aumentaram de tamanho, associado ao aumento da altura de colmos era esperado com que a relação folha: colmo fosse alterada, no entanto esta não apresentou significância estatística. Krahl (2020) encontrou diferença significativa na relação f:c, a maior sendo aos 15 cm de altura do pasto, a menor relação f:c aos 45 cm, e 25 cm e 35 cm tiveram relações intermediárias e iguais. Similarmente, as duas alturas de entrada contaram com o mesmo EFLB, com média de 70,7% do perfilho estendido desta forma, nas duas alturas de manejo, os animais acessavam inicialmente o estrato superior .

Sobre a DPP, o aumento da altura de manejo do dossel faz com que a maior altura dos perfilhos cause competição pela luz, e como resposta há uma redução na DPP (SBRISSIA *et al.*, 2018; CARVALHO *et al.*, 2018) Embora tenha ocorrido o aumento do perfilho estendido não houve redução na DPP, similarmente ao descrito por Krahl (2020). A DPP é uma caracterização pontual de um fenômeno a longo prazo que ocorre na planta, resultado do saldo líquido entre os perfilhos novos e os senecidos que indica a persistência das pastagens (WADE; CARVALHO, 2000; MATTHEW; HAMILTON, 2011). Portanto, apesar de a condição de sombreamento ter sido imposta no ano anterior ao experimento, o manejo de implementação das metas de altura foi realizado pela roçada baixa de 10 cm previamente aos testes de pastejo, podendo não ter ocorrido tempo suficiente para o ajuste da estrutura do dossel para as alturas de manejo avaliadas. (SBRISSIA *et al.*, 2018). Ainda, seria possível levantar a hipótese de que a missioneira-gigante não apresenta os mesmos mecanismos de compensação tamanho densidade apontada para outras espécies.

Fatores relacionados a densidade de perfilhos causam influência na manutenção da população de perfilhos, assim como a desfolha pelos animais, por mais que a continuidade de uma pastagem esteja sobre controle genético o ambiente e o manejo são importantes fatores para manter a persistência de pastagens. Lotações intermitentes com intervalos de rebrotas suficientes e ajustes adequados de carga animal são relacionados a manutenção dos perfilhos (BELESKY; BURNER; RUCKLE, 2011). Assim como o ambiente, pois níveis elevados de sombreamento podem causar danos à continuidade das pastagens. Portanto, as metas utilizadas estão na amplitude indicada para o adequado manejo de missioneira-gigante à sombra somado aos dados anteriormente apresentados.

## 7.2 QUALIDADE DA FORRAGEM

Os padrões de resposta devido ao sombreamento são dependentes da espécie forrageira e da fração da massa de forragem utilizada. Foi analisado o estrato superior do pasto, por ser o qual os animais tinham acesso. A MO diferiu entre os ambientes luminosos, entretanto os valores são bastante próximos, variando de 92,3 a 93,3%. Dal Pizzol *et al.* (2019) encontraram teores de MO de missioneira-gigante variando de 91 a 92%.

O teor de PB não diferiu entre as condições luminosas. Diversos autores (BARRO *et al.*, 2012; KEPHART; BUXTON, 1993; HANISCH *et al.*, 2016; SOARES *et al.*, 2009; LIN *et al.*, 2001; LOPES *et al.*, 2017) encontraram um aumento no teor proteico em pastos mantidos à sombra comparado àqueles em pleno sol. Uma teoria proposta por Lemaire e Chartier (1992 apud SOARES *et al.*, 2009) é relacionada à diluição do nitrogênio, esta considera que existe uma quantia de N ideal para dado nível de produção do pasto, assim pastos com maior produção diluem mais os teores de N, reduzindo sua concentração, e em pastos com menores produções

há um aumento. No entanto, os teores proteicos encontrados neste experimento são superiores aos descritos na literatura (FRANÇA, 2017; HANISCH; FONSECA; DALGALLO, 2015; HANISCH; Alfredo Da Fonseca, 2011; PACHAS *et al.*, 2014; KRAHL, 2020; TCACENCO, 1994; LORENZONI *et al.*, 2016), provavelmente o estrato analisado contava com predominância de folhas e recebeu altas doses de adubação nitrogenada (DELEVATTI *et al.*, 2019), elevando o índice de nutrição nitrogenada. Não foi encontrada diferença entre sol e sombra, provavelmente pelos altos teores de adubação.

Dentre as faixas de alturas testadas o teor de PB não diferiu, Krahl, (2020) analisando missioneira-gigante em vários estratos encontrou diferença no teor de PB com o aumento da altura pré-pastejo. Dos 15 cm aos 45 cm os teores passaram de 18% para 13% de PB, todavia nas alturas de 25 e 35 cm os teores proteicos foram iguais e intermediários.

Os teores de FDN foram próximos aos descritos na literatura para a espécie (KRAHL, 2020; PACHAS *et al.*, 2014; HANISCH; DA FONSECA, 2011). Em ambientes com restrição luminosa são relatadas respostas contrastantes, tanto apontando redução no teor de FDN (PEREIRA *et al.*, 2021; KRAHL, 2020; LOPES *et al.*, 2017) como não redução (PACHAS *et al.*, 2014; LIMA *et al.*, 2019b; DE SOUZA *et al.*, 2019; GEREMIA *et al.*, 2018). Neste trabalho a redução foi de baixa amplitude. Kephart e Buxton (1993) apontam que o sombreamento reduz a quantidade de fotoassimilados que compõe a parede celular secundária da planta, assim reduzindo os teores de FDN. Adicionalmente, o aumento da altura dos perfilhos aumentou o teor de FDN (MARÍN, 2019; DIM; SILVA; PEREIRA, 2015). Devido à necessidade de os perfilhos manterem a sustentação com o aumento da altura há o aumento da produção de tecido denso e lignificado (LIN *et al.*, 2001).

Os teores de FDA foram próximos aos descritos por (KRAHL, 2020; DAL PIZZOL, 2016; PACHAS *et al.*, 2014; HANISCH; FONSECA, 2011) e os teores não aumentaram entre as alturas de manejo ou condição luminosa, semelhante a Pachas *et al.* (2014). Desta forma a composição química da forragem, mostrou pouca variação dentre os tratamentos e é possível, portanto considerar baixa influência nas demais respostas obtidas no consumo.



### 7.3 COMPORTAMENTO INGESTIVO

Produtividade em nossa aplicação é definida em termos de massa foliar estendida em uma zona de apreensão onde os animais em pastejo podem obter a massa de forragem para satisfazer os mecanismos de bocados e as exigências nutricionais (BELESKY; BURNER; RUCKLE, 2011, p.8)

#### 7.3.1 Respostas do comportamento ingestivo relacionadas às alturas pré-pastejo

A Taxa de ingestão não diferiu entre as alturas testadas (Tabela 2). De forma semelhante, Dal Pizzol *et al.*, (2019) não obtiveram alterações de consumo quando a gramínea foi manejada entre 25 e 35 cm a pleno sol. Lopes *et al.*, (2008) descrevem que o desempenho de novilhos foi otimizado em pastagens de aveia e azevém entre 20 e 30 cm de altura de pastejo. Marín, (2019) encontrou a maior taxa de ingestão em pastos de capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum*) manejados com 20 cm, alturas superiores reduziram a taxa de ingestão. Já Fonseca *et al.*, (2012) trabalhando com *Sorghum bicolor* encontraram semelhanças na TI entre os 30 cm e os 50 cm de entrada, portanto as respostas na taxa de ingestão variam conforme as espécies e adicionalmente, relacionam-se com atributos estruturais presentes no dossel (CARVALHO *et al.*, 2009a).

Em pastagens homogêneas a massa de bocados é um ponto-chave na determinação da TI (CARVALHO *et al.*, 2013, LACA *et al.*, 1992b). Neste trabalho, com o aumento da altura do pasto os animais mantiveram similar massa de bocados. Alturas pré-pastejo muito baixas reduzem a massa de forragem colhida por bocados (ILLIUS; GORDON, 1987) sendo causadas pelas limitações na colheita da forragem. A MB é dependente da área de bocados e profundidade dos bocados (LACA *et al.*, 1992<sup>a</sup>). Portanto, a estrutura do pasto nas alturas testadas não limitou a formação dos bocados.

A distribuição vertical do dossel influencia os processos de ingestão. Carrère *et al* (2001), Laca *et al.* (1992a), Cangiano *et al.* (2002) descrevem que a remoção de forragem em cada bocado alcança valores próximos a 50% da altura do dossel em ruminantes. Dessa forma, alturas pré-pastejo baixas dificultam a profundidade dos bocados (BARRE *et al.*, 2006). A profundidade de bocado média obtida nos perfilhos marcados que sofreram pastejo foi de 47% de remoção do total do perfilho, pode-se, portanto inferir que a configuração do dossel em todos os tratamentos não limitou a formação dos bocados.

No início do pastejo os animais ingerem o estrato contendo principalmente folhas e só após a depleção desse acessam colmos. Em nosso experimento, mesmo que na altura pré-pastejo de 35 cm tenha ocorrido maior altura de colmos, este aumento não foi suficiente para que os animais passassem a ingerir colmos. A presença de colmos atua como uma barreira na velocidade de ingestão (FONSECA *et al.*, 2012; FILHO *et al.*, 2011) limitando a profundidade de bocados. A altura encontrada de colmos variou entre 8,44 cm a 11,9 cm. Krahl *et al.* (2017), Krahl (2020) apontam que apenas metas com mais de 35 cm de altura pré-pastejo em missioneira-gigante aumentaram a presença de colmos + pseudocolmos.

Adicionalmente a altura média do perfilho estendido no pós-pastejo variou de 18,8 cm a 28,2 cm (Tabela 2), Guzatti *et al.* (2017) apontam que a TI reduziu em pastos temperados quando a altura de folha residual foi menor que 7 cm. Os valores de folha residual calculados desse trabalho são de 10,7 cm para a altura pré-pastejo 25 cm e 15,5 cm para a altura 35 cm, assim em nenhum tratamento os animais acessaram o estrato inferior, e os perfilhos pastejados permaneciam com lâminas foliares residuais, não impactando a TI.

Fonseca *et al.* (2012) em testes de rebaixamento de Sorgo verificaram que com baixas severidades a massa de folhas era a primeira a ser consumida e o consumo de colmos se dava apenas a partir dos 50% de severidade de desfolha, isso ocorria quando as folhas já estavam depletas, indicando que os animais evitam esses estratos, sobretudo em pastagens de porte eretos com maior proporção de colmo. Carvalho *et al.* (2008) indicam que a proporção de remoção de pasto por bocado é de 50% da altura do perfilho para ovinos, bovinos e equinos, e em metanálise Boval e Sauvant (2019) descrevem que a profundidade de bocados é de 0,37 cm/cm de altura do dossel em pequenos ruminantes. Neste experimento a média de remoção foi de 52% e 30% para 25 e 35 cm respectivamente. .

A alta disponibilidade de folhas apresentou-se tanto na massa de forragem como em relação ao perfilho estendido, medido *in situ* como pode ser observado pelo EFLB e pela proporção folha: colmo. Com o aumento da altura não ocorreu a redução do EFLB, contribuindo para os resultados encontrados. Barre *et al.* (2006) em pastagens de azevém perene encontraram correlação positiva entre comprimento de lâmina foliar e taxa de ingestão. Segundo Guzatti *et al.* (2017) EFLB abaixo de 52% reduz a TI. Paralelamente altas EFLB permitem flexibilidade do manejo entre ambientes diferentes.

Colmos atuam tanto como barreira vertical como horizontal. Em bovinos quando a densidade de colmos aumenta no horizonte de pastejo a ação da língua é de evitar colmos e buscar apenas folhas (FONSECA *et al.*, 2013), dessa forma os animais têm que realizar mais movimentos mandibulares de manipulação e acabam reduzindo o tempo por bocado (BENVENUTTI; GORDON; POPPI, 2006). A área de bocados pode restringir uma formação horizontal dos bocados, tendo impacto secundário na resposta, assim o volume de bocados também não foi limitante em nosso trabalho. Outro fator no horizonte de pastejo que causa influencia na MB é a densidade de forragem.

A densidade de forragem (DF) no estrato superior também não alterou entre as alturas, conforme Krahl *et al.* (2020) que igualmente verificaram que a densidade de folhas de missioneira-gigante foi semelhante entre as alturas de 25 e 35 cm (em cortes desde o nível do solo). Em pastagens tropicais a densidade é um importante parâmetro a ser considerado, pois, em alturas elevadas do pasto há uma redução na densidade de forragem e uma menor proporção de folhas disponíveis para a coleta dos animais na mesma área, (FONSECA *et al.*, 2012; MARÍN, 2019), assim a massa de bocados é reduzida e o tempo gasto por bocado aumenta (FONSECA *et al.*, 2013). Marín, (2019) evidenciaram que em alturas de capim-quicuiu superiores a 20 cm, este era o principal motivo da queda da taxa de ingestão e da MB, pois a profundidade de bocados não era alterada, assim como a área de bocados. Como não

houve redução na DF neste trabalho, os animais tinham acesso a características muito próximas de dossel, dentre as alturas testadas. O dossel em estudo contava com uma proporção de folhas de 97,5% para o estrato superior, e não houve diferença entre alturas, portanto as limitações decorrentes da estrutura do pasto eram nulas, permitindo que os animais respondessem com uma alta TI.

É razoável por tanto, inferir que diante do dossel que os animais tinham acesso, os fatores que mantiveram a massa de bocados estável entre os 25 cm e 35 cm não impactaram a taxa de bocados. Adicionalmente pode ter ocorrido uma redução na área de bocados, para compensar um possível aumento na densidade de forragem nos 35 cm ainda que não se tenha apontado diferenças estatísticas.

A respeito da idade de rebrota do pasto Guzatti *et al.* (2017) apontam que com o avançar do ciclo de crescimento a proporção de colmos aumenta e a de folhas reduz. Igualmente Barre *et al.* (2006) relatam que cultivares de azevém perene com menores comprimentos de folhas reduzem a taxa de ingestão, embora em espécies selecionadas com longos comprimentos de folhas a taxa de ingestão não é afetada. Nas avaliações conduzidas neste trabalho a pastagem de grama missioneira-gigante passou por corte prévio de uniformização e os testes foram realizados no mesmo ciclo de rebrota do pasto, equalizando influências por conta da alteração da estrutura da pastagem.

### 7.3.2 Modificações no comportamento ingestivo relacionadas à luminosidade

A taxa de ingestão não reduziu entre ambientes luminosos nas alturas testadas (Tabela 3). Fonseca *et al.* (2012) pondera que manter altas taxas de ingestão requer o fornecimento de estruturas de dossel adequadas, desta forma, pode-se afirmar que não houve alteração significativa da estrutura do pasto à sombra com impacto sobre a taxa de ingestão. No entanto, são escassos os trabalhos relacionados à taxa de ingestão de curto prazo em sistemas sombreados e o maior número destes reside em trabalhos de consumo a longo prazo com determinações de ganho de peso em sistemas sombreados. (PERI *et al.*, 2001; CARVALHO *et al.*, 2019; PONTES *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2019a; OLIVEIRA *et al.*, 2014)

Geremia *et al.* (2018) trabalhou com vacas canuladas no esôfago e relatou que o consumo de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã em SIPA com sombreamento moderado ou sem nenhum sombreamento (81,9 e 100 de transmitância média diária da RFA, respectivamente) não reduziu a TI, já sistemas com alto nível de sombreamento (45 RFA) reduziram a TI e a MB. Segundo o autor os resultados se devem ao incremento na proporção de colmos no estrato superior e redução do estrato de folhas devido ao aumento da altura de entrada, já que a meta era o atingimento de 95% de IL pelo pasto.

O principal achado que corrobora com a manutenção da TI à sombra é que a MB se manteve igual neste ambiente luminoso em relação ao sol. Os bocados não eram limitados em profundidade pela altura do dossel ou pela presença de colmos, já que o EFLB manteve-se

elevado à sombra comparando ao sol. Como já mencionado anteriormente, a presença de colmos pode atuar como uma barreira para o processo de ingestão (BENVENUTTI; GORDON; POPPI, 2008).

Adicionalmente, a disponibilidade de folhas no pré-pastejo é um dos principais indicadores da qualidade do pasto e lâminas foliares tem uma correlação positiva com massa de bocados (Barre *et al.*, 2006). De outra forma, Guzatti *et al.* (2017) trabalhando com *Avena sativa*, *Lolium multiflorum* e a mistura entres estes, aponta que pastagens que contavam com alta proporção de colmos e redução de folhas os animais aumentavam a taxa de bocados na tentativa de manter uma mesma MB e mesmo assim, não conseguiam compensar a TI.

Embora o dossel sombreado tenha contado com similar densidade de forragem no estrato superior e permitido a manutenção da taxa de ingestão, a taxa de bocados foi menor. O aumento na taxa de bocados ocorre como compensação em condições que limitam a massa de bocados (SOUZA *et al.*, 2021) quando a densidade da forragem colhida é baixa, ou a profundidade é limitada. Como a profundidade de bocados não foi limitante entre ambientes, similarmente à densidade de forragem, é possível que os animais tenham passado mais tempo selecionando o alimento na sombra e aumentado os movimentos mandibulares de pastejo (MMP).

Outra possibilidade é que os animais tenham exercido preferência pelo ambiente a pleno sol pastando mais rapidamente para um rápido encimento e então fossem buscar um ambiente mais confortável e assim contassem com um menor estímulo para a sombra. Dosséis em ambiente com restrição luminosa possuem menores teores de carboidratos solúveis totais (SAMARAKOON; SHELTON; WILSON, 1990; CIAVARELLA *et al.*, 2000; BELESKY; BURNER; RUCKLE, 2011) comparados ao pleno sol, sem ocorrerem alterações na digestibilidade do alimento. Assim os animais podem ter priorizado o pastejo a pleno sol. Sollenberger, Coleman e Vendramini (2013) descrevem que quando foi permitido aos animais a livre escolha entre ambientes sombreados e a pleno sol a maior seleção ocorria para este último, e o provável motivo que explica isso é o aumento no teor de carboidratos solúveis totais no pasto (CIAVARELLA *et al.*, 2000).

A memória prévia que os animais desenvolvem nos ambientes que acessam pode ter influenciado a resposta na redução da TB (CARVALHO *et al.*, 2009). Todavia os resultados são controversos. Lee *et al.* 2001 relataram ausência de efeitos do nível de carboidratos solúveis totais no consumo. Já Prache e Damasceno (2006) estudando pastos de *Lolium perenne* e *Festuca arundinacea* perceberam que mesmo que o pastejo em azevém perene causasse menores taxas de ingestão de MS e MO comparado a festuca, animais expressavam preferência pelo consumo de azevém, provavelmente relacionado ao maior teor de carboidratos solúveis em água.

Por mais que a sombra possa ter induzido alterações comportamentais no consumo, decorridas do condicionamento dos animais que pastejavam ambos os ambientes luminosos, a alteração da estrutura do dossel em ambiente sombreado não impactou a TI.

### 7.3.3 Implicações para o manejo da pastagem

Os resultados obtidos em nosso trabalho mostraram que o manejo de missioneira-gigante em pleno sol ou sombra, e na faixa de altura entre 25 e 35 cm limitam a participação de colmos no estrato pastejado pelos animais, otimizando assim o processo de ingestão. Portanto, garantir altas massas de folhas por bocados é garantir alta TI (Benvenuti *et al.*, 2016; Carvalho *et al.*, 2013, Delagarde *et al.*, 2001). De acordo com Barre *et al.* (2006) a facilidade de captura de uma planta pelos animais é um importante fator a se considerado ao se desenvolver qualquer espécie forrageira.

Neste trabalho a redução de luminosidade em 50% não impactou de forma significativa a ponto de alterar a TI, no entanto, mesmo nas espécies mais adaptadas ao sombreamento os níveis de restrição luminosa podem ser os principais influenciadores na resposta de consumo dos animais. Lima *et al.* (2019b) em experimento de longo prazo com *Brachiaria decumbens* em níveis de sombreamento aumentando de 23 a 49% apontaram que não houve diferença no ganho médio diário, na maioria dos anos, em animais mantidos à sombra, em comparação com o pleno sol. Os animais podem aumentar o tempo de pastejo diário quando há dificuldade na obtenção de MB, mas esse mecanismo de compensação depende da estrutura do pasto disponível (FILHO *et al.*, 2011).

Manejar o pasto, o pastejo, e as árvores de forma que o dossel apresente altas massas de folhas, altas relações de folha: colmo, adequados teores proteicos e massa de forragem adequada é de importância à produção animal. Dessa forma a grama missioneira-gigante possibilita um manejo flexível tanto na amplitude de alturas para início do pastejo, entre 25 cm e 35 cm, como entre ambientes luminosos. Adicionalmente o manejo do pastejo baseado em metas de alturas é um meio acessível de manejo em propriedades rurais, podendo ser orientado no sentido do objetivo de produção do sistema.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da problemática inicial relacionada ao efeito do sombreamento e das alturas de manejo na influência no comportamento ingestivo, os resultados deste trabalho permitem concluir que à sombra os animais conseguem manter similar TI comparado ao pleno sol, e as alturas de manejo de 25 cm e 35 cm não impactam a TI.

Com relação à influência do sombreamento no comportamento ingestivo, houve o aumento da taxa de bocados, mas a TI não diminuiu. A redução da luminosidade reduziu a DPP do pasto, mas não impactou a massa de forragem do estrato superior ou do estrato inferior total e a densidade de forragem do estrato pastejado. O comprimento de colmos e a relação folha: colmo mantiveram-se iguais e baixos de modo a não impor limitações à formação dos bocados.

A influência do ambiente luminoso não impactou a massa de bocados, igualmente ao pleno sol e o aumento do tempo por bocado pode ser uma resposta do condicionamento de animais que tinham acesso às duas condições luminosas testadas, todavia esta resposta não deve impactar o consumo e a capacidade produtiva de animais. As respostas pós-pastejo de perfilho estendido e de altura de bocados permitem afirmar que a estrutura do dossel fornecida aos animais permitia a expressão do pleno comportamento ingestivo não o limitando.

Não houve interações importantes entre ambientes luminosos e metas de manejo. A composição química da pastagem sofreu influência do ambiente luminoso estatisticamente, mas com variações pouco relevantes na aplicação prática de forma que não houve interferência na qualidade do alimento e na resposta ao consumo pelos parâmetros avaliados. Sugere-se que para próximos estudos considere-se medir o teor de carboidratos solúveis em água e sua influência com o consumo em pastagens sombreadas e também trabalhar com animais sem o efeito do condicionamento.

O aumento da altura de entrada de 25 para 35 cm causou modificações no pasto como o aumento de colmos e do perfilho estendido, todavia manteve a relação folha: colmo semelhante, sem que a estrutura de colmos pudesse limitar a TI. Portanto, ambas as alturas podem ser recomendadas ao pastoreio em ambos os ambientes luminosos, garantindo facilidade e segurança no manejo desde que mantido o rebaixamento em 40% da altura inicial.

Por fim, as conclusões tomadas dizem a respeito de uma pastagem estival no período vegetativo e em uma condição com 50% de sombreamento artificial. Em ambientes naturais o incremento do sombreamento com o desenvolvimento das árvores pode trazer respostas diferentes e impactar na estabilidade populacional de perfilhos, portanto sendo necessário o controle do nível de interceptação luminosa pelo desbaste e poda das árvores focando a produtividade animal, e mantendo o desempenho geral dos SIPA a longo prazo.

## REFERÊNCIAS

- ALLDEN, W. G.; WHITTAKER, I. A. M. D. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 21, n. 5, p. 755–766, 1970.
- AMARAL, M. F.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; Da Trindade, J. K.; GIBB, M. J.; SUÑE, R. W. M.; de F. Carvalho, P. C. Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 68, n. 2, p. 271–277, 2013.
- ANDRADE, C. M. S. D.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. D. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento Carlos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263–270, 2004.
- BAILEY, D. W.; PROVENZA, F. D. Mechanisms Determining Large Herbivore Distribution. In: PRINS, H.H.T., VAN LANGEVELD, F. (Ed.). **Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 7–28.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. Porfírio da; MORAES, A. de; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1–12, 2011.
- BALDISSERA, T. C.; PONTES, L. da S.; GIOSTRI, A. F.; BARRO, R. S.; LUSTOSA, S. B. C.; MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F. Sward structure and relationship between canopy height and light interception for tropical c4 grasses growing under trees. **Crop and Pasture Science**, CSIRO Publishing, v. 67, n. 11, p. A–I, 2016.
- BARRE, P.; EMILE, J. C.; BETIN, M.; SURAULT, F.; GHESQUIÈRE, M.; HAZARD, L. Morphological characteristics of perennial ryegrass leaves that influence short-term intake in dairy cows. **Agronomy Journal**, v. 98, n. 4, p. 978–985, 2006.
- BARRETT, P. D.; LAIDLAW, A. S.; MAYNE, C. S.; CHRISTIE, H. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. **Grass and Forage Science**, v. 56, n. 4, p. 362–373, 2001. Disponível em: <http://DOI.wiley.com/10.1046/j.1365-2494.2001.00286.x>. Acesso em: 14 maio. 2021.
- BARRO, R. S.; DE SAIBRO, J. C.; DE MEDEIROS, R. B.; DA SILVA, J. L.; VARELLA, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1721–1727, 2008.
- BARRO, R. S.; VARELLA, A. C.; LEMAIRE, G.; MEDEIROS, R. B. de; SAIBRO, J. C. de; NABINGER, C.; BANGEL, F. V.; CARASSAI, I. J. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 7, p. 1589–1597, jul. 2012. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982012000700006&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982012000700006&lng=en&tlng=en). Acesso em: 3 maio 2020.
- BATES, D.; MÄCHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. 1–48, 2015.

BEAUDET, M.; HARVEY, B. D.; MESSIER, C.; COATES, K. D.; POULIN, J.; KNEESHAW, D. D.; BRAIS, S.; BERGERON, Y. Managing understory light conditions in boreal mixedwoods through variation in the intensity and spatial pattern of harvest: A modelling approach. **Forest Ecology and Management**, Elsevier B.V., v. 261, n. 1, p. 84–94, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.033>.

BELESKY, D. P.; BURNER, D. M.; RUCKLE, J. M. Tiller production in cocksfoot (*Dactylis glomerata*) and tall fescue (*Festuca arundinacea*) growing along a light gradient. **Grass and Forage Science**, Wiley, v. 66, n. 3, p. 370–380, abr. 2011.

BENVENUTTI, M. A.; GORDON, I. J.; POPPI, D. P. The effect of the density and physical properties of grass stems on the foraging behaviour and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. **Grass and Forage Science**, v. 61, p. 272–281, 2006.

BENVENUTTI, M. A.; GORDON, I. J.; POPPI, D. P. The effects of stem density of tropical swards and age of grazing cattle on their foraging behaviour. **Grass and Forage Science**, Wiley, v. 63, n. 1, p. 1–8, mar. 2008.

BENVENUTTI, M. A.; PAVETTI, D. R.; POPPI, D. P.; GORDON, I. J.; CANGIANO, C. A. Defoliation patterns and their implications for the management of vegetative tropical pastures to control intake and diet quality by cattle. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 3, p. 424–436, 2016.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; Salgado Bernardino, F.; GARCIA, R. Sistemas Silvopastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 77–87, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37617/1/Sistema-silvipastoris.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

BOVAL, M.; ARCHIMÈDE, H.; CRUZ, P.; DURU, M. Intake and digestibility in heifers grazing a *Dichanthium* spp. dominated pasture, at 14 and 28 days of regrowth. **Animal Feed Science and Technology**, v. 134, n. 1-2, p. 18–31, 2007.

BOVAL, M.; SAUVANT, D. Ingestive behaviour of grazing ruminants: meta-analysis of the components of bite mass. **Animal Feed Science and Technology**, Elsevier, v. 251, p. 96–111, 2019.

BURLISON, A. J.; HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weight of grazing sheep. **Grass and Forage Science**, v. 46, p. 29–38, 1991.

CANGIANO, C. A.; GALLI, J. R.; PECE, M. A.; DICHIO, L.; ROZSYPALEK, S. H. Effect of liveweight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 53, n. 5, p. 541–549, 2002.

CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; CARVALHO, P. C. D. F.; LAFARGE, M.; SOUSSANA, J. F. How does the vertical and horizontal structure of a perennial ryegrass and white clover sward influence grazing? **Grass and Forage Science**, Wiley, v. 56, n. 2, p. 118–130, jun. 2001.

CARVALHO, B. H. R.; SEGATTO, B. N.; VASCONCELOS, K. A.; QUEIROZ, G. J. da S.; MEDICA, J. A. de S.; SANTOS, M. E. R. Morphology of young tillers of marandu palisadegrass arising in high or low canopy. **VETERINÁRIA NOTÍCIAS**, EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 57–71, jun. 2018.



CARVALHO, P.; FILHO, H. R.; POLI, C.; Et Al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Endereço apresentação. **Anais[...]**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 853–871.

CARVALHO, P. C. d. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management? **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v. 1, n. 2, p. 137–155, 2013.

CARVALHO, P. C. d. F.; GONDA, H. L.; WADE michael hugh; MEZZALIRA, J. C.; AMARAL, M. F.; GONÇALVES, E. N.; SANTOS, D. T. dos; NADIN, L.; POLI, C. H. E. C. Características estruturais do pasto e o consumo de forragem : o quê pastar, quanto pastar e como se mover para encontrar o pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008, Viçosa. **Anais[...]**. Viçosa: UFV, 2008. p. 101–130.

CARVALHO, P. C. d. F.; Júlio Kuhn da Trindade; BREMM, C.; MEZZALIRA, J. C.; FONSECA, L. Comportamento Ingestivo de Animais em Pastejo. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Ed.). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. 1. ed. Jaboticabal: Maria Lourdes Brandel - ME, 2013. cap. 33, p. 525–545.

CARVALHO, P. C. d. F.; MEZZALIRA, J. C.; FONSECA, L.; WESP, C. d. L.; TRINDADE, J. K. da; NEVES, F. P.; PINTO, C. E.; AMARAL, M. F. do; BREMM, C.; AMARAL, G. A. do; SANTOS, D. T. dos; CHOPA, F. S.; GONDA, H.; NABINGER, C. Do bocado ao sítio de pastejo: manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de pastejo. In: SIMPÓSIO E CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 7,3., 2009, Lavras. **Anais[...]**. Lavras, 2009. p. 1–20.

CARVALHO, P. C. d. F.; TRINDADE, J. K. da; SILVA, S. C. da; BREMM, C.; MEZZALIRA, J. C.; NABINGER, C.; AMARAL, M. F.; CARASSAI, I. J.; MARTINS, R. S.; GENRO, T. C. M.; GONÇALVES, E. N.; AMARAL, G. A. do; GONDA, H. L.; POLI, C. H. E. C.; SANTOS, D. T. dos. Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e simulações em pastoreio rotativo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM - INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTOS., 25., 2009, Piracicaba. **Anais[...]**. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 61–93.

CARVALHO, P. de; DOMICIANO, L. F.; MOMBACH, M. A.; NASCIMENTO, H. L. B. do; CABRAL, L. d. S.; SOLLENBERGER, L. E.; PEREIRA, D. H.; PEDREIRA, B. C. Forage and animal production on palisade grass pastures growing in monoculture or as a component of integrated crop–livestock–forestry systems. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 4, p. 650–660, 2019.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção Forrageira de Gramíneas Cultivadas sob Luminosidade Reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 919–927, 1999.

CIAVARELLA, T. A.; DOVE, H.; LEURY, B. J.; SIMPSON, R. J. Diet selection by sheep grazing phalaris aquatica l. pastures of differing water soluble carbohydrate content. **Australian Journal of Agricultural Research**, CSIRO Publishing, v. 51, n. 6, p. 757, 2000.

- DAL PIZZOL, J. G. **Avaliação Nutricional da grama Missioneira Gigante**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) — Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016.
- DAL PIZZOL, J. G.; BIASIOLO, R.; RAUPP, G.; BALDISSERA, J.; ALMEIDA, E.; RIBEIRO FILHO, H. Consumo de forragem por ovinos ingerindo grama missioneira gigante com ou sem acesso a amendoim forrageiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 2, p. 623–630, 2019.
- DE MORAES, A.; CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V. G. de A.; KUNRATH, T. R. Integrated crop–livestock systems in the brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, Elsevier, v. 57, p. 4–9, jul. 2013.
- DE SOUZA, E. C.; SALMAN, A. K. D.; Da Cruz, P. G.; VEIT, H. M.; De Carvalho, G. A.; Da Silva, F. R. F.; SCHMITT, E. Thermal comfort and grazing behavior of Girolando heifers in integrated crop-livestock (ICL) and crop-livestock-forest (ICLF) systems. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 41, n. 1, p. 1–10, 2019.
- DE SOUZA FILHO, W.; NUNES, P. A. d. A.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; ALMEIDA, G. M. de; GENRO, T. C. M.; BAYER, C.; de Faccio Carvalho, P. C. Mitigation of enteric methane emissions through pasture management in integrated crop-livestock systems: Trade offs between animal performance and environmental impacts. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, p. 968–975, 2019.
- DECRUYENAERE, V.; BULDGEN, A.; STILMANT, D. Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: A review. **Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement**, v. 13, n. 4, p. 559–573, 2009.
- DELAGARDE, R.; PEYRAUD, J.L.; PARGA, J.; RIBEIRO FILHO, H. M. N. Caractéristiques de la prairie avant et après un pâturage; quels indicateurs de l’ingestion chez la vache laitière? **Rencontres Recherches Ruminants**, v. 8, n. 1, p. 209–212, 2001.
- DELEVATTI, L. M.; CARDOSO, A. S.; BARBERO, R. P.; LEITE, R. G.; ROMANZINI, E. P.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–9, 2019.
- DIM, V. P.; SILVA, R.; PEREIRA, D. Características agronômicas, estruturais e bromatológicas do capim Piatã em lotação intermitente com período de descanso variável em função da altura do pasto. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**, v. 16, n. 1, p. 10–22, 2015.
- DUMONT, B.; PENNING, P. D.; ORR, R. J.; D’HOUR, P. Effects of some factors on insensible weight loss in grazing sheep. **Annales de zootechnie INRA**, v. 43, n. 3, p. 283, 1994. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00889022>. Acesso em: 10 nov. 2020.
- FERNANDES, M. da S.; FINCO, M. V. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária e políticas de mudanças climáticas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, FapUNIFESP, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 182–190, abr./jun. 2014.

- FISHER, D. S.; MAYLAND, H. F.; BURNS, J. C. Variation in ruminants' preference for tall fescue hays cut either at sundown or at sunup. **Journal of Animal Science**, Oxford University Press, v. 77, n. 3, p. 762–768, 1999.
- FONSECA, L.; CARVALHO, P. C. F. d. F.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; GALLI, J. R.; GREGORINI, P. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing Sorghum bicolor swards. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 4357–4365, 2013.
- FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; FILHO, R. S.; GONDA, H. L.; CARVALHO, P. C. F. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in Sorghum bicolor. **Livestock Science**, Elsevier B.V., v. 145, n. 1-3, p. 205–211, 2012.
- FOX, J.; WEISBERG, S. **An R Companion to Applied Regression**. Third. Thousand Oaks CA: Sage, 2019. Disponível em: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>.
- FRANÇA, M. **Produção e composição do leite de vacas jersey em pastagem tropical suplementadas com proteína de baixa degradabilidade ruminal**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) — Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017.
- GARCIA, A. R.; MATOS, L. B.; JÚNIOR, J. D. B. L.; NAHÚM, B. D. S.; ARAÚJO, C. V. D.; SANTOS, A. X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1409–1414, 2011.
- GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering Responses to the Light Environment and to Defoliation in Populations of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) Selected for Contrasting Leaf Length. **Annals of Botany**, v. 4, n. 83, p. 423–429, 1999.
- GEREMIA, E. V.; CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C.; CARNEVALLI, R. A.; MOURÃO, G. B.; SILVA, S. C. da. Sward structure and herbage intake of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration area. **Livestock Science**, Elsevier B.V., v. 212, n. August 2017, p. 83–92, 2018.
- GIBB, M. J.; HUCKLE, C. A.; NUTHALL, R.; ROOK, A. J. The effect of physiological state (lactating or dry) and sward surface height on grazing behaviour and intake by dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 63, n. 4, p. 269–287, 1999.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; NETO, A. F. G.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1436–1444, 2011.
- GOMMERS, C. M.; VISSER, E. J.; ONGE, K. R.; VOESENEK, L. A.; PIERIK, R. Shade tolerance: When growing tall is not an option. **Trends in Plant Science**, Elsevier Ltd, v. 18, n. 2, p. 65–71, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2012.09.008>.

GONÇALVES, E. N.; CARVALHO, P. C. d. F.; KUNRATH, T. R.; CARASSAI, I. J.; BREMM, C.; FISCHER, V. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: Processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1655–1662, sep 2009.

GREGORINI, P. Diurnal grazing pattern: its physiological basis and strategic management. **Animal Production Science**, v. 52, n. 7, p. 416, 2012. Disponível em: <http://www.publish.csiro.au/?paper=AN11250>. Acesso em: 10 jun. 2021.

GREGORINI, P.; EIRIN, M.; REFI, R.; URSINO, M.; ANSIN, O. E.; GUNTER, S. A. Timing of herbage allocation in strip grazing: Effects on grazing pattern and performance of beef heifers. **Journal of Animal Science**, Oxford University Press, v. 84, n. 7, p. 1943–1950, 2006.

GREGORINI, P.; VILLALBA, J. J.; CHILIBROSTE, P.; PROVENZA, F. D. Grazing management: Setting the table, designing the menu and influencing the diner. **Animal Production Science**, v. 57, n. 7, p. 1248–1268, 2017.

GRIFFITHS, W. M.; HODGSON, J.; ARNOLD, G. C. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle.: I. patch selection. **Grass and Forage Science**, v. 58, n. 2, p. 112–124, 2003.

GUZATTI, G. C.; DUCHINI, P. G.; SBRISSIA, A. F.; MEZZALIRA, J. C.; ALMEIDA, J. G. R.; CARVALHO, P. C. d. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N. Changes in the short-term intake rate of herbage by heifers grazing annual grasses throughout the growing season. **Grassland Science**, v. 63, n. 4, p. 255–264, 2017.

HANISCH, A. L.; DA FONSECA, A. J. Características Produtivas E Qualitativas De Sete Forrageiras Perenes De Verão Sob Adubação Orgânica E Mineral. **Revista Verde De Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 1–6, 2011.

HANISCH, A. L.; DALGALLO, D.; ALMEIDA, E. X. de; NEGRELLE, R. R. B. Desempenho e composição química de missioneira-gigante cultivada em sistema silvipastoril tradicional em duas alturas de pastejo. **Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 59, n. 4, p. 345–351, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2421>. Acesso em: 3 maio 2021.

HANISCH, A. L.; FONSECA, Â.; DALGALLO, D. Avaliação agronômica de seis forrageiras perenes subtropicais no Planalto Norte Catarinense. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 25, n. 2, p. 57–60, 2012.

HODGSON, J.; CLARK, D.; MITCHELL, R. Foraging Behavior in Grazing Animals and Its Impact on Plant Communities. In: FAHEY, G. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Lincoln: American Society of Agronomy, 1994. p. 796–827.

HUBER, H.; STUEFER, J. F. Shade-induced changes in the branching pattern of a stoloniferous herb: Functional response or allometric effect? **Oecologia**, v. 110, n. 4, p. 478–486, 1997.

ILLIUS, A. W.; GORDON, I. J. THE ALLOMETRY OF FOOD INTAKE IN GRAZING RUMINANTS. **Journal of Animal Ecology**, v. 56, p. 989–999, 1987.

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R. Forage quality responses of c3 and c4 perennial grasses to

shade. **Crop Science**, Wiley, v. 33, n. 4, p. 831–837, jul. 1993.

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R.; TAYLOR, S. E. Growth of C3 and C4 Perennial Grasses under Reduced Irradiance. **Crop Science**, v. 32, n. 4, p. 1033–1038, 1992.

KRAHL, G. **Metas de manejo para grama missioneira-gigante em ambientes de pleno sol e sombra**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) — Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2020.

KRAHL, G.; BALDISSERA, T. C.; RIBEIRO-FILHO, H. M. N.; PINTO, C. E.; GARAGORRY, F. C.; LOPES, C. F.; LUCHTENBERG, M. C.; MICHELON, G. M. Impact of management and luminosity on morphological composition of giant missionary grass (*Axonopus catharinensis* valls). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 55., 2018, Goiânia. **Anais[...]**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2018. p. 2.

KRAHL, G.; BALDISSERA, T. C.; RIBEIRO-FILHO, H. M. N.; PINTO, C. E.; GARAGORRY, F. C.; LOPES, C. F. Impacto do manejo e luminosidade na produção de massa aérea e raízes em missioneira-gigante. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO DA PÓS GRADUAÇÃO, 1., 2018, Lages. **Anais[...]**. Lages: Universidade do estado de Santa Catarina, 2018. p. 3.

KRAHL, G.; RIBEIRO-FILHO, H. M. N.; PINTO, C. E.; GARAGORRY, F. C.; BIASIOLO, R.; BALDISSERA, T. C. Pastagem de Missioneira-gigante submetida a alturas de corte e severidades de desfolha em pleno sol e com restrição de luminosidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 1., 2017, Cascavel. **Anais[...]**. Cascavel: UTFPR, 2017. p. 4.

KUNRATH, T. R.; CADENAZZI, M.; BRAMBILLA, D. M.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. de; BARRO, R. S.; CARVALHO, P. C. d. F. Management targets for continuously stocked mixed oat×annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop-livestock system. **European Journal of Agronomy**, Elsevier B.V., v. 57, p. 71–76, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.013>.

LACA, E. A.; UNGAR, E. D.; SELIGMAN, N.; DEMMENT, M. W. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. **Grass and Forage Science**, v. 47, n. 1, p. 91–102, 1992.

LACA, E. A.; UNGAR, E. D.; SELIGMAN, N. G.; RAMEY, M. R.; DEMMENT, M. W. An integrated methodology for studying short-term grazing behaviour of cattle. **Grass and Forage Science**, v. 47, n. 1, p. 81–90, 1992.

LAJÚS, C. R.; SCHEFFER BASSO, S. M.; MIRANDA, M.; DENARDIN, R. B. N.; VALLS, J. F. M. Morphophysiological characterization of giant missionary grass accessions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2302–2307, 2011.

LANG, C. R.; MORAES, A. de. **Sistemas integrados de produção agropecuária na promoção da intensificação sustentável**. Universidade Federal do Paraná, 2018. 79 p.

- LEE, M. R.; JONES, E. L.; MOORBY, J. M.; HUMPHREYS, M. O.; THEODOROU, M. K.; MACRAE, J. C.; SCOLLAN, N. D. Production responses from lambs grazed on *Lolium perenne* selected for an elevated water-soluble carbohydrate concentration. **Animal Research**, v. 50, n. 6, p. 441–449, 2001.
- 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 - Station d'écophysiologie des Plantes Fourragères, 1992
- LEMAIRE, G.; Da Silva, S. C.; AGNUSDEI, M.; WADE, M.; HODGSON, J. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: A review. **Grass and Forage Science**, v. 64, n. 4, p. 341–353, 2009.
- LENTH, R. V. **emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means**. [S.l.], 2021. R package version 1.6.1. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.
- LIMA, M. A.; PACIULLO, D. S.; MORENZ, M. J.; GOMIDE, C. A.; RODRIGUES, R. A.; CHIZZOTTI, F. H. Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. **Grass and Forage Science**, v. 74, p.160–170, 2019.
- LIMA, M. A.; PACIULLO, D. S.; SILVA, F. F.; MORENZ, M. J.; GOMIDE, C. A.; RODRIGUES, R. A.; BRETAS, I. L.; CHIZZOTTI, F. H. Evaluation of a long-established silvopastoral *Brachiaria decumbens* system: Plant characteristics and feeding value for cattle. **Crop and Pasture Science**, v. 70, n. 9, p. 814–825, 2019.
- LIN, C. H.; MCGRAW, M. L.; GEORGE, M. F.; GARRETT, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, Springer Science and Business Media LLC, v. 53, n. 3, p. 269–281, 2001.
- LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S.; ARAÚJO, S. A.; GOMIDE, C. A.; MORENZ, M. J.; VILLELA, S. D. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 1, p. 225–233, 2017.
- LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. D. F.; ANGHINONI, I.; Dos Santos, D. T.; KUSS, F.; De Freitas, F. K.; FLORES, J. P. C. Sistema de integração lavoura-pecuária: Desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciencia Rural**, v. 38, n. 1, p. 178–184, 2008.
- LORENZONI, I. G.; LUCCA, L. s.; SILVA, I. W.; FERNANDES, S. B. v. Desempenho da grama missioneira gigante (*Axonopus catharinensis* valls) na região noroeste do rio grande do sul. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 24., 2016, Ijuí. **Anais[...]**. Ijuí: Unijuí, 2016. p. 8.
- MAGGIONI, D.; ARAÚJO MARQUES, J.; Pizzi Rotta, P.; ZAWADZKI, F.; HARUYOSHI Ito, R.; Do Prado, I. N. Ingestão de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 963–974, 2009.

- MARÍN, A. **Sward heights for maximizing herbage and nutrient intake rate of dairy heifers grazing kikuyu grass and reduce in vitro methane production.** Tese (Doctorado en Ciencias Agrarias) — Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia Medellín, 2019.
- MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; MARQUES, M.; NETO, G.; LAURA, A.; NORONHA, D. D.; VIEIRA, F. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, 2009
- MATTHEW, C.; HAMILTON, S. Analysing persistence of grass swards in terms of tiller birth and death. **NZGA: Research and Practice Series**, New Zealand Grassland Association, v. 15, p. 63–68, jan. 2011.
- MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; HAMILTON, N. R.; HERNANDEZ-GARAY, A. A modified self-Thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v. 76, n. 6, p. 579–587, 1995.
- MATTHEW, C.; LOO, E. V.; THOM, E.; DAWSON, L.; CARE, D. Understanding shoot and root development. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2021, São Pedro. **Anais[...]**. São Pedro: FEALQ, 2001. p. 19–27.
- MEZZALIRA, J. C.; BONNET, O. J.; CARVALHO, P. C. F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; MEZZALIRA, C. C.; LACA, E. A. Mechanisms and implications of a type IV functional response for short-term intake rate of dry matter in large mammalian herbivores. **Journal of Animal Ecology**, v. 86, n. 5, p. 1159–1168, 2017.
- MILNE, J. A.; HODGSON, J.; THOMPSON, R.; SOUTER, W. G.; BARTHAM, G. T. The diet ingested by sheep grazing swards differing in white clover and perennial ryegrass content. **Grass and Forage Science**, v. 37, n. 3, p. 209–218, 1982.
- OBA, M. Review: Effects of feeding sugars on productivity of lactating dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, Canadian Science Publishing, v. 91, p. 37–46, 2011.
- OLIVEIRA, C. C. de; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G. de; ALVES, F. V.; BEHLING-NETO, A.; MARTINS, P. G. M. d. A. Performance of Nellore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, n. 1, p. 167–172, 2014.
- OLIVEIRA, G. L. de; OLIVEIRA, M. E. de; de Oliveira Macêdo, E.; ANDRADE, A. C.; EDVAN, R. L. Effect of shading and canopy height on pasture of *Andropogon gayanus* in silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 3, p. 953–962, 2019.
- ORR, R. J.; PENNING, P. D.; HARVEY, A.; CHAMPION, R. A. Diurnal patterns of intake rate by sheep grazing monocultures of ryegrass or white clover. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 52, n. 1-2, p. 65–77, 1997.
- PACHAS, A. N.; JACOBO, E. J.; GOLDFARB, M. C.; LACORTE, S. M. Response of *Axonopus catarinensis* and *Arachis pintoii* to shade conditions. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 2, n. 1, p. 111–112, 2014.
- PACIULLO, D. S. C.; FERNANDES, P. B.; GOMIDE, C. A. d. M.; CASTRO, C. R. T. de; SOBRINHO, F. d. S.; CARVALHO, C. A. B. de. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 270–276,

2011.

- PENNING, P. D.; HOOPER, G. E. An evaluation of the use of short-term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. **Grass and Forage Science**, v. 40, p. 79–84, 1985.
- PEREIRA, M.; MORAIS, M. D. G.; FERNANDES, P. B.; SANTOS, V. A. C. D.; GLATZLE, S.; ALMEIDA, R. G. D. Beef cattle production on Piatã grass pastures in silvopastoral systems: Producción de ganado de carne en pasturas de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã en sistemas silvopastoriles. **Tropical Grasslands-Forrajés Tropicales**, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2021.
- PERI, P.; VARELLA, A.; LUCAS, R.; MOOT, D. Cocksfoot and lucerne productivity in a *Pinus radiata* silvopastoral system: a grazed comparison. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, n. July 2014, p. 139–147, 2001.
- PEZZOPANE, J. R. M.; NICODEMO, M. L. F.; BOSI, C.; GARCIA, A. R.; LULU, J. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. **Journal of Thermal Biology**, Elsevier, v. 79, p. 103–111, 2019. Acesso em: 12 fev. 2021.
- PONTES, L. D. S.; BARRO, R. S.; De Camargo, E. F.; Da Silva, V. P.; CEZIMBRA, I. M.; BERNDT, A.; BAYER, C.; CARVALHO, P. C. D. F. Methane emissions from ruminants in integrated crop-livestock systems. **Tropical Grasslands - Forrajés Tropicales**, v. 2, n. 1, p. 124, 2014. Disponível em: <http://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/152/100>. Acesso em: 10 nov. 2020.
- PONTES, L. d. S.; BARRO, R. S.; SAVIAN, J. V.; BERNDT, A.; MOLETTA, J. L.; SILVA, V. Porfírio da; BAYER, C.; de Faccio Carvalho, P. C. Performance and methane emissions by beef heifer grazing in temperate pastures and in integrated crop-livestock systems: The effect of shade and nitrogen fertilization. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Elsevier, v. 253, n. 2018, p. 90–97, 2018.
- PONTES, L. d. S.; CARPINELLI, S.; STAFIN, G.; SILVA, V. Porfírio-da; SANTOS, B. R. Relationship between sward height and herbage mass for integrated crop-livestock systems with trees. **Grassland Science**, v. 63, n. 1, p. 29–35, 2017.
- PONTES, L. d. S.; STAFIN, G.; MOLETTA, J. L.; SILVA, V. Porfírio-da. Performance of Purunã beef heifers and pasture productivity in a long-term integrated crop-livestock system: the effect of trees and nitrogen fertilization. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 5, p. 1713–1723, 2020.
- PRACHE, S.; DAMASCENO, J. C. Preferences of sheep grazing down conterminal monocultures of *Lolium perenne* -*Festuca arundinacea*: Test of an energy intake rate maximisation hypothesis using the short-term double weighing technique. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 97, n. 2-4, p. 206–220, 2006.
- PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Foraging behaviour and intake in temperate cultivated grasslands. In: **International Grassland Congress**. [S.l.: s.n.], 2001. v. 19, p. 309–319.
- R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.



- RIBEIRO FILHO, H. M.; DELAGARDE, R.; PEYRAUD, J. L. Inclusion of white clover in strip-grazed perennial ryegrass swards: Herbage intake and milk yield of dairy cows at different ages of sward regrowth. **Animal Science**, v. 77, n. 3, p. 499–510, 2003.
- RIBEIRO FILHO, H. M. N.; SETELICH, E. A.; CRESTANI, S.; DIAS, K. M.; MANTOVANI, C.; VALENTI, J. Inter-relação entre o tempo de pastejo diurno e o consumo de forragem em vacas leiteiras em pastejo rotativo. **Ciencia Rural**, v. 41, n. 11, p. 2010–2013, 2011.
- ROGUET, C.; DUMONT, B.; PRACHE, S. Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores: A review. In: ANNALES DE ZOOTECHNIE, 1998. **Anais[...]**. [S.l.]: INRA/EDP Sciences, 1998. v. 47, n. 4, p. 225–244.
- SAMARAKOON, S. P.; SHELTON, H. M.; WILSON, J. R. Voluntary feed intake by sheep and digestibility of shaded *stentophrum secundatum* and *pennisetum clandestinum* herbage. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge University Press (CUP), v. 114, n. 2, p. 143–150, abr. 1990.
- SANTOS, D. d. C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; PULROLNIK, K.; BUFON, V. B.;
- FRANÇA, A. F. d. S. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Elsevier B.V., v. 233, p. 16–24, 2016.
- SANTOS, R. J. dos. **Dinâmica de crescimento e produção de cinco gramíneas nativas do sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/5950>. Acesso em: 3 maio 2021.
- SAVIAN, J. V.; SCHONS, R. M.; MEZZALIRA, J. C.; Barth Neto, A.; Da Silva Neto, G. F.; BENVENUTTI, M. A.; CARVALHO, P. C. F. A comparison of two rotational stocking strategies on the foraging behaviour and herbage intake by grazing sheep. **Animal**, v. 14, n. 12, p. 2503–2510, 2020.
- SBRISSIA, A. F.; DUCHINI, P. G.; ZANINI, G. D.; SANTOS, G. T.; PADILHA, D. A.; SCHMITT, D. Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. **Crop Science**, v. 58, n. 2, p. 945–954, 2018.
- SILVA, M. C. M.; RODRIGUES, J. M. A.; YAMASHITA, O. M. Impacto da pandemia de covid-19 no agronegócio brasileiro. **Colloquium Socialis**, v. 5, n. 1, p. 63–70, set. 2021. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/cs/article/view/4087>. Acesso em: 15 set. 2021.
- SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; 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, n. 3, p. 443–451, 2009. Acesso em: 24 maio 2021.
- SOLLENBERGER, L.; COLEMAN, S.; VENDRAMINI, J. A interação planta-herbívoros em pastagens. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel-ME, 2013. p. 69–80.

SOUZA, E. C.; SALMAN, A. K.; CRUZ, P. G.; CARVALHO, G. A.; SILVA, F. R. Ingestive behavior of Girolando heifers in integrated crop, livestock (ICL), and forestry (ICLF) systems. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 3, p. 703–710, 2021.

TAVARES, K.; KRAHL, G.; GIUSTI, P. B.; ZANOTTI jian antonio; PRAXMARER, A. P. Dano por geadas em grama missioneira-gigante em cultivo solteiro ou em consórcio com amendoim forrageiro sob diferentes níveis de sombreamento. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E SEMINÁRIO INTEGRADO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 25., 2019, Joaçaba. **Anais eletrônicos...** Joaçaba: Editora Unoesc, 2019. Disponível em: <https://unoesc.emnuvens.com.br/siepe/article/view/22734>. Acesso em: 01 mai. 2020

TCACENCO, F. A. Avaliação de forrageiras nativas e naturalizadas, no vale do itajaí, santa catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 475–489, 1994.

TCACENCO, F. A.; SOPRANO, E. Produtividade e qualidade da grama missioneira gigante [ *Axonopus jesuiticus* ( Araújo ) Valls ] submetida a vários intervalos de corte. **Pasturas tropicales**, Cali, v. 19, n. 3, p. 28–35, 1997.

TREVASKIS, L. M.; FULKERSON, W. J.; GOODEN, J. M. Provision of certain carbohydrate-based supplements to pasture-fed sheep, as well as time of harvesting of the pasture, influences pH, ammonia concentration and microbial protein synthesis in the rumen. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, CSIRO Publishing, v. 41, n. 1, p. 21, 2001.

VALLS, J.; SANTOS, S.; TCACENCO, F.; GALDEANO, F. A grama missioneira gigante: híbrido entre duas forrageiras cultivadas do gênero *axonopus* (gramineae). In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 46., 2000, Águas de Lindóia. **Anais[...]**. Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Genética, 2000. p. 388.

VARELLA, A. C.; MOOT, D. J.; POLLOCK, K. M.; PERI, P. L.; LUCAS, R. J. Do light and alfalfa responses to cloth and slatted shade represent those measured under an agroforestry system? **Agroforestry Systems**, v. 81, n. 2, p. 157–173, 2011.

VARELLA, A. C.; SILVA, V. Porfírio-da; RIBASKI, J.; SOARES, A. B.; MORAES, A. d.; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C. de; BARRO, R. S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil. In: FONTANELI, R.; SANTOS, H. d.; FONTANELI, R. (Ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul- brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern Applied Statistics with S**. Fourth. New York: Springer, 2002. Disponível em: <http://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4/>.

WADE, M. **Factors affecting the availability of vegetative *Lolium perenne* to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing method**. 57 p. p. Tese (Theses) — Université de Rennes 1, 1991. Diplôme : Dr. d'Université. Disponível em: <https://hal.inrae.fr/tel-02852366>.

WADE, M. H.; CARVALHO, P. C. d. F. Defoliation Patterns and Herbage Intake on Pastures. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. de; NABINGER, C.; CARVALHO, P. (Ed.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. New York: CABI Publishing, 2000.

WERNER, S. S.; KRAHL, G.; RIBEIRO-FILHO, H. M. N.; PINTO, C. E.; GARAGORRY, F. C.; BALDISSERA, T. C. A sombra e o manejo do pasto: respostas morfológicas de missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* valls). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS, SAÚDE E TERRITÓRIO: VIDA SAUDÁVEL E BEM ESTAR EM TODAS AS IDADES., 5., 2019, Lages. **Anais[...]**. Lages: Uniplac, 2019. v. 5, p. 51.

WESP, C. d. L.; CARVALHO, P. C. d. F.; CONTE, O.; CADENAZZI, M.; ANGHINONI, I.; BREMM, C. Steers production in integrated crop-livestock systems: Pasture management under different sward heights. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 187–194, jan./mar. 2016. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista>. Acesso em: 17 jan. 2021.

WOODWARD, S. J. Bite mechanics of cattle and sheep grazing grass-dominant swards. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 56, n. 2-4, p. 203–222, 1998.

YODA, K. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions (intraspecific competition among higher plants. xi). **J. Inst. Polytech. Osaka City Univ. Ser. D.**, v. 14, p. 107–129, 1963. Disponível em: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10030417634/en/>. Acesso em: 17 jan. 2021.