



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

THEYSON DUARTE MARANHÃO

TROCAS GASOSAS, ÍNDICES DE CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO
MORFOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE SORGO EM SEQUEIRO SOB FREQUÊNCIAS
DE PASTEJO COM OVINOS

FORTALEZA

2019

THEYSON DUARTE MARANHÃO

TROCAS GASOSAS, ÍNDICES DE CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA
DE HÍBRIDOS DE SORGO EM SEQUEIRO SOB FREQUÊNCIAS DE PASTEJO COM
OVINOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.

Coorientador: Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M26t Maranhão, Theyson Duarte.
Trocas gasosas, índices de crescimento e composição morfológica de híbridos de sorgo em sequeiro sob frequências de pastejo com ovinos / Theyson Duarte Maranhão. – 2019.
52 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.

Coorientação: Prof. Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu.

1. Cultivo de sequeiro. 2. Sorghum bicolor x S. sudanense. 3. Taxa de assimilação líquida. 4. Taxa de fotossíntese foliar. I. Título.

CDD 636.08

THEYSON DUARTE MARANHÃO

TROCAS GASOSAS, ÍNDICES DE CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA
DE HÍBRIDOS DE SORGO EM SEQUEIRO SOB FREQUÊNCIAS DE PASTEJO COM
OVINOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovado em: 28/01/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu (Coorientador)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Caprinos e Ovinos)

Prof.^a Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro (Conselheira)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Marcos Neves Lopes (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família, Francisco das Chagas
Maranhão, Francisca Sandra Duarte Maranhão
e Thaís Duarte Maranhão.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sabedoria que guiou as minhas escolhas.

À Universidade Federal do Ceará, por todas as oportunidades de crescimento profissional e pessoal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes pela concessão da bolsa de estudos.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Caprinos e Ovinos, pelo financiamento da pesquisa.

Ao Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura (NEEF), pela concessão do espaço e instrumentação necessários à realização do experimento.

Ao Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido, pela colaboração com a minha formação profissional.

Ao Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu, pela orientação e experiências compartilhadas.

Aos membros da banca, pela colaboração para com a melhoria do trabalho.

Aos meus pais, pelo amor e comprometimento com a minha formação acadêmica.

À minha irmã Thaís, por toda sua dedicação e apoio.

Aos amigos Elayne Cristina, Marcos Neves, Diego Fernandes, Carlos Eduardo, Francisco Gleyson, Rafael Rodrigues, Walisson Marques, Érica Pinto, Tafnes Bernardo, Raiza Felismino, pelo companheirismo.

Aos amigos de turma, Emanoella Karol, Eulalia Josefina e Bruno Bizerra, pelos momentos de muito estudo e muito divertimento.

Aos colaboradores Leonardo Fiusa, Clemente Fernandes, Samuel Rocha, Jefte Arnon e Clésio Costa pela ajuda no momento da implantação do experimento.

Aos colaboradores Odécia Gomes, Bruno Bizerra, Alysson Bruno, Matheus Oliveira, Bruno Almeida, Breno Moreira e Dayanne Nascimento pelo comprometimento com o projeto.

RESUMO

A sazonalidade da produção de forragem em regiões semiáridas consiste num dos principais entraves à produção de ruminantes a pasto. A utilização de plantas forrageiras tolerantes ao déficit hídrico, que reduza a sazonalidade na produção de forragem, consiste em estratégia factível para viabilizar a pecuária a pasto nessas regiões. Objetivou-se avaliar as trocas gasosas, os índices de crescimento e a composição morfológica de dois híbridos de sorgo para pastejo submetidos a duas frequências de pastejo com ovinos. Adotou-se um arranjo fatorial 2x2 num delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação entre dois híbridos de sorgo para pastejo (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*) e duas frequências de pastejo (60 e 80 cm de altura), com ovinos da raça Morada Nova, manejados sob lotação rotativa. Para o ensaio de trocas gasosas constatou-se interação entre híbridos e frequência de pastejo. Quantificou-se maior índice relativo de clorofila para o híbrido CM (44,40 unidades SPAD). A taxa de fotossíntese foliar foi superior ($33,41 \mu\text{mol}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) na menor frequência de pastejo (60 cm). As taxas de transpiração foliar, condutância estomática, concentração interna de dióxido de carbono, temperatura foliar, relação fotossíntese/condutância e relação fotossíntese/transpiração não apresentaram significância para os fatores estudados. Para os índices de crescimento, obteve-se ajuste dos modelos testado para o efeito da idade de crescimento durante o período de descanso. O índice de área foliar, razão de peso foliar, taxa de assimilação líquida e taxa de crescimento relativo apresentaram comportamento linear. A razão de área foliar foi minimizada aos 11,45 dias para o BRx60 e maximizada aos 19,83 dias para o BRx80, não revelando significância para CMx60 ($0,0407 \pm 0,01$) e CMx80 ($0,0248 \pm 0,09$). Para a composição morfológica do dossel, observou-se maior percentual de lâminas foliares na camada superior a 31 cm na combinação CMx60. Houve aumento no percentual de colmo e material morto, e na ocorrência de plantas invasoras a partir de 31 cm de altura, para as combinações BRx80 e CMx80. A combinação BRx60 apresentou maior eficiência fotossintética e a combinação CMx60 maior eficiência de crescimento. O manejo com 60 cm de altura pré-pastejo proporcionou maior percentual de lâminas foliares verdes ao longo do perfil do dossel.

Palavras-chave: Cultivo de sequeiro. *Sorghum bicolor* x *S. sudanense*. Taxa de assimilação líquida. Taxa de fotossíntese foliar.

ABSTRACT

The seasonality of forage production in semi-arid regions is one of the main barriers to grass-fed ruminant production. The use of forage plants tolerant to water restriction, that reduces the seasonality in forage production, is a feasible strategy to enable pasture farming in these regions. The objective in this study was to evaluate the gas exchange, growth rates and morphological composition of two sorghum hybrids submitted to two grazing frequencies using sheep. A 2x2 factorial arrangement was adopted in a completely randomized design with four replicates. The treatments consisted of the combination of two sorghum hybrids (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*) and two grazing frequencies (60 and 80 cm of height pre-grazing), using Morada Nova sheep, managed under rotational stocking. Interaction between hybrids and frequency of grazing were observed for the gas exchange trial. A higher relative chlorophyll index was quantified for the CM hybrid (44.40 SPAD units). The leaf photosynthesis rate was higher ($33.41 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) at the lowest grazing frequency (60 cm). Leaf transpiration rate, stomatal conductance, internal carbon dioxide concentration, leaf temperature, photosynthesis conductance ratio, and photosynthesis transpiration ratio did not present statistical significance for the factors studied. For the growth analysis trial, the adjustment of the tested models was obtained for the effect of growth age during the rest period. Leaf area index, leaf weight ratio, net assimilation rate and relative growth rate showed linear behavior. The leaf area ratio was minimized at 11.45 days for BRx60 and maximized at 19.83 days for BRx80, showing no statistical significance for CMx60 (0.0407 ± 0.01) and CMx80 (0.0248 ± 0.09). For the morphological composition of the canopy, a greater percentage of leaf blades was observed in the upper layer at 31 cm for the CMx60 combination. There was an increase in the percentage of stem and dead material, and in the occurrence of weeds from 31 cm in height, for the combinations BRx80 and CMx80. The BRx60 combination showed higher photosynthetic efficiency and the CMx60 combination had higher growth efficiency. The management with 60 cm of pre-grazing height favored a greater proportion of green leaf blades along the canopy profile.

Keywords: Leaf photosynthesis rate. Net assimilation rate. Rainfed cultivation. *Sorghum bicolor* x *S. sudanense*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Dados climáticos do período experimental.....	20
Figura 2 –	Formação dos pastos dos híbridos de sorgo para pastejo BR e CM.....	22
Figura 3 –	Roço de uniformização dos pastos dos híbridos de sorgo para pastejo BR e CM.....	23
Figura 4 –	Mensuração a altura do dossel dos pastos dos híbridos de sorgo para pastejo BR e CM.....	24
Figura 5 –	Datas de início e final dos ciclos de pastejo ao longo do período experimental.....	25
Figura 6 –	Avaliação das trocas gasosas e do índice relativo de clorofila nos híbridos de sorgo BR e CM.....	27
Figura 7 –	Mensuração do índice de área foliar com analisador PAR-LAI nos pastos dos híbridos de sorgo BR e CM.....	29
Figura 8 –	Avaliação dos componentes morfológicos dos pastos dos híbridos de sorgo BR e CM.....	30
Figura 9 –	Componentes morfológicos dos pastos dos híbridos de sorgo para pastejo BR e CM.....	31
Figura 10 –	Estrutura vertical do dossel em dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados com altura pré-pastejo de 60 cm (frequência de pastejo).....	41
Figura 11 –	Estrutura vertical do dossel em dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados com altura pré-pastejo de 80 cm (frequência de pastejo).....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm, ao início da instalação do experimento.....	21
Tabela 2 – Valores médios das metas de manejo pós-pastejo (25 cm de altura) e pré-pastejo (60 e 80 cm de altura) em dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados sob duas frequências de pastejo.....	33
Tabela 3 – Período de descanso para cada ciclo de pastejo nos pastos de dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados sob duas frequências de pastejo.....	34
Tabela 4 – Índice relativo de clorofila e características fotossintéticas de dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados sob duas frequências de pastejo.....	35
Tabela 5 – Índices de crescimento em dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados sob duas frequências de pastejo.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1	Híbridos de sorgo para pastejo.....	11
2.2	Trocas gasosas em plantas forrageiras.....	16
2.3	Análise de crescimento em plantas forrageiras.....	17
2.4	Componentes morfológicos de plantas forrageiras.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1	Caracterização da área experimental.....	20
3.2	Tratamentos e delineamento experimental.....	21
3.3	Plantio e manejo do pasto.....	21
3.4	Manejo do pastejo.....	25
3.5	Avaliação das trocas gasosas e do índice relativo de clorofila.....	26
3.6	Avaliação dos índices de crescimento do pasto.....	28
3.7	Avaliação da composição morfológica do pasto.....	29
3.8	Análises estatísticas.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1	Trocas gasosas e índice relativo de clorofila.....	34
4.2	Índices de crescimento.....	36
4.3	Composição morfológica do pasto.....	39
5	CONCLUSÃO.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A estacionalidade na produção de forragem configura-se como problema global nos sistemas pecuários de sequeiro nas regiões semiáridas. A conservação de forragem está entre as principais estratégias adotadas para a constância na disponibilidade de alimento volumoso. Ressalta-se a adoção de plantas forrageiras tolerantes ao déficit hídrico, como recurso forrageiro capaz de viabilizar o prolongamento da oferta de forragem verde nos pastos, minimizando a sazonalidade da produção de forragem (RODRIGUES, 2000; AGUILAR et al., 2015). O sorgo (*Sorghum bicolor*) está entre as principais espécies tolerantes ao déficit hídrico, além de apresentar ampla diversidade de cultivares adaptadas às mais distintas condições edafoclimáticas globais.

Ressaltam-se os híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*) por sua alta produtividade, valor bromatológico apreciável para os ruminantes e versatilidade, podendo ser utilizados para corte (para conservação ou fornecimento picado no cocho) ou pastejo, nesse último caso, minimizando os custos com a conservação de forragens (SIMILI et al., 2018). Assim percebe-se a potencialidade dos híbridos de sorgo para pastejo como recurso forrageiro capaz de compor a base da alimentação dos sistemas de produção de ruminantes.

Para avaliar a potencialidade dos híbridos de sorgo como recurso forrageiro, é importante averiguar inicialmente a sua capacidade de produzir biomassa. Essa biomassa produzida é resultante da capacidade da planta em converter os recursos disponíveis em carbono orgânico por meio das trocas gasosas, sendo condicionada pelas práticas agrônômicas adotadas. Para forrageiras tropicais, o período de descanso do pasto está entre os principais fatores determinantes da produtividade e da qualidade da biomassa. Esta última é condicionada à alocação de fotoassimilados nos componentes do dossel e ao valor bromatológico destes (MARANHÃO et al., 2018; SILVA et al., 2007).

Portanto, fica explícita a importância de se estabelecer o momento adequado para o uso da planta forrageira, compatibilizando produtividade e qualidade da biomassa. Ressalta-se que a partir de estudos das trocas gasosas e análise de crescimento é possível monitorar o padrão de alocação de fotoassimilados nos componentes estruturais do dossel e estabelecer estratégias de manejo do pastejo. Destarte, objetivou-se avaliar as trocas gasosas, os índices de crescimento e a composição morfológica de dois híbridos de sorgo para pastejo submetidos a duas frequências de pastejo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Híbridos de sorgo para pastejo

Os sistemas pecuários devem dispor de diferentes estratégias para a manutenção da produção de forragem durante todo o ciclo produtivo, independentemente da época do ano. Nesse sentido, é importante que os pecuaristas usem de modo estratégico os diferentes genótipos de plantas forrageiras disponíveis, a fim de otimizar a produção de forragem dentro da propriedade e garantir o aporte de forragem para os rebanhos.

A maioria dos genótipos de sorgo selecionados para pastejo são provenientes de cruzamentos interespecíficos do gênero *Sorghum* sendo utilizado normalmente *Sorghum bicolor* e *S. sudanense*. Os materiais provenientes desses cruzamentos demonstram características agronômicas apreciáveis em gramíneas forrageiras, dentre as quais se destacam a produtividade, qualidade da biomassa, capacidade de perfilhamento e resistência das plantas ao déficit hídrico (RAUPP, 2000).

Devido à sua tolerância ao déficit hídrico, os híbridos de sorgo para pastejo podem amortizar a sazonalidade da produção de forragem ocasionada pela irregularidade da precipitação pluvial, mitigando a escassez de alimento volumoso para os rebanhos. Os híbridos de sorgo para pastejo também podem ser utilizados como componente forrageiro em sistemas integrados ou ainda em sucessão de culturas, podendo ser cultivados no final do período das chuvas, e ainda assim, conferir produção de biomassa satisfatória e de boa qualidade para os rebanhos (DAWSON et al., 1933; TOMICH et al., 2006; ARENHARDT et al., 2016). Ressalta-se que estes apresentam alta eficiência de utilização dos fatores abióticos de crescimento e exigência moderada em fertilidade do solo, quando comparado a outras culturas de alta produtividade, porém mais exigentes. Apesar da sua rusticidade, o sorgo é bastante responsivo ao manejo intensivo, conforme documentado em Simili et al. (2008), que constataram efeito da adubação nitrogenada sobre a produção dos componentes da biomassa em híbrido de sorgo sudanense.

Diferentemente das pastagens manejadas sob irrigação, que requerem altas quantidades de fertilizantes, as pastagens de sorgo manejadas sob sequeiro respondem satisfatoriamente a menores quantidades de adubos (HARMS & TUCKER, 1972; BAUMGARTNER et al., 2000). Turgut et al. (2005) ao estudarem cinco doses (0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹) de fertilização nitrogenada, constataram que o rendimento de biomassa foi maximizado nas doses de 100 e 150 kg ha⁻¹, que não diferiram entre si. Os autores

constataram que o sorgo pôde maximizar a produção de forragem com dose intermediária de adubo, contribuindo para a relação custo benefício desse fator de produção.

Destaca-se a melhoria de atributos qualitativos por meio da adubação com micronutrientes. Ahmed et al. (2014) constataram redução no teor de tanino em grãos de sorgo devido à aplicação de micronutrientes. Embora os híbridos de sorgo para pastejo sejam especializados em produção de biomassa, pastos quando manejados no final da estação das chuvas tendem a reduzir seu ciclo de crescimento, podendo sair da fase vegetativa para fase reprodutiva dentro do período de descanso. Desse modo, as sementes (com menor concentração de taninos nos grãos) podem complementar a dieta dos ruminantes em pastejo.

Machado et al. (2004) ao avaliarem a produtividade do milheto BRS 1501 (*Pennisetum glaucum*), variedade de sorgo ‘Santa Elisa 38’ e mais sete híbridos de sorgo forrageiro, na época de entressafra, constataram maior produtividade para os híbridos de sorgo. Ainda, os autores observaram boa distribuição de biomassa para os genótipos de sorgo durante o período experimental, característica apreciável haja vista que a demanda de matéria seca pelos rebanhos é relativamente constante ao longo do ano.

Neumann et al. (2010) ao avaliarem quatro híbridos de sorgo forrageiro (*S. bicolor* x *S. sudanense*) sob corte constataram, ao longo das épocas de avaliação, a seguinte distribuição da biomassa: 19,7; 31,4; 33,7 e 15,2% para os quatro cortes consecutivos. A estabilidade observada deve-se à tolerância ao déficit hídrico e ao crescimento compensatório, conforme a retomada da disponibilidade hídrica.

Por desenvolver-se com baixa disponibilidade hídrica, o sorgo pode ser semeado no final do período das águas para servir de cobertura do solo, no intuito de evitar processos erosivos. Sendo assim, em algumas regiões o último ciclo de crescimento da cultura é destinado para produção de palhada a fim de evitar processos erosivos (BORGES et al., 2014).

Ao analisar a produtividade dos híbridos de sorgo para pastejo, constata-se uma cultura de grande potencial para formação de pastos anuais. Apesar da gama de híbridos de sorgo para pastejo, as características bromatológicas entre genótipos distintos, podem apresentar baixa variabilidade (WALL & ROSS, 1975).

Lima et al. (2017) ao estudarem as características bromatológicas do feno de 19 genótipos de sorgo para corte e pastejo quantificaram, na média dos híbridos: teor de matéria seca de 91,90% com coeficiente de variação (CV. de 6,31%); teor de proteína bruta de 12,98% (CV. de 0,33%); extrato etéreo de 2,14% (CV. de 0,33%) e matéria mineral de 8,85% (CV. de 8,85%). Já a fração fibrosa apresentou valores médios de 59,30% de fibra em

detergente neutro (CV. de 2,41%); 36,02% de fibra em detergente ácido (CV. de 3,35%); 22,85% de celulose (CV. de 5,48%); 28,30% de hemiceluloses (CV. de 3,94%) e 5,66% de ligninas (CV. de 16,46%). Com base nesse estudo, ressalta-se a pequena variação bromatológica entre genótipos de híbridos de sorgo para pastejo.

Deve-se considerar a variação da composição bromatológica dos híbridos de sorgo em função da idade de colheita da planta. O prolongamento da idade de utilização dos pastos com o intuito de aumentar a biomassa de forragem, pode acarretar na redução qualitativa da biomassa e conseqüentemente redução no desempenho animal. Beck et al. (2007) constataram redução do percentual de proteína bruta na biomassa de híbridos de sorgo para pastejo de 12,6; 9,7; 6,9; 5,0 e 4,3% para as idades 34, 41, 48, 55 e 63 dias de após plantio, respectivamente. Ressalta-se que os pastos apresentaram valores iniciais de 20% para a proteína bruta.

Ferreira et al. (2018), ao compararem a degradabilidade ruminal de híbridos de sorgo para corte ou pastejo com o híbrido comercial BRS801, constataram que a fração fibrosa dos híbridos de sorgo para pastejo possuem alta degradabilidade. Ainda alguns híbridos apresentaram degradabilidade semelhante ou superior ao híbrido comercial BRS801, indicando que os híbridos de sorgo para pastejo possuem potencial para compor a dieta de animais de alta exigência nutricional e alto consumo de matéria seca.

Resultados obtidos por Miles et. al. (1956) demonstraram que pastos de sorgo podem possibilitar taxas de lotação superiores aos pastos de milho. No entanto Arnold (1956) concluiu em estudo comparativo entre pastos de sorgo e de milho, maiores taxas de lotação com o milho. É válido chamar atenção para o espaçamento adotado em pastos de sorgo, pois esse fator pode contribuir para a capacidade de suporte desses pastos (KOLLER & SCHOLL, 1968).

Entre os híbridos de sorgo para pastejo destacam-se os genótipos portadores do gene 'brown-midrib' (BMR) que caracteriza plantas com fenótipo de nervura marrom. Do ponto de vista zootécnico, estes genótipos apresentam superioridade em relação aos demais híbridos de sorgo, por conferirem às plantas menores teores de ligninas e conseqüentemente maior digestibilidade.

Rovira & Echeverría (2013) constataram maior desempenho (12 a 17%) de novilhos quando manejados em pastos de híbridos de sorgo para pastejo com genes BMR em relação aos novilhos manejados em pastagem de híbridos de sorgo sudanense sem o referido gene. Os híbridos de sorgo sudanense também podem imprimir resultados satisfatórios quando adotados em sistemas pecuários para produção de leite, conforme documentado por

Simili et al. (2018). Os autores recomendaram os híbridos de sorgo como fonte alimentar, para período outono/inverno, por apresentarem alto valor nutricional para animais especializados na produção de leite.

Ao avaliar o ganho de peso de vacas mestiças das raças Charolês e Nelore manejadas em pastos de sorgo e de milho, Pacheco et al. (2014) não constataram diferença para as variáveis ganho de peso médio, escore de condição corporal, ganho médio diário por hectare e ganho de peso vivo total por área. A resposta em apreço deveu-se provavelmente à semelhança na massa de forragem disponível, taxa de acúmulo de forragem, oferta de biomassa de forragem total, oferta de biomassa de lâminas foliares verdes, relação folha/colmo e perdas de forragem entre os pastos de milho e sorgo sudanense. Resultado semelhante foi documentado por Cóser & Maraschin (1983), evidenciando a excelência dessas forrageiras para a produção de ruminantes.

Pacheco et al. (2013) concluíram que o comportamento ingestivo de matéria seca por vacas não diferiu entre os pastos de sorgo para pastejo e de milho, todavia os autores ressaltaram que as estratégias de alimentação e consumo foram modificadas ao longo dos ciclos de rebrotação dos pastos de sorgo sudanense, provavelmente devido a variação nas características bromatológicas da forragem. A redução na disponibilidade hídrica concomitante ao aumento das temperaturas pode causar redução na digestibilidade da biomassa, devido a maior atividade metabólica e lignificação da parede celular, resultando na redução de metabólitos do conteúdo celular (VAN SOEST, 1994).

Apesar das inúmeras vantagens já citadas a respeito do sorgo forrageiro para pastejo, há de se destacar algumas limitações existentes. Embora os híbridos de sorgo sudanense apresentem capacidade de perfilhamento superior aos demais genótipos de sorgo, a densidade populacional de perfilhos nesses estandes é inferior com a de pastos formados por outras gramíneas forrageiras, também de crescimento cespitoso. Gobetti (2010) quantificou média de 13 perfilhos m^2 , ao passo que Coutinho (2018) documentou densidade populacional de perfilhos de 88 e 66 perfilhos m^2 em pastos de dois híbridos de sorgo. Essa peculiaridade no dossel de híbridos de sorgo para pastejo faz com que o solo nessas áreas tenha maior erodibilidade, devido à baixa cobertura vegetal.

O sorgo possui algumas limitações a depender do estágio de crescimento. Muito dos genótipos cultivados, quando jovens podem intoxicar os animais que consomem sua biomassa. Os perfilhos jovens possuem altas concentrações de glicosídeo cianogênico, que depois de ingerido pelos animais, sofre o processo de hidrólise, liberando o ácido cianídrico (RADOSTITS et al., 2007).

O ácido cianídrico causa o bloqueio da cadeia respiratória, impedindo o aproveitamento do oxigênio pelas células dos tecidos (CÂMARA & SOTO-BLANCO, 2013). Juffo et al. (2012) relataram a morte de vacas leiteiras após pastejarem, por cerca de 3 horas, rebrotações de sorgo com cerca de 15 dias de idade, apresentando aproximadamente 25 a 30 cm de altura. A partir do teste com papel picrosódico, os autores constataram a presença de ácido cianídrico.

Nóbrega Jr. et al. (2006) também documentaram a ocorrência de intoxicação de bovinos após pastejarem *Sorghum halepenses* na região semiárida de Paraíba. De acordo com autores os bovinos pastejaram as rebrotações de sorgo por cerca de 2 a 3 horas, tempo suficiente para causar a morte de dois animais. Cerca de 10 a 15 minutos após o consumo da forragem já foi possível identificar os sinais clínicos, que consistiram em ansiedade, dispneia, incoordenação e tremores musculares. Segundo os autores, o pasto apresentava altura de 15 e 20 cm e encontrava-se com idade aproximada de 15 dias de rebrotação após as primeiras chuvas ocorridas.

Diante do exposto, reforça-se a importância de não manejar ruminantes em pastos jovens de sorgo com altura do dossel inferior a 50 cm de altura, que pode ser adotado como um critério prático de manejo, ou ainda quando possível recomenda-se a realização do teste com papel picrosódico. Esse último consiste em macerar um pouco de biomassa de sorgo e diluir em água, posteriormente deve-se submergir o papel picrosódico na solução. Com base na tonalidade da coloração do papel há confirmação ou não, da presença de ácido cianídrico. Ressalta-se que esta altura pode variar em função do genótipo ou da região em que a planta se desenvolve. Simili et al. (2013) ao estudarem a concentração de ácido cianídrico e a taxa de crescimento de híbrido de sorgo sudanense recomendaram que o genótipo 1P400 não deve ser pastejado quando os pastos apresentarem altura inferior à 80 cm de altura, ainda propuseram altura pré-pastejo de 90 a 100 cm, momento que os pastos apresentaram maior relação folha/colmo e não apresentaram mais riscos de intoxicação para os animais.

É sabido que o aumento na altura pré-pastejo em pastos de híbridos de sorgo possibilita maior produção de biomassa e menor risco de intoxicação de ruminantes. Todavia, para pequenos ruminantes, recomenda-se o manejo do dossel, de modo que a altura deste seja compatível com o porte e o hábito de pastejo dos animais, podendo acarretar em riscos de intoxicação animal pela presença de ácido cianídrico no sorgo para pastejo.

Diante da literatura existente acerca do uso dos híbridos de sorgo para pastejo, percebe-se a necessidade de mais estudos no intuito de selecionar genótipos que apresentem menores concentrações de glicosídeos cianogênicos nos estádios fenológicos iniciais da

cultura do sorgo. Essas substâncias representam uma classe de metabólitos secundários que possui o papel de defesa da planta, sendo mais concentrado em tecidos jovens, principalmente lâminas foliares (TAIZ et al., 2017). Essa seria uma característica chave para viabilizar o uso de genótipos para pastejo por pequenos ruminantes, que devido seu porte e hábito de pastejo requerem dosséis de porte baixo.

Outro ponto passivo de melhoria consiste na redução da fração fibrosa por meio da inclusão do gene 'brown-midrib', responsável por conferir menor deposição de ligninas na parede celular. A seleção de genótipos produtivos deve ser atrelada ao potencial de perfilhamento e não ao incremento em altura do dossel, pois o aumento em altura acarreta no incremento de tecidos e órgãos de sustentação e consequentemente na redução da digestibilidade da biomassa, limitando o desempenho animal.

2.2 Trocas gasosas em plantas forrageiras

É sabido que 90% da biomassa de uma planta provêm dos processos fotossintéticos (TAIZ et al., 2017). Destaca-se que as características fotossintéticas são regidas por fatores de ordem genética, todavia sofrem influência dos fatores abióticos referentes ao clima (NABLE et al., 1999; INMAN-BAMBER & SMITH, 2005; SMIT & SINGELS, 2006) e ao manejo do pasto. Como exemplo do efeito do clima sobre os processos fotossintéticos, pode-se citar o controle estomático sobre os processos difusivos entre o interior da lâmina foliar e a atmosfera que regularão a difusão de dióxido de carbono e de água, regulando assim a temperatura interna da lâmina foliar. Estes processos por sua vez, podem afetar diretamente a taxa de fotossíntese foliar (AMARAL et al., 2006).

Ressalta-se o manejo do pasto no tocante a frequência de desfolhação do dossel como outro fator relevante nos processos fotossintéticos, pois a frequência pode afetar a reposição das reservas orgânicas e consequentemente a taxa de fotossíntese foliar durante o processo de rebrotação (FULKERSON & DONAGHY, 2001).

A avaliação das trocas gasosas consiste em ferramenta importante no processo de seleção de plantas forrageiras, possibilitando aos pesquisadores selecionar genótipos de maior potencial fotossintético, ainda levando em consideração a adaptabilidade dessas às distintas condições edafoclimáticas. Ainda subsidia ao pesquisador informações que irão auxiliar na elaboração de estratégias de manejo (PEIXOTO et al., 2002; PAIVA et al., 2005).

2.3 Análise de crescimento em plantas forrageiras

A análise quantitativa do crescimento de plantas baseia-se no incremento de unidades de peso, área ou comprimento de componentes morfológicos ou da planta inteira, em função do tempo transcorrido entre avaliações consecutivas. A partir da análise de crescimento, pesquisadores podem inferir sobre o efeito dos fatores abióticos de crescimento sobre o incremento, partição e alocação de fotossintatos, possibilitando o refinamento das análises morfofisiológicas de plantas forrageiras (RADFORD, 1967; BENINCASA, 2003).

Ressalta-se que a análise de crescimento como um método de baixo custo, pois para a obtenção dos dados que irão subsidiar os cálculos são necessários equipamentos de baixo valor monetário, tais como balança, tesoura, régua ou instrumentos equivalentes (para medição de área), sacos para coleta de amostras, sendo a estufa de ventilação forçada o equipamento (necessário para obtenção da matéria seca) mais oneroso dentre os utilizados. Os estudos sobre análise de crescimento também possibilitam averiguar o crescimento e a eficiência de utilização de fatores abióticos entre genótipos, consistindo em importante ferramenta para os processos de melhoramento vegetal.

Dentre as variáveis que compõem o ensaio da análise de crescimento, destacam-se a taxa de crescimento absoluto ou da cultura (biomassa da planta por dia), taxa de crescimento relativo (biomassa por biomassa da planta preexistente por dia), índice de área foliar (área de lâmina foliar por área de solo; adimensional), razão de área foliar (área foliar por biomassa da planta), razão de peso foliar (biomassa de lâmina foliar por biomassa da planta), área foliar específica (área foliar por biomassa de lâmina foliar), taxa de assimilação líquida (biomassa da planta por área foliar por dia), como as variáveis usuais em ensaios de plantas forrageiras manejadas sob pastejo (BARBERO et al., 2013).

A taxa de crescimento da cultura consiste no incremento de biomassa em função do tempo, podendo ser utilizada para indicar a velocidade média de crescimento da cultura. Embora bastante difundida entre os pesquisadores, a taxa de crescimento absoluto tem utilização restrita, pois por considerar valores absolutos, não expressa a eficiência de incremento de biomassa. A taxa de crescimento relativo, comumente expressa em $\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$, expressa o incremento de biomassa por unidade de biomassa pré-existente por unidade de tempo. Sendo assim, essa variável expressa a eficiência de crescimento vegetal, pois presume que a biomassa final está em função da biomassa já existente e da eficiência fotossintética da planta num determinado período de tempo (MAGALHÃES, 1985). Sendo assim, em relação à

taxa de crescimento da cultura, a taxa de crescimento relativo é preferível para estudos de competição entre genótipos.

O índice de área foliar expressa a razão entre a área foliar e a área de solo, portanto é adimensional. A lâmina foliar é o componente morfológico responsável pela realização da maior parte da fotossíntese nas gramíneas forrageiras, sendo assim o conhecimento do comportamento da área foliar do dossel forrageiro ao longo do ciclo é fundamental para elaboração de estratégias de manejo que garantam a maximização da fotossíntese líquida do pasto (GOMIDE et al., 2003).

A razão de área foliar, normalmente expressa em $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$, representa a área foliar útil para assimilação de 1 g de matéria seca da planta. É tida como componente morfofisiológico na análise de crescimento, por considerar a área foliar e o carbono assimilado via processo fotossintético. Com o aumento na idade do dossel, observa-se redução na razão de área foliar, sendo justificada pelo aumento no índice de área foliar e consequente aumento no sombreamento mútuo, reduzindo a área foliar útil para realização de fotossíntese (SANTOS JÚNIOR et al., 2004).

A razão de peso foliar, comumente expressa em g g^{-1} , é tida como variável de cunho fisiológico, pois expressa a razão entre a biomassa retida nas lâminas foliares e a biomassa acumulada na planta, portanto indica a porção de matéria seca não exportada para os demais órgãos da planta. A partir dessa variável é possível selecionar genótipos que apresentem maior alocação de carbono nas lâminas foliares, componente morfológico de maior valor bromatológico, além de possibilitar a elaboração de estratégias de manejo (ALVAREZ et al., 2012).

A taxa de assimilação líquida, comumente expressa em $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, expressa o incremento de matéria seca por unidade de área foliar por unidade de tempo. Consiste numa das principais variáveis da análise de crescimento vegetal, por representar a fotossíntese líquida do dossel integrando a área foliar e o incremento de biomassa. A mesma tende a reduzir com o avanço da idade da planta forrageira, principalmente devido ao aumento do sombreamento mútuo das lâminas foliares (OLIVEIRA et al., 2000; GOMIDE et al., 2002).

A partir da adoção da técnica da análise de crescimento na experimentação de plantas forrageiras, é possível analisar o efeito de fatores bióticos e abióticos sobre os processos de assimilação e alocação de carbono na comunidade vegetal ou entre genótipos forrageiros. Sendo assim, esta se configura como importante ferramenta para seleção de plantas forrageiras e elaboração de estratégias de manejo.

2.4 Componentes morfológicos de plantas forrageiras

Os componentes morfológicos do dossel resultam da interação do fluxo de biomassa com os fatores bióticos e abióticos. O fluxo de biomassa por apresentar forte caráter genético, varia conforme o genótipo forrageiro, sendo assim, cada genótipo pode apresentar uma estrutura de dossel distinta, justificando-se pela diferença na alocação de carbono nos componentes morfológicos do dossel, conforme se observa nos ensaios de análise de crescimento (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996; HORST et al., 1978).

No processo de seleção de plantas forrageiras é fundamental avaliar os componentes morfológicos do dossel. Busca-se selecionar plantas forrageiras que apresentem maior produção de lâminas foliares e menor produção de colmo. Ressalta-se que o comportamento ingestivo e o desempenho de ruminantes em pastejo apresentam estreita relação com a proporção dos componentes morfológicos do dossel, assim, deve-se preconizar um manejo que maximize a produção de biomassa, todavia sem comprometer a qualidade da mesma (HODGSON, 1982; PRACHE et al., 1998).

O aumento da biomassa de forragem na fase vegetativa do sorgo está diretamente relacionado com o aumento da altura do dossel (SILVA et al., 2005). Destaca-se que a adoção de menores frequências de uso em gramíneas forrageiras tropicais possibilita maiores incrementos em biomassa, todavia há redução no valor nutricional da forragem e comprometimento do desempenho animal com o aumento na altura do dossel, devido à redução na relação lâmina foliar/colmo e à dificuldade de apreensão da forragem pelo animal (HODGSON, 1990; ZAGO, 1992; CÂNDIDO et al., 2005).

A altura pré-pastejo está entre os fatores mais relevantes para o sucesso da produção de ovinos a pasto, devendo-se às peculiaridades do comportamento ingestivo dos ovinos, como a predileção por dosséis cuja altura não comprometa a visibilidade dos animais (pastos com altura inferior a 1 m) e o comportamento gregário dos animais durante o pastejo (COSGROVE, 1997; SANTOS, 2013).

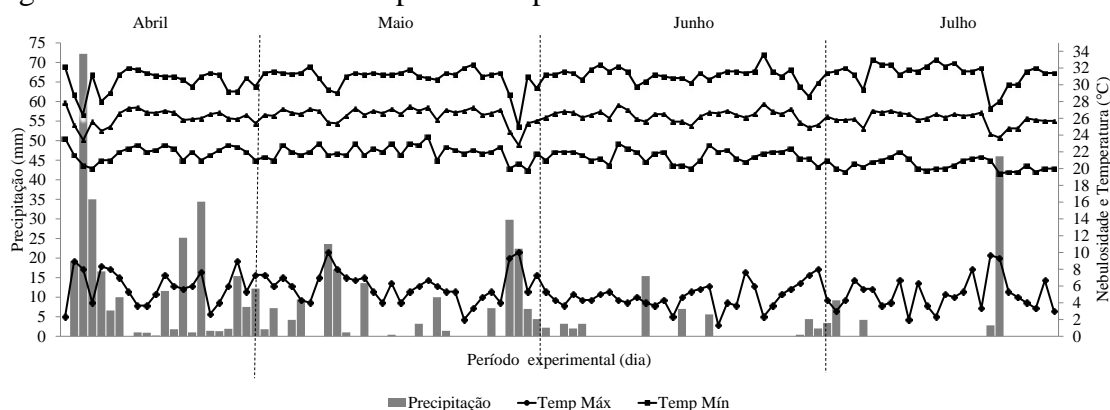
Diante do exposto, percebe-se a importância de se avaliar o efeito da frequência de pastejo sobre os componentes morfológicos do pasto, a fim de elaborar estratégias de manejo que maximizem o incremento de componentes morfológicos de melhor valor bromatológico, ao mesmo tempo compatibilizando a altura do dossel com o hábito de pastejo da forragem pelos ovinos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

A pesquisa foi realizada no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura – NEEF/DZ/CCA/UFC, pertencente à Universidade Federal do Ceará (latitude sul 03° 44' 37'', longitude oeste de 38° 34' 41'') em Fortaleza – CE, no período de abril a julho de 2017. O clima da região é classificado como Aw' tropical chuvoso (KÖPPEN, 1936), com médias anuais de temperatura do ar de 26,3 °C, pluviometria de 1600 mm, evapotranspiração potencial de 3215 mm e umidade relativa de 62%. O solo da área experimental é um Argissolo Amarelo Eutrófico Típico, apresentando sedimentos areno-argilosos da formação barreira como material de origem (EMBRAPA, 2013). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na Estação Agroclimatológica da Universidade Federal do Ceará (Campus do Pici) e encontram-se apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Dados climáticos do período experimental



Dados climáticos em base diária.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Antes do início do período experimental realizou-se coleta de solo, com, auxílio de trado tipo Sonda, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, posteriormente a amostra de solo foi encaminhada para o laboratório de Solo e Água (FUNCEME/UFC) para realização da análise dos atributos químicos do solo, que se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 – Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm, ao início da instalação do experimento

P	K	Al ³⁺	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	MO
	mg dm ⁻³		H ₂ O		cmol _c dm ⁻³			g kg ⁻¹
11,0	82,5	N.D.	5,8	1,41	0,68	2,33	5,22	11,66

Fósforo (P); potássio (K); alumínio (Al³⁺); não detectável (ND); potencial hidrogeniônico (pH); cálcio (Ca²⁺); magnésio (Mg²⁺); soma de bases (SB); capacidade de troca de cátions (CTC); matéria orgânica do solo (MO).

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os fatores estudados foram dois híbridos de sorgo para pastejo e duas frequências de pastejo. Adotou-se um arranjo fatorial 2x2 num delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições (piquetes de 7,90 x 12,80 m). Os tratamentos consistiram da combinação entre dois híbridos de sorgo para pastejo (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*) e duas frequências de pastejo (60 e 80 cm de altura do dossel). Os híbridos de sorgo para pastejo estudados foram desenvolvidos pelo programa de melhoramento vegetal da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Os genótipos avaliados foram o híbrido BR007A x TX2785, nomeado BR; e o híbrido CMSXS157A x TX2785, nomeado de CM.

3.3 Plantio e manejo do pasto

Com base nos resultados da análise de solo e seguindo a recomendação da Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999), realizou-se correção da fertilidade do solo para a cultura do sorgo com alto potencial produtivo.

Realizou-se semeadura manual em linhas, adotando-se espaçamento de 30 cm entre linhas, respeitando distribuição de 12 sementes por metro linear, perfazendo estande de 400.000 plantas por hectare. O plantio foi realizado em sulcos, com cerca de seis centímetros de profundidade, abertos com auxílio de enxadecos. Após a abertura dos sulcos os adubos foram depositados no fundo do sulco. Na sequência, colocou-se uma camada de solo sobre o adubo, a fim de evitar o dessecamento das sementes pelo contato direto com o mesmo. Posteriormente as sementes foram depositadas sobre a camada de solo acima do adubo (cerca de três centímetros de profundidade), e por fim os sulcos foram cobertos com uma camada de solo (Figura 2).

Figura 2 - Formação dos pastos dos híbridos de sorgo para pastejo BR e CM



Abertura dos sulcos (A), adubo depositado no fundo do sulco (B), sementes depositadas sobre a camada de solo acima do adubo no sulco (C), cobertura das sementes presentes no sulco (D).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a adubação de fundação utilizaram-se doses equivalentes a 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 (superfosfato simples), 60 kg ha^{-1} de K_2O (cloreto de potássio); $42,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N (ureia), e 40 kg ha^{-1} de complexo sortido de micronutrientes (FTE BR 12) (CFSEMG, 1999). Realizou-se adubação de manutenção do pasto com doses de nitrogênio (na forma de ureia) e de K_2O (na forma de cloreto de potássio), equivalentes a 300 e $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente. Essa adubação nitrogenada foi parcelada ao longo de todos os ciclos, e dentro de cada ciclo em duas aplicações iguais, sendo a primeira realizada após a saída dos animais e a segunda na metade do período de descanso. A adubação potássica foi parcelada ao longo de todos os ciclos com uma única aplicação por ciclo, realizada juntamente com a primeira parcela do nitrogênio após a saída dos animais das unidades experimentais.

O crescimento inicial dos híbridos de sorgo para pastejo foi acompanhado a fim de garantir o estabelecimento adequado. Após o estande apresentar-se uniforme (34 dias após o plantio), realizou-se corte de uniformização a 15 cm de altura ao nível do solo (Figura 4). A altura do corte de uniformização foi adotada com base na altura do meristema apical, a fim de causar a decapitação dos meristemas apicais e estimular o perfilhamento (COUTINHO, 2018). Os pastos foram roçados com auxílio de roçadeira lateral e o excesso de biomassa

cortada foi retirado de dentro das unidades experimentais (Figura 3).

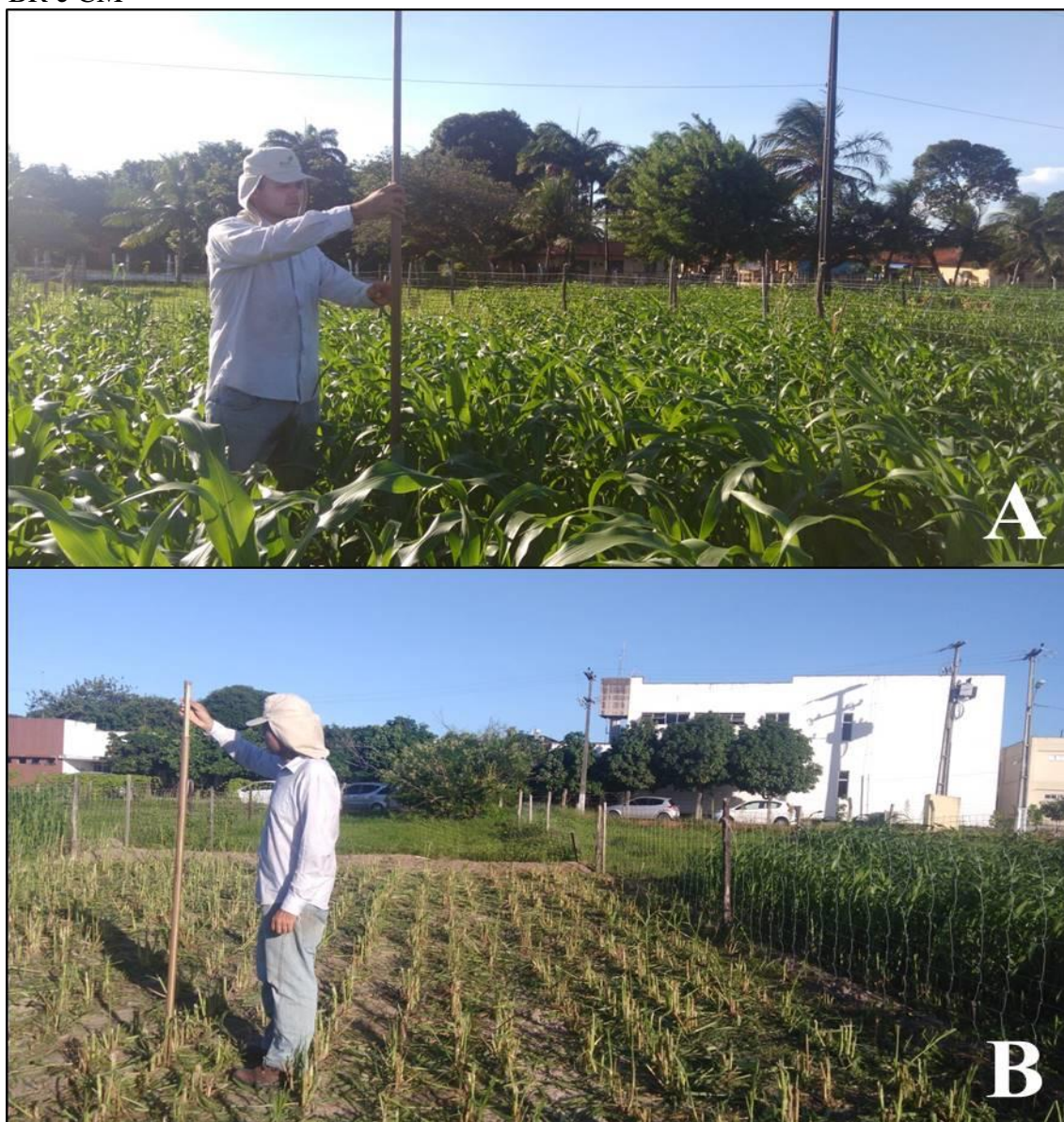
Figura 3 – Roço de uniformização dos pastos dos híbridos de sorgo para pastejo BR e CM



Roço de uniformização dos pastos (A), retirada do excesso de biomassa roçada (B).
Fonte: Elaborado pelo autor.

A altura do dossel foi mensurada com auxílio de um bastão graduado retrátil (adaptado da 'sward stick'; BARTHAM, 1985). Foram realizadas 40 leituras (altura do dossel) por unidade experimental, tomadas respeitando um caminhamento em formato de zigue-zague, nas condições pré e pós-pastejo. A altura do dossel foi medida considerando a distância entre a superfície do solo e a curvatura da lâmina foliar mais alta tocada pelo indicador metálico do bastão graduado, no momento da amostragem (Figura 4).

Figura 4 – Mensuração da altura do dossel dos pastos dos híbridos de sorgo para pastejo BR e CM

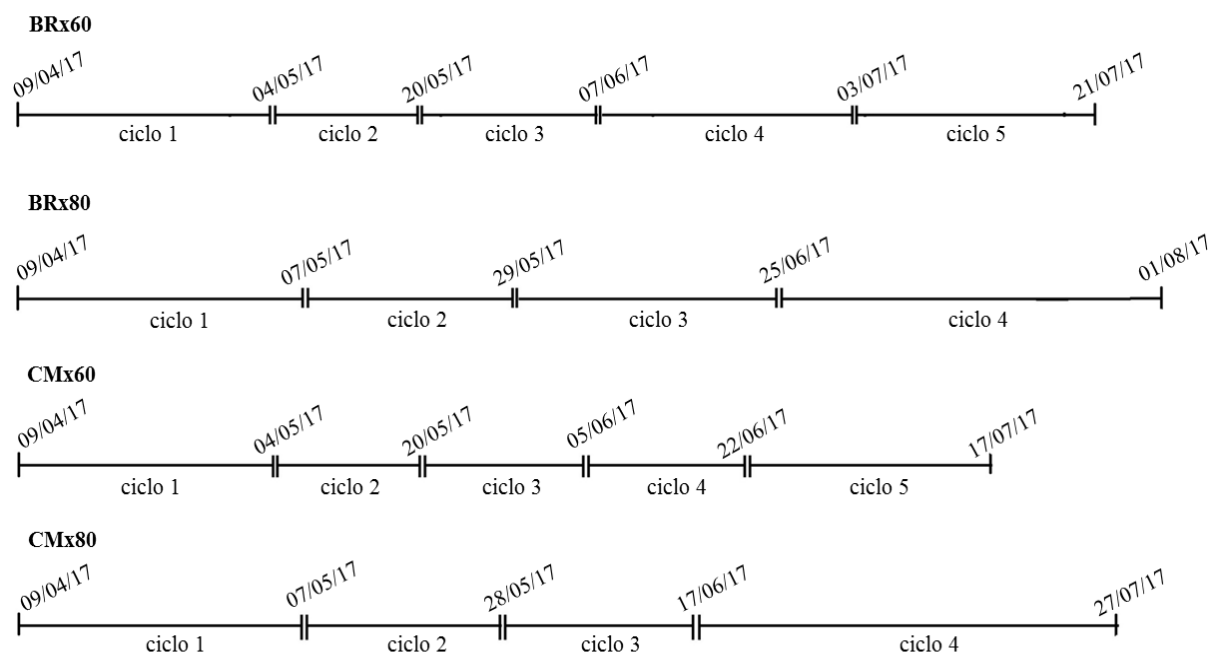


Mensuração da altura do dossel na condição pré-pastejo (A), mensuração da altura do dossel na condição pós-pastejo (B).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os quatro tratamentos foram identificados como BRx60, BRx80, CMx60 e CMx80. Os pastos dos híbridos estudados foram semeados em quatro de março de 2017, o período experimental perdurou de março a julho de 2017. Em função do experimento ter sido conduzido sob regime de sequeiro e por um dos fatores estudados (frequência de pastejo) ter relação direta com a idade cronológica do dossel, observou-se número de ciclos distintos conforme a frequência de pastejo. O início e o final de cada ciclo de pastejo para cada tratamento encontram-se representados na Figura 5.

Figura 5 – Datas de início e final dos ciclos de pastejo ao longo do período experimental



Fonte: Elaborado pelo autor.

O tratamento BRx60 apresentou cinco ciclos de pastejo (média de 20 dias de período de descanso); o tratamento BRx80 apresentou quatro ciclos de pastejo (média de 27 dias de período de descanso); o tratamento CMx60 apresentou cinco ciclos de pastejo (média de 18 dias de período de descanso) e o tratamento CMx80 quatro ciclos de pastejo (média de 26 dias de período de descanso).

3.4 Manejo do pastejo

Para desfolhação dos pastos utilizaram-se 56 ovinos da raça Morada Nova (idade de $63,00 \pm 15,00$ meses e peso corporal de $33,58 \pm 7,19$ kg, no início do experimento), adotando-se a técnica ‘mob-stocking’ (GILDERSLEEVE et al., 1987). No momento que, na média das repetições de cada tratamento, os pastos atingiram as alturas pré-pastejo preconizadas (60 ou 80 cm) um grupo de 14 ovinos foi alocado em cada unidade experimental, até que o pasto atingisse a altura pós-pastejo preconizada (média de 25 cm de altura), o que levou um tempo de aproximadamente 378 ± 192 minutos. A altura residual (25 cm) adotada levou em consideração o índice de área foliar residual, quantificado em pré-ensaio. Constatou-se que a altura residual de 25 cm correspondeu a um índice de área foliar residual de 0,3.

3.5 Avaliação das trocas gasosas e do índice relativo de clorofila

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas no horário compreendido entre 9:00 e 11:00 horas da manhã, com auxílio do analisador de CO₂ por radiação infravermelha (Infrared Gas Analyser – IRGA, modelo LCpro-SD). A fim de minimizar possíveis oscilações na intensidade da radiação solar, nas leituras entre tratamentos, utilizou-se no IRGA fonte artificial de radiação fotossinteticamente ativa acoplada na pinça do equipamento, adotando-se intensidade de 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Quando os pastos atingiram a condição pré-pastejo, na média das repetições de cada tratamento, realizaram-se leituras na porção mediana do limbo da lâmina foliar recém-expandida de dois perfilhos representativos da condição do pasto (Figura 6A e 6B). Na sequência, na mesma lâmina foliar utilizada para mensuração das trocas gasosas, realizaram-se seis leituras (três em cada lado do limbo foliar, Figura 6D) com clorofilômetro portátil (Chlorophyll Meter SPAD-502) (Figura 6C). Para as análises estatísticas utilizou-se a média dos seis valores.

Figura 6 - Avaliação das trocas gasosas e do índice relativo de clorofila nos híbridos de sorgo BR e CM



Medição das trocas gasosas em pastos de híbrido de sorgo manejados na frequência de pastejo de 60 cm de altura (A), medição das trocas gasosas em pastos de híbrido de sorgo manejados na frequência de pastejo de 80 cm de altura (B), medição do índice relativo de clorofila com clorofilômetro portátil (C), locais das leituras do clorofilômetro (D).

Fonte: Elaborado pelo autor.

As variáveis estudadas consistiram na taxa de fotossíntese foliar (A; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura foliar (Tleaf; °C), taxa de transpiração foliar (E; $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs; $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de dióxido de carbono (Ci; ppm), relação fotossíntese/condutância estomática [$A/\text{gs}, (\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e relação

fotossíntese transpiração foliar [A/E, ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)⁻¹] e índice relativo de clorofila (IRC; unidades SPAD).

3.6 Avaliação dos índices de crescimento do pasto

A análise de crescimento dos híbridos de sorgo para pastejo foi realizada a partir do ensaio de fluxo de biomassa realizado durante o período de rebrotação dos pastos (LOPES et al., 2011). A marcação dos perfilhos, após a retirada dos animais das unidades experimentais, foi realizada quando se observou o início da rebrotação, a fim de identificar e acompanhar o fluxo de biomassa de perfilhos representativos da condição do pasto. Os perfilhos foram identificados com fitas coloridas presas ao colmo destes por um fio telefônico. Com o auxílio de uma régua quantificaram-se as porções verdes e senescentes de todas as lâminas foliares e a distância entre a base do colmo e a lígula da última lâmina foliar exposta. A partir dessas medidas e do período de avaliação obtiveram-se as taxas de alongamento foliar, de senescência foliar e de alongamento de colmo.

Para conversão do crescimento linear em crescimento ponderal foram colhidos, em cada unidade experimental, dez perfilhos representativos da condição do pasto. Estes foram fracionados em lâmina foliar verde, lâmina foliar senescente e colmo. Posteriormente cada componente teve seu comprimento quantificado e em seguida foram levados para estufa de ventilação forçada a 55 °C, obtendo-se a biomassa pré-seca.

A biomassa pré-seca de cada componente foi dividida pelo seu comprimento total, obtendo-se o índice gravimétrico. A densidade populacional de perfilhos foi quantificada com auxílio de uma moldura retangular de canos plásticos (policloreto de vinila) com dimensões de 0,71 x 0,41 m. A partir do produto: índice gravimétrico x taxa de alongamento (folha e colmo) x densidade populacional de perfilhos, estimou-se a biomassa de forragem produzida, estratificada ao longo da rebrotação dos pastos. O índice de área foliar (IAF) foi obtido por meio do analisador PAR-LAI em agricultura modelo AccuPAR LP-80 (Decagon Devices® Inc., Pullman, Washington-USA) (Figura 7).

Para obtenção do IAF tomaram-se medidas com o equipamento posicionado sobre a superfície do dossel e na camada inferior do dossel, acima da camada de biomassa morta do pasto, com sua haste (componente portador dos sensores de medição da radiação fotossinteticamente ativa) paralela às linhas de cultivo (Figuras 7A e 7B), e posteriormente com a haste do equipamento perpendicular as linhas de cultivo (Figuras 7C e 7D). Para os cálculos do IAF do dossel utilizou-se a média das leituras.

Figura 7 – Mensuração do índice de área foliar com analisador PAR-LAI nos pastos dos híbridos de sorgo BR e CM



Leitura superior no sentido paralelo à linha de plantas (A), leitura inferior no sentido paralelo à linha de plantas (B), leitura superior no sentido perpendicular à linha de plantas (C), leitura inferior no sentido perpendicular à linha de plantas (D).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir das biomassas de forragem obtidas via fluxo de biomassa e do índice de área foliar estimaram-se as variáveis: razão de peso foliar (RPF; g g^{-1}), razão de área foliar (RAF; $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$), taxa de assimilação líquida (TAL; $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) e taxa de crescimento relativo (TCR; $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) conforme Benincasa (2003) e Lopes et al. (2011b).

3.7 Avaliação da composição morfológica do pasto

A composição morfológica dos pastos (condição pré-pastejo) foi avaliada por meio da distribuição vertical dos componentes morfológicos no dossel dos híbridos de sorgo para pastejo, utilizando o equipamento ponto quadrado inclinado. O equipamento consiste numa armação metálica com três pontos de sustentação acoplados a uma barra horizontal, na

qual há uma haste graduada que será posicionada transversalmente formando um ângulo de $32,5^\circ$ entre o plano de penetração no interior do dossel e o nível do solo (Figura 8) (WARREN-WILSON, 1960).

Figura 8 – Avaliação dos componentes morfológicos dos pastos dos híbridos de sorgo BR e CM



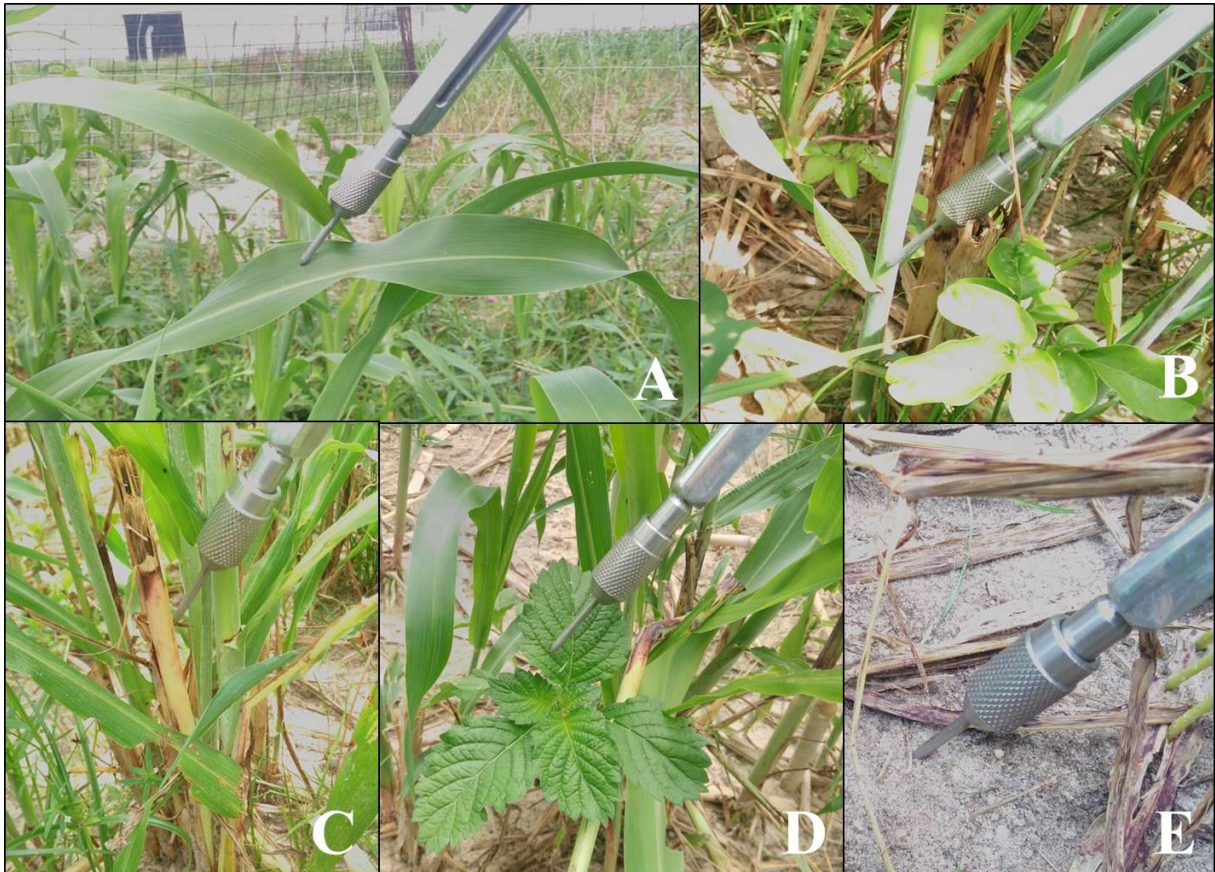
Avaliação da composição morfológica de pasto manejado na frequência de pastejo de 60 cm de altura pré-pastejo (A), avaliação da composição morfológica de pasto manejado na frequência de pastejo de 80 cm de altura pré-pastejo (B).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os componentes morfológicos foram classificados em: folha (lâminas foliares), colmo (colmos + bainhas), material morto e plantas invasoras (qualquer planta distinta dos híbridos de sorgo estudados), conforme a Figura 9. O ponto quadrado inclinado foi posicionado em locais representativos das unidades experimentais (conforme observação visual da altura e da densidade de biomassa do pasto). Posteriormente, a haste graduada foi introduzida no interior do pasto até que o indicador presente em sua extremidade tocasse em

algum componente morfológico do dossel. Quando ocorreu o toque, foi registrado o tipo de estrutura e o respectivo valor presente na haste graduada, procedimento que foi repetido até que a haste tocasse o solo (o solo foi registrado conforme os demais componentes).

Figura 9 – Componentes morfológicos dos pastos dos híbridos de sorgo para pastejo BR e CM



Toque no componente folha (A), toque no componente colmo (B), toque no componente material morto (C), toque em planta invasora (D), toque no solo (E).

Fonte: Elaborado pelo autor.

O solo foi considerado o ponto de referência para realização do cálculo da altura efetiva. Após a haste tocar o solo o ponto inclinado foi alocado em outra estação do mesmo piquete, procedimento que foi repetido consecutivamente até a realização de um número mínimo de 100 toques em cada unidade experimental. Os dados foram agrupados e apresentados em porcentagem dos respectivos componentes morfológicos estratificados a cada dez centímetros.

3.8 Análises estatísticas

Os dados de trocas gasosas foram submetidos à análise de variância no fatorial completo, onde as interações foram desdobradas quando significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer, também ao nível de 5% de probabilidade. Como ferramenta auxiliar nas análises estatísticas foi adotado o procedimento GLM. Utilizou-se o programa computacional SAS 9.4 (SAS INSTITUTE, 2013).

Os dados de análise de crescimento foram submetidos à análise de variância no fatorial completo e as interações foram desdobradas para permitir análise de regressão das variáveis de crescimento ao longo do tempo de rebrotação em cada tratamento (combinação de um híbrido com um período de descanso). A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student, ao nível de 5% de probabilidade e no coeficiente de determinação.

Os dados de composição morfológica foram apresentados de forma descritiva por meio de histogramas elaborados com o auxílio do programa computacional EXCEL (versão 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das metas de manejo, altura pré-pastejo (60 e 80 cm) e altura pós-pastejo (25 cm), encontram-se na Tabela 2. A altura pré-pastejo foi significativa ($P < 0,05$) para os fatores híbrido e frequência de pastejo, ao passo que a altura pós-pastejo foi significativa apenas para o fator frequência de pastejo. Constatou-se maior altura pós-pastejo para os pastos manejados com maior frequência de pastejo (60 cm de altura).

A frequência de pastejo (altura pré-pastejo: 60 e 80 cm) e a intensidade de pastejo (altura pós-pastejo: 25 cm) foram preconizadas para todo o período experimental. Ressalta-se que a diferença ($P < 0,05$) observada deveu-se ao baixo coeficiente de variação do conjunto de dados (Tabela 2), que possibilitou a diferença significativa, todavia ressalta-se que do ponto de vista prático, tais valores podem ser considerados semelhantes e não descaracterizam as metas de manejo preconizadas.

Tabela 2 – Valores médios das metas de manejo pós-pastejo (25 cm de altura) e pré-pastejo (60 e 80 cm de altura) em dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados sob duas frequências de pastejo

Híbrido	Frequência de pastejo (altura, cm)		Média	CV (%)
	60	80		
Altura pré-pastejo				
BR	62,58	78,16	70,37B	1, 23
CM	64,17	79,49	71,83A	
Média	63,38b	78,83a		
Altura pós-pastejo				
BR	24,29	24,12	24,21	1,53
CM	24,76	23,82	24,29	
Média	24,53a	23,97b		

Híbrido BR007A x TX2785 (BR); híbrido CMSXS157A x TX2785 (CM); médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha dentro de cada variável, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Observou-se variação para o número de ciclos de pastejo ao longo do período experimental (Tabela 3). Os pastos manejados com maior frequência de pastejo (60 cm de altura) apresentaram em média cinco ciclos, ao passo que os pastos manejados com menor frequência de pastejo (80 cm de altura) apresentaram quatro ciclos.

Considerando os três primeiros ciclos de avaliação, observou-se maior período de descanso no primeiro ciclo. A reposta em apreço deve-se ao roço de uniformização realizado a 15 cm acima da superfície do solo, que foi inferior à altura residual adotada nos demais ciclos de avaliação (25 cm). A menor altura adotada no primeiro ciclo resultou em menor área

foliar residual nos perfilhos, o que provavelmente acarretou maior mobilização de reservas orgânicas, resultando em maior tempo para rebrotação. Os menores valores observados a partir do quarto ciclo de rebrotação devem-se à restrição hídrica sofrida pelos pastos devido à redução da precipitação pluvial (Figura 1). A partir do quarto ciclo de rebrotação todos os tratamentos passaram por, em média, quatro dias sem a ocorrência de precipitações pluviais imediatamente após o pastejo.

Tabela 3 – Período de descanso para cada ciclo de pastejo nos pastos de dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados sob duas frequências de pastejo

Tratamento	Ciclo					Média
	1	2	3	4	5	
	Período de descanso (dias)					
BRx60	24a	14d	16c	24a	23b	20
BRx80	27b	20d	25c	36a	-	27
CMx60	25a	14d	14cd	15c	23b	18
CMx80	27b	19c	19c	39a	-	26

Médias seguidas de letras distintas na linha, dentro de cada variável, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

No presente estudo não foram constatados sinais de intoxicação dos ovinos ao pastejarem os híbridos de sorgo estudados. As alturas pré-pastejo adotadas possibilitaram que os genótipos se desenvolvessem até idade onde as concentrações de glicosídeos cianogênicos não apresentassem riscos aos ovinos. Ressalta-se que, durante os períodos de descanso dos pastos os ovinos foram alimentados com outra forrageira em virtude do método de pastejo adotado ('mob-stocking') concomitante à falta de área de reserva (cultivada com os híbridos de sorgo).

Embora os ovinos do presente estudo não tenham consumido exclusivamente os híbridos de sorgo durante o período experimental, destaca-se que os períodos de pastejo apresentaram em média seis horas, tempo suficiente para causar o aparecimento de sintomas de intoxicação ou óbito dos animais, conforme documentado por Nóbrega Jr. et al. (2006) e Juffo et al. (2012).

4.1 Trocas gasosas e índice relativo de clorofila

Constatou-se interação ($P < 0,05$) entre os fatores híbrido e frequência de pastejo para o índice relativo de clorofila (IRC) (Tabela 4). O IRC diferiu entre híbridos, apenas para a menor frequência de pastejo (80 cm de altura pré-pastejo), onde se constatou maior IRC

para o híbrido CM (44,40 unidades SPAD), indicando que, para este manejo o híbrido CM se sobressai pela maior quantidade de pigmentos fotossintetizantes.

Tabela 4 – Índice relativo de clorofila e características fotossintéticas de dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados sob duas frequências de pastejo

Híbrido	Frequência de pastejo (altura, cm)		Média	CV (%)
	60	80		
Índice relativo de clorofila (IRC; unidades SPAD)				
BR	42,85Aa	41,05Bb	41,95	2,90
CM	43,97Aa	44,40Aa	44,19	
Média	43,41	42,73		
Taxa de fotossíntese foliar (A, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)				
BR	33,41Aa	29,03Bb	31,23	4,03
CM	31,12Aa	33,37Aa	32,24	
Média	32,27	31,20		
Temperatura foliar (Tleaf, °C)				
BR	34,02	33,76	34,02	3,67
CM	34,49	34,78	34,49	
Média	34,27	34,27		
Taxa de transpiração foliar (E, $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)				
BR	4,29	4,17	4,55	12,78
CM	4,97	5,56	5,27	
Média	4,94	4,87		
Condutância estomática (gs, $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)				
BR	1,72	1,27	1,50	48,05
CM	1,86	1,90	1,89	
Média	1,79	1,59		
Concentração interna de CO ₂ (Ci, ppm)				
BR	214,10	215,15	214,62	10,14
CM	205,70	208,09	206,89	
Média	209,90	211,62		
Razão fotossíntese/condutância estomática [A/gs, ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ⁻¹]				
BR	19,42	22,86	21,14	20,85
CM	16,73	17,56	17,15	
Média	18,08	20,21		
Razão fotossíntese/transpiração foliar [A/E, ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ⁻¹]				
BR	7,79	6,96	7,38	10,10
CM	6,26	6,00	6,13	
Média	7,03	6,48		

Coeficiente de variação (CV); médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, dentro de cada variável, diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

A taxa de fotossíntese foliar (A) revelou interação ($P < 0,05$) para os fatores estudados (Tabela 4). O híbrido BR apresentou maior valor ($33,41 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) quando manejado sob a maior frequência de pastejo. Tal resposta deve-se provavelmente à maior renovação de lâminas foliares e ao menor sombreamento mútuo entre estas, caracterizando

pastos jovens e de maior eficiência fotossintética (ALEXANDRINO et al., 2011; SANTOS et al., 2011). Para o manejo com a menor frequência de pastejo constatou-se maior valor de A para o híbrido CM, indicando a superioridade desse genótipo no tocante a sua taxa fotossintética (Tabela 4).

A diferença ($P < 0,05$) entre híbridos para o manejo com menor frequência de pastejo (80 cm) é de caráter intrínseco à planta forrageira, sendo assim a superioridade do híbrido CM para as variáveis A e IRC indica eficiência deste, no tocante à utilização dos fatores abióticos para produção de pigmentos fotossintetizantes e conseqüentemente na assimilação de carbono (Tabela 4).

Não se constatou interação ($P > 0,05$) entre os fatores híbrido e frequência de pastejo para as variáveis temperatura foliar (Tleaf), taxa de transpiração foliar (E), condutância estomática (gs), concentração interna de dióxido de carbono (Ci), relação fotossíntese/condutância estomática (A/gs) e relação fotossíntese/transpiração (A/E) (Tabela 4). A não significância dessas para o fator frequência de pastejo provavelmente deveu-se à proximidade das alturas pré-pastejo estudadas (60 e 80 cm). Ressalta-se que estas foram adotadas com o propósito de compatibilizar o porte e o hábito de pastejo dos ovinos com a altura e produção de biomassa do dossel forrageiro.

A não significância ($P > 0,05$) da Tleaf, E, gs, Ci, relações A/gs e A/E entre híbridos pode ser justificada pela proximidade genética desses materiais, haja vista que ambos possuem um progenitor em comum (TX2785). Destaca-se que independentemente do manejo adotado os genótipos ajustaram seu comportamento fisiológico, indicando que ambos consistem em recursos forrageiros promissores para o pastejo (Tabela 4).

4.2 Índices de crescimento

O índice de área foliar (IAF) apresentou comportamento linear positivo em função das idades de rebrotação (Tabela 6), indicando que as frequências de desfolhação adotadas (60 e 80 cm) mantiveram as plantas em fase de crescimento vegetativo pleno (NEUMANN et al., 2010; RAMAZANZADEH & ASGHARIPOUR, 2011; SITOMPUL, 2018).

Quantificaram-se incrementos diários em área foliar de 0,1603 e 0,0740 unidades dia^{-1} para os híbridos BR e CM, respectivamente, manejados com maior frequência de pastejo (60 cm) e 0,0666 e 0,0556 unidades dia^{-1} para os híbridos BR e CM, respectivamente nos pastos manejados com menor frequência de pastejo (80 cm). A maior frequência de pastejo adotada resultou em menor altura do pseudocolmo (COUTINHO, 2018), possibilitando

maiores taxas de alongamento e aparecimento foliar, resultando em maior incremento diário em área foliar.

O híbrido BR manejado na maior frequência de pastejo (60 cm) destacou-se por apresentar maior incremento diário em área foliar (0,1603 unidades dia⁻¹), sinalizando rápida recuperação da área foliar fotossintetizante, potencializando o vigor de rebrotação e a precocidade do dossel.

Tabela 5 – Índices de crescimento em dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados sob duas frequências de pastejo

Variável	Tratamento	Modelo (Efeito da idade de rebrotação)	R ²
Índice de área foliar (IAF)	BRx60	IAF = -0,3970 + 0,1603***ID	0,90
	BRx80	IAF = 0,6794 + 0,0666*ID	0,87
	CMx60	IAF = 0,4403 + 0,0740*ID	0,81
	CMx80	IAF = 0,4154 + 0,0556***ID	0,81
Razão de peso foliar (RPF, g g ⁻¹)	BRx60	RPF = 1,1423 - 0,0483***ID	0,92
	BRx80	RPF = 1,3114 - 0,0495***ID	0,93
	CMx60	RPF = 1,0425 - 0,0249*ID	0,94
	CMx80	RPF = 0,8920 - 0,0222**ID	0,71
Razão de área foliar (RAF, m ² g ⁻¹)	BRx60	RAF = 0,1555 - 0,0229*ID + 0,0010**ID ²	0,95
	BRx80	RAF = -0,0404 + 0,0119*ID - 0,0003*ID ²	0,94
	CMx60	RAF = 0,0407 ± 0,01	-
	CMx80	RAF = 0,0248 ± 0,09	-
Taxa de assimilação líquida (TAL, g m ⁻² dia ⁻¹)	BRx60	TAL = 14,292 - 0,5331*ID	0,62
	BRx80	TAL = 17,2718 - 0,6824**ID	0,68
	CMx60	TAL = 8,1638 - 0,4040*ID	0,97
	CMx80	TAL = 18,5265 - 0,7084***ID	0,94
Taxa de crescimento relativo (TCR, g g ⁻¹ dia ⁻¹)	BRx60	TCR = 0,4154 - 0,0556***ID	0,85
	BRx80	TCR = 0,3797 - 0,0152***ID	0,57
	CMx60	TCR = 0,5401 - 0,0288***ID	0,91
	CMx80	TCR = 0,3328 - 0,1322***ID	0,75

Híbrido BR manejado sob frequência de pastejo de 60 cm de altura (BRx60), híbrido BR manejado sob frequência de pastejo de 80 cm de altura (BRx80), híbrido CM manejado sob frequência de pastejo de 60 cm de altura (CMx60), híbrido CM manejado sob frequência de pastejo de 80 cm de altura (CMx80), idade (ID); significativos ao nível de 0,1% (***), 1% (**) e 5% (*); coeficiente de determinação (R²).

A razão de peso foliar (RPF) expressa a partição de fotoassimilados para o incremento de biomassa de lâmina foliar em relação ao incremento de biomassa da planta inteira. A RPF reduziu linearmente em função do tempo de rebrotação para todos os híbridos e manejos estudados (Tabela 6). Analisando o coeficiente linear das equações propostas, percebe-se que a RPF teve sua magnitude pouco afetada pela frequência de pastejo apresentando reduções diárias estimadas em 0,0483 e 0,0495 g g⁻¹ dia⁻¹ (híbrido BR) e 0,0249

e $0,0222 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (híbrido CM) para a frequência de pastejo de 60 e 80 cm de altura, respectivamente.

Levando-se em consideração o fator híbrido, constatou-se redução menos pronunciada na RPF do híbrido CM, revelando a superioridade desse genótipo no tocante à qualidade da biomassa produzida. A resposta em apreço revela que o híbrido CM conseguiu direcionar fotoassimilados para o incremento de biomassa de lâmina foliar por um período de tempo superior ao do híbrido BR.

A razão de área foliar (RAF) revelou comportamento quadrático para o híbrido BR independentemente da frequência de pastejo adotada, ao passo que não se obteve ajuste ($P > 0,05$) para RAF no híbrido CM (Tabela 6).

O híbrido BR manejado na maior frequência de pastejo (60 cm) teve sua RAF minimizada aos 11,45 dias de idade, aumentando posteriormente até o final do período de descanso (17 dias), indicando o aumento em área foliar útil para o incremento de biomassa. Destaca-se a correlação significativa ($r = 0,40$; $P < 0,001$) entre RAF e RPF, indicando que o aumento de biomassa deu-se em biomassa de lâmina foliar verde, componente de maior valor nutricional para os ruminantes em pastejo.

Quando manejado na menor frequência de pastejo (80 cm) o híbrido BR teve sua RAF maximizada aos 19,83 dias. Assim constata-se que para o referido manejo o momento de interrupção do crescimento do dossel deve ser em torno de 19 dias de rebrotação. A partir desta há redução da área foliar útil para interceptação de radiação fotossinteticamente ativa, reduzindo a eficiência de crescimento do dossel (LOPES et al., 2013; CUTRIM JUNIOR et al., 2014). Não foi possível obter ajuste para a RAF do híbrido CM, perfazendo médias de $0,0407 \pm 0,01$ e $0,0248 \pm 0,09$ para as frequências de 60 e 80 cm, respectivamente.

A taxa de assimilação líquida (TAL) reduziu linearmente em função das idades de rebrotação para os dois híbridos estudados, independentemente da frequência de pastejo adotada (Tabela 6). Constatou-se redução menos pronunciada na TAL para os híbridos manejados com maior frequência de pastejo (60 cm). A resposta em apreço resultou provavelmente do menor sombreamento mútuo das lâminas foliares durante o período de rebrotação, devido à menor altura dos pastos e ao menor número folhas produzidas (PARSONS et al., 1983; COSTA et al., 2012). Para o manejo com maior frequência de pastejo, destaca-se a redução menos pronunciada na TAL do híbrido CM, indicando o maior potencial produtivo desse genótipo.

Para o manejo com a menor frequência de pastejo (80 cm), observou-se redução mais acentuada na TAL. O maior número de folhas produzidas (4,20) e a maior altura do

dossel observados nesses pastos provavelmente acarretaram em maior sombreamento mútuo das lâminas foliares, culminando na redução mais pronunciada na TAL. Essa hipótese é ratificada pela maior taxa de senescência foliar observada nesses pastos, em resposta ao sombreamento mútuo.

A taxa de crescimento relativo (TCR) apresentou comportamento linear negativo em função da idade de rebrotação para os dois híbridos avaliados, independente da frequência de pastejo estudada (Tabela 6). A TCR expressa o incremento de biomassa por unidade de biomassa pré-existente. À medida que a cultura expressa seu potencial genético, há uma redução na TCR em função da idade cronológica da planta forrageira, todavia destaca-se que características extrínsecas como o manejo podem afetar a magnitude da resposta.

Analisando o efeito da frequência de pastejo sobre a TCR do híbrido BR, constatou-se que a maior frequência de pastejo acarretou em redução mais pronunciada na TCR ($0,0556 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) quando comparado à menor frequência de pastejo ($0,0152 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) (Tabela 6). É oportuno destacar que, a combinação BRx60 apresentou maior eficiência fotossintética (redução menos pronunciada na TAL), todavia não apresentou maior eficiência de crescimento, possivelmente decorrente de perdas respiratórias ou à alocação de carbono em órgão vegetais desconsiderados no cálculo da TCR, como a biomassa radicular.

Para o híbrido CM, observou-se redução menos pronunciada ($0,0288 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) na TCR quando manejado com maior frequência de pastejo, ao passo que, para o manejo com menor frequência de pastejo estimou-se redução diária de $0,1322 \text{ g g}^{-1}$.

Sendo a TAL o componente fisiológico da TCR, pode-se inferir que a redução na frequência de pastejo acarretou na redução da eficiência fotossintética dos pastos, independentemente do híbrido avaliado, hipótese corroborada pela alta correlação significativa entre TCR e TAL ($r = 0,90$; $P < 0,0001$). Sendo assim a frequência de pastejo pautada na altura pré-pastejo de 60 cm revelou maior potencial fotossintético, além de apresentar menor altura e conseqüentemente maior acessibilidade dos animais à forragem produzida. Analisando o coeficiente linear das equações da TCR dos híbridos BR e CM (para manejo de 60 cm) constata-se maior eficiência de crescimento para o híbrido CM, haja vista que o mesmo apresentou redução menos pronunciada na sua TCR.

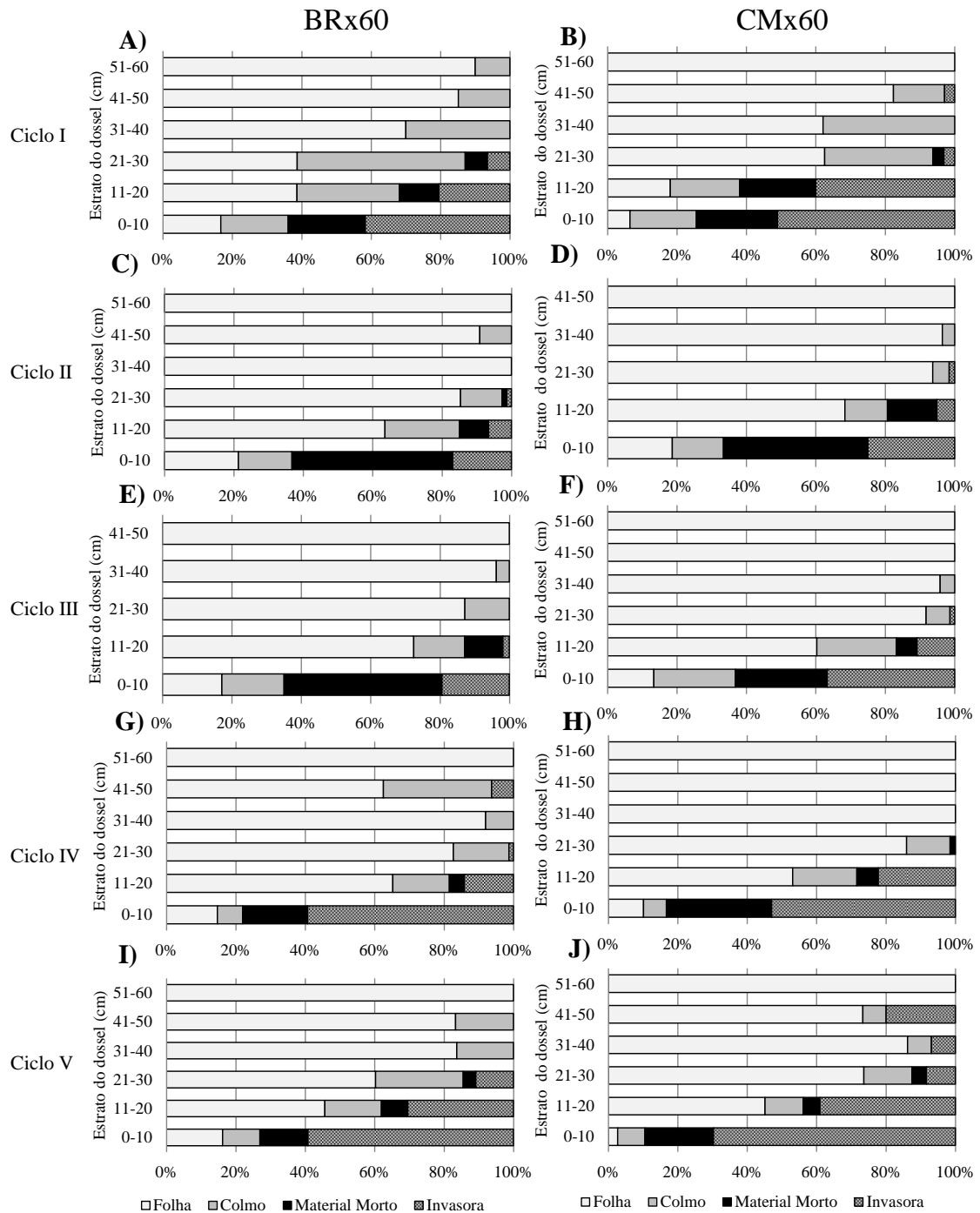
4.3 Composição morfológica do pasto

Não foi possível amostrar a camada superior do pasto para algumas das combinações estudadas (Figuras 10 e 11). Para a maior frequência de pastejo (60 cm de altura

pré-pastejo) não foi possível quantificar a composição morfológica nos intervalos superiores a 50 cm para o tratamento BRx60 (no terceiro ciclo de pastejo, Figura 10E) e na combinação CMx60 (no segundo ciclo de pastejo, Figura 10D). Para a menor frequência de pastejo (80 cm de altura pré-pastejo), observou-se que, a partir do segundo ciclo de pastejo, não foi possível quantificar a composição morfológica nos intervalos compreendidos entre 60 e 80 cm de altura (Figuras 11C a 11H). É provável que a baixa densidade do dossel tenha colaborado para a resposta obtida.

Após posicionar o ponto quadrado inclinado na estação do pasto, eventualmente, a haste do equipamento adentrava no dossel sem tocar o topo deste, não registrando as lâminas foliares do estrato superior do perfil dos pastos. Observou-se no momento das avaliações, que a camada superior do dossel forrageiro dos híbridos de sorgo para pastejo apresentou bastante susceptibilidade ao vento incidente, que modificava a estrutura do estrato superior constantemente no momento das avaliações. Assim, para avaliação de dosséis com baixa densidade de plantas deve-se tomar cuidado no momento da avaliação, para que os componentes morfológicos das camadas superiores dos pastos sejam amostrados.

Figura 10 – Estrutura vertical pré-pastejo do dossel em dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados com altura pré-pastejo de 60 cm (frequência de pastejo)



Os ovinos apresentam hábito de pastejo com predileção para consumo da forragem presente mais próxima ao nível do solo, sendo assim, devem-se utilizar plantas forrageiras de porte baixo e para plantas forrageiras de porte maior, como os híbridos de sorgo para pastejo estudados, devem-se adotar genótipos e estratégias de manejo que possibilitem a

manutenção da produção de biomassa de lâmina foliar nas camadas inferiores do pasto (SANTOS, 2013).

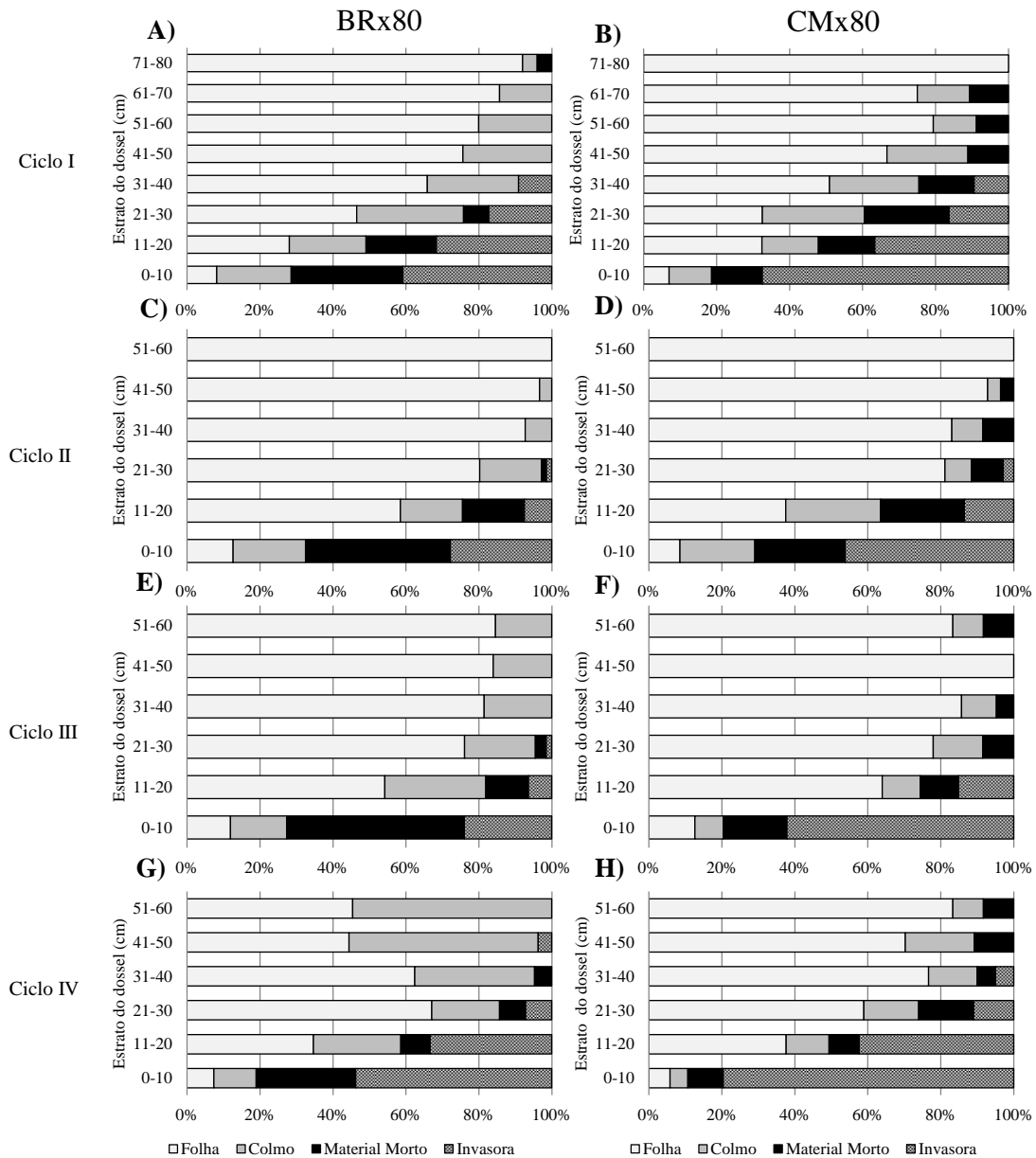
Analisando a distribuição vertical dos componentes estruturais dos híbridos BR e CM manejados na maior frequência de pastejo observou-se que, a partir do segundo ciclo de pastejo, o estrato do dossel superior a 31 cm nos pastos do híbrido CM apresentou maior percentual de lâminas foliares (Figura 10). Segundo Coutinho (2018) a combinação CMx60 proporcionou o maior horizonte de pastejo (34,23 cm). Como a altura do dossel (60 cm) consistiu em meta de manejo, o maior horizonte de pastejo da combinação CMx60 proporcionou maior disponibilidade de forragem próximo aos nível do solo, indo ao encontro do hábito de pastejo dos ovinos.

No presente estudo o híbrido CM, manejado com 60 cm de altura, revelou maior percentual de lâminas foliares no estrato do dossel que compreende o horizonte de pastejo, indicando que provavelmente há maior densidade de lâminas foliares nesse intervalo. Característica apreciável, pois possibilita aos animais em pastejo apreender maior quantidade de forragem por bocado realizado, impactando diretamente no consumo de forragem pelos ruminantes e no desempenho destes (STOBBS, 1973; EUCLIDES et al., 1999; SOLLENBERGER & BURNS, 2001).

Considerando o efeito do ciclo de pastejo sobre os híbridos BR e CM manejados na maior frequência de pastejo, observou-se redução no percentual de material morto a partir do segundo ciclo de pastejo (Figura 10), provavelmente devido à redução no sombreamento mútuo, possivelmente decorrente da redução na densidade populacional de perfilhos com o transcorrer dos ciclos de pastejo, conforme documentado em Coutinho (2018). Também se constatou aumento no percentual de plantas invasoras ao longo das camadas do dossel e principalmente nas camadas de 0 a 10 cm e de 11 a 20 cm, sinalizando degradação do estande, provavelmente como resposta à redução das precipitações pluviais (Figura 1). No último ciclo de pastejo a combinação CMx60 apresentou maior percentual de plantas invasoras no intervalo de 0 a 10 cm.

Analisando a distribuição vertical dos componentes morfológicos dos híbridos BR e CM manejados na menor frequência de pastejo, constatou-se que o híbrido CM apresentou maiores percentuais de lâmina foliar e menores percentuais de colmo, todavia apresentou maiores percentuais de material morto e maiores percentuais de plantas invasoras ao longo do perfil do dossel (Figura 11).

Figura 11 – Estrutura vertical pré-pastejo do dossel em dois híbridos de sorgo (BR: BR007A x TX2785 e CM: CMSXS157A x TX2785) manejados com altura pré-pastejo de 80 cm (frequência de pastejo)



Analisando o efeito do ciclo de pastejo sobre a composição morfológica dos pastos manejados com menor frequência de pastejo, percebe-se aumento pronunciado no percentual de plantas invasoras, principalmente para o híbrido CM. É oportuno salientar que para a menor frequência de pastejo o híbrido CM também apresentou maior percentual de plantas invasoras, sendo assim constata-se que este genótipo possui menor competitividade interespecífica e que independente da frequência de pastejo adotada teve seu estande degradado com maior intensidade comparativamente ao híbrido BR (Figura 11).

Analisando a composição morfológica entre as frequências de pastejo estudadas, constata-se que, nos pastos manejados com menor frequência de pastejo (80 cm) houve aumento no percentual dos componentes morfológicos colmo e material morto, bem como na ocorrência de plantas invasoras, a partir da camada de 31 cm de altura (Figuras 10 e 11). O aumento no percentual de colmo decorre do maior investimento em componentes de sustentação, a fim de manter a estrutura cespitosa do dossel (PERAZZO et al., 2013). O aumento na porcentagem de material morto ao longo do perfil do pasto deve-se provavelmente ao maior sombreamento mútuo acarretado pelo maior número de lâminas foliares produzidas e maior altura do dossel.

5 CONCLUSÃO

O híbrido BR apresenta maior índice relativo de clorofila e maior taxa fotossintética quando manejado na maior frequência de pastejo.

A combinação BRx60 apresenta maior eficiência fotossintética e a combinação CMx60 apresenta maior eficiência de crescimento.

Quanto aos componentes morfológicos, o manejo com 60 cm de altura pré-pastejo favorece maior proporção de lâminas foliares verdes. O híbrido CM apresenta menor competitividade interespecífica ao longo dos ciclos de pastejo.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, P. B.; PIRES, D. A. A.; FROTA, B. C. B.; RODRIGUES, J. A. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; REIS, S. T. Características agronômicas de genótipos de sorgo mutantes BMR e normais utilizados para corte e pastejo. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.14, n.4, p.257-261, 2015.
- AHMED, S. O.; ABDALLA, A. W. H.; INOUE, T.; PING, A.; BABIKER, E. E. Nutritional quality of grains of sorghum cultivar grown under different levels of micronutrients fertilization. **Food Chemistry**, v.159, p.374-380, 2014.
- ALEXANDRINO, E.; CANDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.59-71, 2011.
- ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S. Análise de crescimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas dos tipos tradicional, intermediário e moderno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.4, p. 397-406, 2012.
- AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e suas relações com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p. 377-384, 2006.
- ARENHARDT, E. G.; SILVA, J. A. G.; GEWEHR, E.; ARENHARDT, L. G.; ARENHARDT, C. L.; NONNENMACHER, G. CG FARRAPO: A sudangrass cultivar with high biomass and grain yields. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.16, n.2, p.158-162, 2016.
- BARBERO, L. M.; PRADO, T. F.; BASSO, K. C.; LIMA, L. A.; MOTTA, K. M.; KRÜGER, B. C.; MARTINS NETO, L. R.; SILVA, G. A. S. Análise de crescimento em plantas forrageiras aplicada ao manejo de pastagens. **Veterinária Notícias**, v.19, n.2, p.71-85, 2013.
- BARTHAM, G. T. Experimental techniques: The HFRO Sward Stick. *In*: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION. **Biennial report**. Midlonthian, 1985. p. 29-30.
- BAUMGARTNER, D. J.; GLENN, E. P.; MOSS, G.; THOMPSON, T. L.; ARTIOLA, J. F. Effect of irrigation water contaminated with uranium mill tailings on sudan grass, *Sorghum vulgare* var. *sudanense*, and Fourwing Saltbush, *Atriplex canescens*. **Arid Soil Research and Rehabilitation**. v.14, p. 43-57, 2000.
- BECK, P. A.; HUTCHINSON, S.; GUNTER, S. A.; LOSI, T. C.; STEWART, C. B.; CAPPS, P. K.; PHILLIPS, J. M. Chemical composition and in situ dry matter and fiber disappearance of sorghum x Sudangrass hybrids. **Journal of Animal Science**, v.85, n.2, p.545-555, 2007.
- BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Absorção de nutrientes e alterações químicas em latossolos cultivados com plantas de cobertura em rotação com soja e milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.38, p.252-261, 2014.

CÂMARA, A. C. L.; SOTO-BLANCO, B. Cyanide poisoning in animals and humans. In: SOTO-BLANCO, B. (Ed.). **Cyanide: occurrence, characteristics and applications**. Hauppauge: Nova Science Publishers, 2013. p. 23-46.

CÂNDIDO, M. J. D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, W. E. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1459-1467, 2005.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. 5 ed. Viçosa: UFV, 1999, 359 p.

CÓSER, A. C.; MARASCHIN, G. E. Desempenho animal em pastagens de milheto comum e sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.18, n.4, p.421-426, 1983.

COSGROVE, G. P. Grazing behaviour and forage intake. In: GOMIDE, J. A. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 59-80.

COSTA, J. P. R.; BRITO, L. F.; VIEIRA, L. D. C.; MEISTER, N. C.; MACEDO, C. H. O.; ALVES, P. L. C. A.; RUGGIERI, A. C. Análise de crescimento de dois cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. (Poaceae). **Biotemas**, v.25, n.1, p.17-22, 2012.

COUTINHO, D. N. **Fluxo de biomassa e estrutura do dossel em híbridos de sorgo manejados sob frequências de pastejo com ovinos**. 2018. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

CUTRIM JUNIOR, J. A. A.; BEZERRA, A. P. A.; FARIAS, S. F.; AQUINO, M. S.; SOMBRA, W. A.; ANDRADE, R. R.; CÂNDIDO, M. J. D. Morfofisiologia do capim-tifton 85 manejado intensivamente sob corte. **Acta Tecnológica**, v.9, p.62-69, 2014.

DAWSON, R. J.; GRAVES, R. R.; VAN HORN, A. G. Sudan grass as hay, silage, and pasture for dairy cattle technical bulletin. **USDA Technical Bulletin**, n.352, 1933.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 353p. 2013.

EUCLIDES, V. P. B.; THIAGO, L. R. L.; MARCELO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1177-1185, 1999.

FERREIRA, D. A.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. Ruminal degradability of brown-midrib sorghum-sudangrass hybrids for cutting and grazing. **Revista Ciência Agrônômica**. v.49, n.1, p.141-149, 2018.

FULKERSON, W. J.; DONAGHY, D. J. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence – key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based

pastures: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, n.2, p.261-275, 2001.

GILDERSLEEVE, R. R.; OCUMPAUGH, W. R.; QUESENBERRY, K. H.; MOORE, J. E. Mobgrazing morphologically different *Aeschynomene* species. **Tropical Grasslands**, v.21, n.3, p.123-132, 1987.

GOBETTI, S. T. C. **Produção de sorgo forrageiro sob corte e pastejo**. 2010. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, 2010.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.795-803, 2003.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; MARTINEZ Y HUAMAN, C. A.; PACIULLO, D. S. C. Fotossíntese, reservas orgânicas e rebrota do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob diferentes intensidades de desfolha do perfilho principal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2165-2175, 2002.

HARMS, C. L.; TUCKER, B. B. Influence of Nitrogen Fertilization and Other Factors on Yield, Prussic Acid, Nitrate, and Total Nitrogen Concentrations of Sudangrass Cultivars. **Agronomy Journal**. vol.65, n.1, p.21-26, 1972.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.

HODGSON, J. Ingestive behavior. In: LEAVER, J. D. (Ed.). **Herbage intake handbook**. Wallingford: British Grassland Society, 1982. p.113-138.

HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.18, n.5, p.715-719, 1978.

INMAN-BAMBER, N. G.; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field & Crops Research**, v.92, n.2-3 p.185-202, 2005.

JUFFO, G. D.; PAVARINI, S. P.; WOUTERS, F.; OLIVEIRA, L. G. S.; ANTONIASSI, N. A. B.; CRUZ, C. E. F.; DRIEMEIER, D. Intoxicação espontânea por *Sorghum sudanense* em bovinos leiteiros no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.3, p.217-220, 2012.

KOLLER, H. R.; SCHOLL, J. M. Effect of row spacing and seeding rate on forage production and chemical composition of two sorghum cultivars harvested at two cutting frequencies. **Agronomy Journal**, v.60, n.5, p.456-459, 1968.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W. e GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie**, Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936. 44p.

- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.
- LIMA, M. H. M.; PIRES, D. A. A.; MOURA, M. M. A.; COSTA, R. F.; RODRIGUES, J. A. S.; ALVES, K. A. Nutritional characteristics of Sorghum hybrids hay (*Sorghum sudanense* vs. *Sorghum bicolor*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.39, n.3, p.229-234, 2017.
- LOPES, M. N.; POMPEU, R. C. F. F.; CANDIDO, M. J. D.; LACERDA, C. F.; SILVA, R. G.; FERNANDES, F. R. B. Growth index in massai grass under different levels of nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2666-2672, 2011.
- LOPES, M. N.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; REGADAS FILHO, J. G. L.; BESERRA, L. T.; LACERDA, C. F. Trocas gasosas e índices de crescimento em capim-braquiária manejado sob lâminas de irrigação e idades de crescimento. **Revista Agro@ambiente**, v.7, n.1, p.10-17, 2013.
- MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G.; PALOMBO, C. Sorgo para Pastejo/Corte e Cobertura do Solo no Período de Outono/Inverno (Safrinha) em Mato Grosso do Sul. **Boletim de Pesquisa e desenvolvimento**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 19 p.
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1985. p.332-349.
- MARANHÃO, T. D.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N.; POMPEU, R. C. F. F.; CARNEIRO, M. S. S.; FURTADO, R. N.; SILVA, R. R.; SILVEIRA, F. G. A. Biomass components of *Pennisetum purpureum* cv. Roxo managed at different growth ages and seasons. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.19, n.1, p.11-22, 2018.
- MILES, J. T.; COWSERT, W. C.; LUSK, J. W.; OWEN, J. R. Most miik from sudan in State Coilege dairy tests. **Mississippi Farm Research**, v.19, n.4, p.6, 1956.
- NABLE, R. O.; ROBERTSON, M. J.; BERTHELSEN, S. Response of shoot growth and transpiration to soil drying in sugarcane. **Plant and Soil**, v.207, n.1, p.59-65, 1999.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; SOUZA, A. N. M.; PELLEGRINI, L. G.; ZANETTE, P. M.; NORBERG, J. L.; SANDINI, I. E. Desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* X *Sorghum sudanense*) em manejo de cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p.297-313, 2010.
- OLIVEIRA, M. A. O; PEREIRA, O. G.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M.; GARCIA, R.; CECO, P. R. Análise de crescimento do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1930-1938, 2000.
- PACHECO, R. F.; FILHO, D. C. A.; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J.; PIZZUTI, L. A. D.; CATTELAM, J. Parâmetros comportamentais de vacas de descarte em pastagens de milheto ou capim-sudão. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.3, p.323-331, 2013.
- PACHECO, R. F.; FILHO, D. C.A.; BRONDANI, I. L.; NORBERG, J. L.; PIZZUTI, L. A. D.; CALLEGARO, A. M. Características produtivas de pastagens de milheto ou capim-sudão

submetidas ao pastejo contínuo de vacas para abate. **Ciência Animal Brasileira**, v.15, n.3, p.266-276, 2014.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Piracicaba, v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.

PARSONS, A. J.; LEAFE, E. L.; COLLETT, B.; STILES, W. The physiology of grass production under grazing: I – characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously grazed sward. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.117-126, 1983.

PEIXOTO, P. H. P.; MATTA, F. M. da; CAMBRAIA, J. Responses of the photosynthetic apparatus to aluminum stress in two sorghum cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, v.25, n.4, p.821-832, 2002.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. F.; AQUINO, M. M.; SILVA, T. C.; BEZERRA, H. F. C. Características agrônômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Revista Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1771-1776, 2013.

PRACHE, S.; GORDON, I. J., ROOK, A. J. Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. **Annales de Zootechnie**, v.48, n.5-6, p.1-11, 1998.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: Their use and abuse. **Crop Science**, v.7, n.3, p.171-175, 1967.

RADOSTITS O. M.; GAY C. C.; HINCHCLIFF K. W.; CONSTABLE P.D.. Cyanogenic glycoside poisoning (cyanide hydrocyanic acid). In: Ibid. (Eds), **Veterinary Medicine**. 10 ed. Saunders Elsevier, Oxford, UK, 2007. p.1852-1855

RAMAZANZADEH, S.; ASGHARIPOUR, M. R. Physiological growth responses of *Sorghum* genotypes to impairment of plant photosynthesis using potassium iodide. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.11, n.5, p.1884-1890, 2011.

RAUPP, A. A.; BRANÇÃO, N.; PARFITT, J. M.; FRANCO, J. C. Ensaio nacional de sorgo corte/pastejo 1999/2000. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO, 28.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO, 45, 2000, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000.

RODRIGUES, J. A. S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p.179-201.

ROVIRA, P.; ECHEVERRÍA, J. Desempeño productivo de novillos pastoreando sudangras o sorgo forrajero nervadura marrón (BMR) durante el verano. **Revista Veterinária**. v.24 , n.2, p.91-96, 2013.

SANTOS JÚNIOR, J. D. G.; MONTEIRO, F. A.; LAVRES JÚNIOR, J. Análise de crescimento do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 06, p. 1985-1991, 2004.

SANTOS, L. E. Construindo um ideótipo de gramínea para pastejo direto por ovinos/caprinos. In: SOUZA, F. H. D.; MATTA, F. P.; FÁVERO, A. P. **Construção de ideótipos de gramíneas para usos diversos**. Brasília: EMBRAPA, 2013. p. 259-272.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BRAZ, T. G. S.; SILVA, S. P.; GOMES, V. M.; SILVA, G. P. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.535-542, 2011.

SAS INSTITUTE. **SAS System for Windows**. Version 9.4. Cary: SAS Institute Inc. 2013.

SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, D. S. Características estruturais do dossel de pastagens de capim-tanzânia mantidas sob três períodos de descanso com ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1255-1265, 2007.

SIMILI, F. F.; LIMA, M. L. P.; MEDEIROS, M. I. M.; PAZ, C. C. P.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Hydrocyanic acid content and growth rate of sorghum x sudangrass hybrid during fall. **Ciência Agrotecnologia**, v.37, n.4, p.299-305, 2013.

SIMILI, F. F.; LIMA, M. L. P.; MEDEIROS, M. I. M.; ROMA JÚNIOR, L. C.; PAZ, C. C. P.; REIS, R. A. Milk yield of crossbred cattle grazing sorghum sudangrass hybrid with concentrate supplementation during dry season. **Livestock Research for Rural Development**, v.30, n.4, 2018.

SIMILI, F. F.; REIS, R. A.; FURLAN, B. N.; PAZ, C. C. P.; LIMA, M. L. P.; BELLINGIERI, P. A. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada. **Ciência Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.474-480, 2008.

SITOMPUL S. M.; GURITNO B.; TYASMORO Y. S. Crop growth parameters of grain sorghum varieties (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) at different crop spacing. **Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences**, v.74, n.2, 2018.

SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field & Crops Research**, v.98, n.2-3, p.91-97, 2006.

SOLLENBERGER, L. E.; BURNS, J. C. Canopy characteristics, ingestive behaviour and herbage intake in cultivated tropical grasslands. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, São Pedro, 2001. **Anais...** São Pedro: Fealq, 2001, p.321-327.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.24, n.6, p.821-829, 1973.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2017. 888p.

- TOMICH, T. R.; TOMICH, R. G. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; RODRIGUES, J. A. S. Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1249-1252, 2006.
- TURGUT, I.; BILGILI, U.; DUMAN, A; ACIKGOZ, E. Production of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) increases with increased plant densities and nitrogen fertilizer levels. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant**. v.55, p.236-240, 2005.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- WALL, J. S.; ROSS, W. **Producción y Usos del Sorgo**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1975. 399p.
- WARREN-WILSON, J. Inclined point quadrats. **New Phytologist**, v. 59, n.1, p 1-8, 1960.