



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

DANIELLE NASCIMENTO COUTINHO

FLUXO DE BIOMASSA E ESTRUTURA DO DOSSEL EM HÍBRIDOS DE SORGO
MANEJADOS SOB FREQUÊNCIAS DE PASTEJO COM OVINOS

FORTALEZA

2018

DANIELLE NASCIMENTO COUTINHO

FLUXO DE BIOMASSA E ESTRUTURA DO DOSSEL EM HÍBRIDOS DE SORGO
MANEJADOS 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: Roberto Claudio Fernandes Franco Pompeu.

FORTALEZA

2018

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)

C895f Coutinho, Danielle Nascimento.

Fluxo de biomassa e estrutura do dossel em híbridos de sorgo manejados sob frequências de pastejo com ovinos / Danielle Nascimento Coutinho. – 2018.

52 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.

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

1. Índice de área foliar. 2. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. 3. Relação lâmina foliar/colmo. 4. Sorgo para pastejo. 5. 'Sorghum' spp.. I. Título.

CDD 636.08

DANIELLE NASCIMENTO COUTINHO

FLUXO DE BIOMASSA E ESTRUTURA DO DOSSEL EM HÍBRIDOS DE SORGO
MANEJADOS 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: 29/01/2018.

BANCA EXAMINADORA

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

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

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

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

Aos meus pais, Maria das Graças
Nascimento Coutinho e José Carvalho
Coutinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser essencial em minha vida e por ter me dado força e coragem para superar cada obstáculo durante esta longa caminhada.

À Universidade Federal do Ceará, por me proporcionar mais que o ambiente físico, mas um universo de novas possibilidades e uma formação profissional.

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 Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido, pela paciência e compreensão, disponibilidade e por todos os ensinamentos transmitidos.

Ao Dr. Roberto Claudio Fernandes Franco Pompeu e ao Dr. Marcos Neves Lopes, pelas orientações e experiências compartilhadas.

Aos membros da banca pela atenção e colaboração no trabalho.

À minha querida mãe, Gracinha, que sempre me acompanhou e apoiou nos momentos felizes e nos mais difíceis.

Ao meu pai, Fábio, por me acompanhar por todos os caminhos que tenho trilhado, estando sempre presente em meu coração.

Aos companheiros da pós-graduação Theyson Duarte, Elayne Cristina, Odécia Gomes, Ellen Gomes, Leonardo Fiusa, Clemente Fernandes, Samuel Rocha, Jefte Arnon e Clésio Costa pela valiosa colaboração na implantação e condução do experimento de campo, pelo companheirismo e por compartilharem comigo seus conhecimentos, sendo fundamentais para meu crescimento pessoal e profissional.

Aos bolsistas Bruno Bizerra, Alysson Bruno, Matheus Oliveira, Bruno Almeida, Breno Moreira e Dayanne Nascimento pela dedicação à coleta dos dados e pelos bons momentos compartilhados.

A todos, muito obrigada.

RESUMO

Em regiões áridas e semiáridas a frequente má distribuição de chuvas provoca grande variação na quantidade e qualidade da forragem produzida. O uso de gramíneas semi-perenes como o sorgo para pastejo pode prolongar o período de oferta de forragem no campo. Esse estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar dois híbridos de sorgo para pastejo submetidos a duas frequências de pastejo (60 e 80 cm de altura), manejados sob lotação rotativa com ovinos. O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura – NEEF/DZ/CCA/UFC, Fortaleza - CE. Os tratamentos corresponderam a combinações entre dois híbridos para pastejo de *Sorghum bicolor* e *S. sudanense* (BR007A x TX2785 e CMSXS157A x TX2785, nomeados de híbridos BR e CM, respectivamente) e duas frequências de pastejo (60 e 80 cm de altura do dossel), segundo um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x2, com quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais de 100 m² cada. A desfolhação foi realizada por ovinos da raça Morada Nova, manejados sob lotação rotativa usando a modalidade *mob-stocking*. Verificou-se maior período de descanso no primeiro ciclo de rebrotação em relação aos ciclos 2 e 3 em todos os manejos adotados. A razão TAlF1/TAlF2 foi superior nos pastos sob combinação CMx80 em relação aos demais manejos. Os pastos de híbrido CM nas duas frequências apresentaram maior taxa de alongamento foliar. A taxa de alongamento de colmo e o filocrono foram superiores nos pastos de híbrido BR e na frequência de 80 cm. O tempo de vida da folha foi maior nos pastos de híbrido BR e na frequência de 60 cm. A combinação CMx80 apresentou maior taxa de senescência foliar anterior. A taxa de senescência foliar posterior foi superior nos pastos de híbrido CM e na frequência de 80 cm. A combinação CMx60 apresentou menor taxa de acúmulo de forragem total. Maiores taxas de acúmulo de forragem verde foram observadas nos manejos BRx60 e CMx80. O híbrido BR apresentou maior índice de área foliar. O CMx60 apresentou interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e horizonte de pastejo superiores aos demais manejos. O híbrido BR apresentou maior densidade populacional de perfilhos nas duas frequências de pastejo. O número de novas folhas vivas por perfilho e o comprimento final da lâmina foliar foram superiores na combinação CMx80. Maiores valores médios das biomassas de forragem total, forragem verde e colo verde foram observados em pastos de híbrido BR e na frequência de 80 cm. A biomassa de lâminas verdes revelou menor valor nos pastos sob combinação CMx60. Os pastos manejados com 60 cm apresentaram maior biomassa de forragem morta. A relação lâmina foliar/colmo

revelou menores valores nos pastos de híbrido BR nas duas frequências. O híbrido CM manejado com 60 cm de altura mostra-se a melhor opção de manejo, sinalizando boa acessibilidade dos animais a esse horizonte de pastejo e menor dificuldade de colheita dessa forragem por ovinos em pastejo.

Palavras-chave: Índice de área foliar. Intercepção da radiação fotossinteticamente ativa. Relação lâmina foliar/colmo. Sorgo para pastejo. 'Sorghum' spp.

ABSTRACT

In arid and semi-arid regions, the poor distribution of rainfall causes great variation in the quantity and quality of forage produced. The use of semi-perennial grasses, such as sorghum, for grazing may prolong the period of forage supply in the field. This study evaluated two sorghum hybrids under two grazing frequencies (60 and 80 cm canopy height), managed under intermittent stocking with sheep. The experiment was conducted at Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura - NEEF/DZ/CCA/UF, Fortaleza - CE. The treatments consisted of combinations between two hybrids of *Sorghum bicolor* and *S. sudanense* (BR007A x TX2785 and CMSXS157A x TX2785, named hybrids BR and CM, respectively) and two grazing frequencies (60 and 80 cm canopy height), in a 2x2 factorial randomized block design, with four replications, totaling 16 experimental units of 100 m². Defoliation was carried out by Morada Nova sheep, managed under intermittent stocking using the mob-stocking technique. There was a longer resting period in the first regrowth cycle in relation to cycles 2 and 3 in all adopted managements. The LER1/LER2 ratio was superior in pastures under CMx80 combination in comparison to the other treatments. Pastures of CM hybrid at both frequencies presented higher leaf elongation rate. Values of stem elongation rate and the phyllochron were higher in the BR hybrid pastures at the 80 cm frequency. The leaf life span was superior in the BR hybrid pastures at the 60 cm frequency. The CMx80 combination showed higher anterior leaf senescence rate. The posterior leaf senescence rate was higher in the CM hybrid pastures at the 80 cm frequency. The CMx60 combination showed lower total forage accumulation rate. Higher green forage accumulation rate was found in the BRx60 and CMx80 combinations. Higher leaf area index was observed in BR hybrid pastures. The CMx60 combination presented higher photosynthetically active radiation interception and grazing horizon than the other treatments. The BR hybrid presented higher tiller population density in the two grazing frequencies. The number of new leaves per tiller and the leaf blade length were greater in the CMx80 combination. Higher mean values of total forage biomass, green forage biomass and green stem biomass were verified in BR hybrid pastures in the 80 cm frequency. The green leaf biomass revealed lower value in the pastures under CMx60 combination. The pastures managed with 60 cm presented higher dead forage biomass. The leaf/stem ratio revealed lower values in BR hybrid grasses in both frequencies. The CM hybrid managed with 60 cm height is the best management option, showing good

accessibility of the animals to this grazing horizon and less difficulty in harvesting this forage by grazing sheep.

Keywords: Leaf area index. Leaf/stem ratio. Photosynthetically active radiation interception. 'Sorghum bicolor' x 'S. sudanense'. Sorghum for grazing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista geral dos piquetes experimentais	21
Figura 2 – Semeadura dos híbridos	22
Figura 3 – Datas de realização dos ciclos de pastejo nos diferentes tratamentos.....	23
Figura 4 – Temperatura média, máxima e mínima, nebulosidade e precipitação observada ao longo do período experimental	23
Figura 5 – Corte de uniformização dos piquetes experimentais a 15 cm de altura acima da superfície do solo	25
Figura 6 – Identificação dos perfilhos para acompanhamento da morfogênese.....	26
Figura 7 – Avaliação da altura do dossel forrageiro.....	27
Figura 8 – Avaliação da IRFA e IAF com medidor PAR-LAI	28
Figura 9 – Corte da biomassa pré-pastejo 25 cm acima da superfície do solo.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm, ao início da instalação do experimento	24
Tabela 2 – Valores obtidos das metas de manejo pós-pastejo (25 cm de altura) e pré-pastejo (60 e 80 cm de altura) em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo	31
Tabela 3 – Período de descanso em função dos ciclos de pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo	32
Tabela 4 – Características do fluxo de biomassa em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo	33
Tabela 5 – Características do fluxo de biomassa em função dos ciclos de pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo.....	35
Tabela 6 – Taxas de acúmulo de forragem total e verde em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo	37
Tabela 7 – Taxas de acúmulo de forragem total e verde em função dos ciclos de pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo	38
Tabela 8 – Características estruturais na condição pré-pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo	39
Tabela 9 – Características estruturais na condição pré-pastejo em função dos ciclos de pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo.....	41
Tabela 10 – Biomassa de forragem total e de seus componentes na condição pré-pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo	43
Tabela 11 – Biomassa de forragem total e de seus componentes na condição pré-pastejo em função dos ciclos de pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Híbridos de sorgo para pastejo	14
2.2	Fluxo de biomassa em gramíneas forrageiras	14
2.2.1	<i>Taxa de alongamento foliar</i>	15
2.2.2	<i>Taxa de aparecimento foliar</i>	15
2.2.3	<i>Taxa de alongamento do colmo</i>	16
2.2.4	<i>Tempo de vida da folha</i>	16
2.3	Principais variáveis estruturais do pasto	17
2.3.1	<i>Densidade populacional de perfilhos</i>	17
2.3.2	<i>Altura do dossel</i>	17
2.3.3	<i>Relação lâmina foliar/colmo</i>	18
2.4	Componentes da biomassa em plantas forrageiras	18
2.4.1	<i>Biomassa de forragem total</i>	18
2.4.2	<i>Biomassa de lâmina foliar verde</i>	19
2.4.3	<i>Biomassa de colmo verde</i>	19
2.4.4	<i>Biomassa de forragem morta</i>	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Caracterização da área	21
3.2	Tratamentos e delineamento experimental	21
3.3	Manejo do pasto	24
3.4	Avaliação dos componentes do fluxo de biomassa	25
3.5	Avaliação das características estruturais e dos componentes da biomassa do pasto	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Avaliação dos componentes do fluxo de biomassa	32
4.2	Avaliação das características estruturais pré-pastejo	38
5	CONCLUSÕES	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Sistemas de produção de ruminantes que utilizam pastagens como base da alimentação são considerados mais econômicos, tendo em vista a redução dos custos com mão-de-obra, uma vez que a colheita da forragem no campo é feita pelo próprio animal. Contudo, em regiões áridas e semiáridas do Brasil, a má distribuição de chuvas é responsável por variações na produção de forragem em termos quantitativos e qualitativos ao longo do ano, em um cenário em que a demanda por alimentos de qualidade para os rebanhos é constante ou até mesmo crescente ao longo do ano. Assim, segundo Rodrigues (2000) o que se busca é prolongar o período de oferta de forragem no campo e reduzir o tempo de uso de forragens conservadas.

Nesse sentido, a versatilidade dos híbridos de sorgo para pastejo permite que sejam utilizados para ensilagem e também para pastejo, apresentando vários ciclos de uso, inclusive adentrando ao período seco do ano, tornando-se um recurso forrageiro estratégico para compor a base alimentar dos sistemas de produção em pastejo.

Regiões de clima quente e seco favorecem o desenvolvimento de espécies tropicais. Assim, em regiões com estas condições climáticas o sorgo tem sido bastante utilizado para a produção de grãos e, mais recentemente, para a produção de palha e forragem. Contudo, genótipos de sorgo para pastejo desenvolvidos pela Embrapa Milho e Sorgo, precisam ainda ser testados em diferentes regiões do Brasil para que suas aptidões possam ser comprovadas ou não.

Segundo Barbosa et al. (2007), se tem buscado plantas forrageiras com bom valor nutritivo e que não apresentem problemas quanto à estacionalidade da produção. Entretanto, práticas de manejo adequadas que respeitem a fisiologia da planta e que visem o controle das características estruturais do dossel podem ser empregadas a fim de sanar boa parte das restrições à produção animal nessas áreas, aumentando a eficiência de uso da forragem produzida em pastagens tropicais.

Estudos mostram o sucesso no manejo de pastos na região Sudeste, onde a interrupção do período de descanso é feita quando o dossel forrageiro intercepta 95% da radiação fotossinteticamente ativa, havendo a maximização da taxa de acúmulo de forragem (BARBOSA et al., 2007; SOUSA et al., 2010; ZANINI et al., 2011). Diferente do que acontece na região Sudeste, no Nordeste Brasileiro a maior incidência de radiação fotossinteticamente ativa permite que os pastos sejam manejados com maior frequência de

pastejo, de 85% de IRFA, apresentam menor incremento em biomassa de colmo e forragem morta e maior relação lâmina foliar/colmo (SILVA et al., 2015).

O uso da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa para a definição do momento de interrupção do período de descanso é um critério cientificamente mais correto, porém difícil de ser utilizado em pastos que apresentem baixa densidade de perfilhos e, conseqüentemente, baixo stand de plantas. Segundo Gomide e Gomide (2013), essas pastagens com baixa densidade de plantas podem apresentar problemas estruturais como: alongamento de colmos, senescência foliar etc. e não atingir a IRFA preconizada. Nesse sentido, o uso da altura do dossel forrageiro é um dos critérios de manejo bastante utilizado no campo devido à sua facilidade de aplicação e da existente relação com o índice de área foliar e a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em pastos uniformes, podendo ser utilizada quando realizado um manejo adequado do pasto.

Assim, esse estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar dois híbridos de sorgo submetidos a duas frequências de pastejo (60 e 80 cm de altura) com ovinos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Híbridos de sorgo para pastejo

Os híbridos de sorgo para corte ou pastejo são oriundos de cruzamentos interespecíficos entre o sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) e o capim-sudão (*S. sudanense*) e têm ganhado destaque devido a características como: facilidade de cultivo, rapidez de crescimento e estabelecimento, baixa exigência quanto à qualidade do solo, tolerância à seca, produtividade em torno de 42 t MV ha⁻¹ ano⁻¹, bom valor nutritivo, capacidade de perfilhamento e facilidade de manejo seja sob corte ou pastejo direto (ZAGO, 1997; RODRIGUES, 2000; TOMICH et al., 2004; GONTIJO et al., 2008; PENA, et al., 2010).

A versatilidade desses híbridos permite ainda que estes sejam utilizados tanto por meio do pastejo direto dos animais quanto para a produção de silagens de elevado valor nutritivo. Além disso, o cultivo dessas forrageiras anuais permite que a área cultivada seja utilizada para outros propósitos em determinadas épocas do ano. Na região Central do Brasil, os híbridos de sorgo para pastejo têm sido cultivados em sucessão ou após uma cultura precoce de verão (RODRIGUES, 2000; PENA et al., 2010).

Gramíneas semi-perenes como os híbridos de sorgo para pastejo podem ainda ser utilizados em propriedades onde o manejo de pastagens de gramíneas perenes seja ineficiente, acarretando sérios danos estruturais à pastagem como elevado alongamento de colmos e redução na relação lâmina foliar/colmo, levando o produtor a fazer uso frequente de tratamentos culturais para a correção da estrutura do dossel forrageiro. Híbridos de sorgo para pastejo mal manejados também podem apresentar problemas estruturais, porém, por terem que ser replantados anualmente, dispensam o uso de práticas corretivas como roços.

2.2 Fluxo de biomassa em gramíneas forrageiras

O processo inicial do crescimento das plantas é dependente não somente da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e da eficiência de utilização dessa RFA pela planta, mas também do processo de fotossíntese e de características genotípicas de crescimento inerentes a cada espécie.

A morfogênese, definida por Lemaire & Chapman (1996) como a dinâmica de geração e expansão de órgãos vegetais no tempo e no espaço, é função de três características: taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de aparecimento foliar (TApF) e tempo de vida da folha (TVF). Plantas forrageiras de clima tropical (C₄) em crescimento vegetativo inclui ainda a

taxa de alongamento de colmos (TAIC), responsável por incrementar a produção de forragem, porém promovendo alterações estruturais como a redução na relação lâmina foliar/colmo, e o consequente comprometimento da eficiência de pastejo (CÂNDIDO et al., 2005).

As combinação entre as características morfogênicas, associadas à fatores abióticos como luz, umidade, nutrientes e temperatura, atuam na determinação das características estruturais do pasto: relação lâmina foliar/colmo, tamanho da lâmina foliar, densidade populacional de perfilhos e número de folhas por perfilhos, que por sua vez apresentam efeito direto sobre o índice de área foliar da pastagem (LEMAIRE & CHAPMAN, 1993).

2.2.1 Taxa de alongamento foliar

A taxa de alongamento foliar pode ser amplamente influenciada pelas condições ambientais de temperatura (PEACOCK, 1975; SILSBURY, 1971), luminosidade (GAUTIER e VARLET-GRANCHER, 1996), disponibilidade de água (VAN LOO, 1992; HUMPHREYS, 1981) e pelo nível de nutrientes no solo (GARCEZ-NETO et al. 2002; PEARSE & WILMAN, 1984).

Segundo Humphreys (1981), em condições de déficit hídrico, a planta cessa o alongamento das folhas e das raízes antes que os processos de divisão celular e fotossíntese sejam afetados, o que mostra a grande sensibilidade da taxa de alongamento foliar frente a essas condições.

Estudos têm mostrado a relação entre frequência de desfolhação e expansão foliar, de modo que pastos manejados com maior frequência de corte apresentam maior taxa de alongamento foliar, fato atribuído por Marcelino et al. (2006) à maior renovação dos tecidos, com o aumento da TApF.

2.2.2 Taxa de aparecimento foliar

A grande relevância dessa variável na morfogênese se deve ao fato de ela exercer efeito sobre as principais características estruturais do dossel: tamanho da folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas por perfilhos; e conseqüentemente, sobre o índice de área foliar da pastagem.

Apesar de ser considerada constante, a taxa de aparecimento foliar é fortemente afetada por variações nas condições de temperatura, luminosidade (PECIULLO et al., 2003),

precipitação (LUNA et al., 2014) e fertilidade do solo, sobretudo nitrogênio (GARCEZ-NETO et al. 2002), bem como pelas práticas de manejo empregadas.

Segundo Skinner & Nelson (1995), pastos manejados mais altos tendem a aumentar o comprimento do pseudocolmo, de modo que a lâmina foliar precisa percorrer um espaço maior dentro do cartucho de bainhas até seu aparecimento e completa expansão, refletindo na redução da taxa de aparecimento foliar e, conseqüentemente na produção de folhas maiores.

A relação da taxa de aparecimento foliar com a densidade populacional de perfilhos consiste no fato de que cada nova lâmina foliar produzida, da origem a uma nova gema axilar capaz de originar novos perfilhos.

2.2.3 Taxa de alongamento do colmo

Gramíneas do tipo C₄, diferente das do tipo C₃, apresentam, ainda durante o estágio vegetativo, intenso alongamento de colmo, resultando na diminuição da relação lâmina foliar/colmo (CÂNDIDO et al., 2005) e no consumo pelos animais em pastejo.

A luz interceptada pelo dossel forrageiro e a temperatura afetam diretamente a taxa de alongamento de colmos (DURU & DUCROCQ, 2000). Com o avanço na idade da planta e, conseqüentemente, no índice de área foliar, a relação vermelho/vermelho extremo (V/V_e) diminui progressivamente em direção à base do dossel (TAIZ & ZEIGER, 2012), sinalizando para a planta a ocorrência de sombreamento e desencadeando como primeira resposta o alongamento dos entrenós com o intuito de melhorar a arquitetura da planta, expondo as folhas a condições de maior luminosidade, para que esta consiga aproveitar mais eficientemente a radiação incidente.

Casagrande et al. (2010) ressaltam a importância de se conhecer os efeitos da frequência e da intensidade de desfolhação sobre as características do fluxo de biomassa e estruturais, para que os efeitos negativos do alongamento de colmos sejam minimizados.

2.2.4 Tempo de vida da folha

O tempo de vida da lâmina foliar relaciona-se diretamente com o filocrono, definido por Cândido et al. (2006) como o intervalo de tempo (em dias) entre a ocorrência de dois eventos fenológicos semelhantes sucessivos como, por exemplo, a emissão de duas lâminas foliares.

Desse modo, fatores que afetam o filocrono como, variações nas condições de luz, temperatura, umidade do solo (LARA & PEDREIRA, 2011) e adubação nitrogenada (BÉLANGER, 1998), também afetam o tempo de vida da lâmina foliar.

Segundo Cândido et al. (2006) o prolongamento do período de descanso, responsável por um maior sombreamento mútuo no interior do dossel, resultou em maior senescência e menor taxa de acúmulo de forragem. Assim pode-se assumir que, maior radiação solar é responsável por elevar o TVF, uma vez que reduz a taxa de senescência foliar (TSF). O efeito da adubação nitrogenada foi reportado por Bélanger (1998), que observou redução no TVF em pastos de *Phleum pratense* que receberam aplicação de nitrogênio, comparados ao controle, no crescimento primaveril.

2.3 Principais variáveis estruturais do pasto

2.3.1 Densidade populacional de perfilhos

A taxa de aparecimento foliar é a variável morfogênica determinante para a densidade populacional de perfilhos (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993). Cada gema localizada na axila de uma nova folha produzida pode originar um novo perfilho e a capacidade de perfilhamento das gramíneas forrageiras é de suma importância para a garantia da persistência da pastagem.

Apesar de determinado geneticamente, o perfilhamento está sujeito às variações ambientais como a quantidade de luz incidente sobre as gemas. Períodos de descanso longos podem promover maior sombreamento das gemas da base dossel, resultando em menor densidade populacional de perfilhos (CÂNDIDO et al., 2006).

Alexandrino et al. (2004) relataram o efeito positivo da aplicação de nitrogênio sobre o perfilhamento em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. Para Nabinger (1996), esse efeito deve-se à maior ativação dos tecidos meristemáticos provocada pelo N.

2.3.2 Altura do dossel

A altura do dossel é uma variável prática de fácil utilização no campo. Entretanto, em gramíneas tropicais (C₄) pode ocorrer o alongamento de colmos ainda na fase vegetativa (MARCELINO et al., 2006), diminuindo o consumo e a digestibilidade da forragem pelos

animais em pastejo devido à diminuição do horizonte de pastejo, bem como o aumento da fração fibrosa da pastagem.

Esse alongamento de colmos pode, em alguns casos, gerar dúvidas quanto à relação da altura do dossel com o índice de área foliar do pasto e a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa.

2.3.3 Relação lâmina foliar/colmo

Segundo Pinto et al. (1994), é fundamental o delineamento de estratégias de manejo que promovam uma maior relação lâmina foliar/colmo, tendo em vista a função determinante dessa variável para qualidade da biomassa produzida. O comportamento ingestivo dos animais em pastejo também é afetado pela relação lâmina foliar/colmo, tendo em vista a preferência dos animais pelas partes de mais fácil apreensão e melhor valor nutritivo (lâminas foliares) (HODGSON, 1985).

Silva et al. (2015) observaram redução na relação lâmina foliar/colmo com o aumento da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) pelo dossel forrageiro. O maior sombreamento no interior do dossel pode ter desencadeado o estiolamento dos colmos na tentativa de modificar a arquitetura das lâminas foliar, de modo que a luz interceptada fosse melhor aproveitada, afetando negativamente a estrutura do pasto no qual o animal em pastejo colherá a forragem produzida.

2.4 Componentes da biomassa em plantas forrageiras

2.4.1 Biomassa de forragem total

A produção inicial da biomassa de forragem é dependente da atividade fotossintética do dossel forrageiro, atividade essa fortemente afetada pela disponibilidade de água, nutrientes, temperatura e radiação solar (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993).

Em pastos manejados sob corte ou pastejo, o índice de área foliar residual é uma característica estrutural importante para garantir a persistência e o vigor de rebrotação do pasto nos ciclos posteriores, promovendo rápido crescimento inicial durante a rebrotação, possibilitando maiores taxas fotossintéticas e reduzindo a mobilização de carboidratos de reserva para a restauração da área foliar do dossel (PEDREIRA et al., 2007).

A biomassa de forragem produzida também é afetada pelo período descanso ao qual o pasto foi submetido. Pastos manejados com menor frequência normalmente têm à sua disposição maior quantidade de fatores abióticos, acarretando em aumento na produção dos componentes da biomassa de forragem produzida (SILVA et al., 2015).

2.4.2 Biomassa de lâmina foliar verde

A produção animal a pasto está diretamente relacionada à proporção de lâminas foliares produzidas, ao consumo de matéria seca digestível e à digestibilidade (SILVA et al., 2005). Os animais em pastejo tendem a preferir as lâminas foliares em detrimento aos colmos. Assim, pastagens com maior proporção de lâminas foliares e maior acessibilidade a esse horizonte ideal de pastejo influenciam a produção animal.

Cutrim Jr. et al. (2011) observaram maior biomassa de lâmina foliar verde em pastos manejados com maior período de descanso. Embora do ponto de vista da planta o maior período de descanso represente maior acúmulo de biomassa, esse aumento na produção de lâminas foliares é acompanhado de um incremento também na biomassa de colmo, sinalizando maior dificuldade de acesso a esse horizonte ideal de pastejo pelos animais, uma vez que os pastos manejados menos frequentemente alcançam maiores alturas.

O que se observa é que a produção de biomassa de lâminas foliares verdes tem relação direta com o consumo voluntário e com o desempenho animal. Assim, nessa interface planta-animal, as lâminas foliares são responsáveis pela manutenção da eficiência fotossintética do dossel forrageiro, bem como da qualidade da dieta dos animais em pastejo (SILVA et al., 2005).

2.4.3 Biomassa de colmo verde

A produção da biomassa de colmo verde é afetada pelo período de descanso. Uma vez atingido o IAF crítico (primeiro valor de IAF, no qual a planta intercepta 95% da radiação fotossinteticamente ativa – BROUGHAM, 1958), o alongamento de colmos é desencadeado como primeira resposta ao sombreamento mútuo (PEDREIRA et al., 2007).

Entretanto, o incremento em biomassa de colmo ao longo do tempo não está relacionado apenas à qualidade do pasto. Gramíneas do tipo C₄, diferente das do tipo C₃, apresentam um incremento em biomassa de colmo ainda na fase vegetativa do crescimento (FAGUNDES et al., 2006).

Apesar de a maior produção de colmo representar maior acúmulo de forragem produzida, a utilização dessa forragem sob pastejo direto é prejudicada pela redução da relação lâmina foliar/colmo (CÂNDIDO et al., 2005), tendo em vista a maior dificuldade de manipulação e ingestão e menor preferência da fração colmo pelos animais em pastejo.

2.4.4 Biomassa de forragem morta

Em sistemas de produção animal a pasto, a baixa produtividade se deve principalmente ao manejo inadequado das pastagens. A adoção de frequências e intensidades de pastejo incompatíveis é responsável por maiores acúmulos de biomassa de colmo e de forragem morta (SILVA et al., 2007).

Pastos manejados com períodos de descanso superiores ao ideal para o restabelecimento da área foliar do dossel após a desfolhação, apresentam restrições de uso devido à maior produção de biomassa de forragem morta (BARBOSA et al., 2007). Estes autores ressaltaram ainda que pastos manejados com maior altura pós-pastejo apresentam maior produção de biomassa de forragem no pré-pastejo, porém com pequena proporção de lâminas foliares e elevadas proporções de colmo e de material morto.

Assim, a aplicação de práticas de manejo que visem ao aumento na eficiência de uso da forragem produzida podem minimizar grande parte dos problemas no que se refere à produção animal em pastagens tropicais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura – NEEF/DZ/CCA/UFC, pertencente à Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza - CE, latitude sul 03°45'47" e longitude oeste 38°31'23". O clima da região é Aw' (KÖPPEN, 1936), caracterizando-se como tropical chuvoso com precipitações de verão. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico Típico (EMBRAPA, 2013), possuindo sedimentos areno-argilosos da formação barreira como material de origem.

Figura 1 – Vista geral dos piquetes experimentais



Fonte: Danielle Coutinho

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foi adotado um arranjo fatorial 2x2 em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais (piquetes de 100 m²). Os tratamentos corresponderam a combinações entre dois híbridos para pastejo de *Sorghum bicolor* e *S. sudanense* (BR007A x TX2785 e CMSXS157A x TX2785, nomeados de híbridos BR e CM, respectivamente) e duas frequências de pastejo (60 e 80 cm de altura do dossel). Dessa forma, os tratamentos foram: BRx60, BRx80, CMx60 e CMx80.

Os dois híbridos de sorgo para pastejo foram implantados em quatro de março de 2017 por meio de sementeira manual em linhas, com espaçamento entre linhas de 30 cm (Figura 2). O período experimental transcorreu de março de 2017 a julho de 2017.

Figura 2 – Semeadura dos híbridos



Fonte: Danielle Coutinho

Na Figura 3 são apresentadas as datas de início e final do período de descanso obtido em cada tratamento. Foram obtidos cinco ciclos de pastejo para o tratamento BRx60 (com média de 20 dias de período de descanso – PD); quatro ciclos de pastejo para o tratamento BRx80 (27 dias de PD); cinco ciclos de pastejo para o tratamento CMx60 (18 dias de PD) e quatro ciclos de pastejo para o tratamento CMx80 (26 dias de PD).

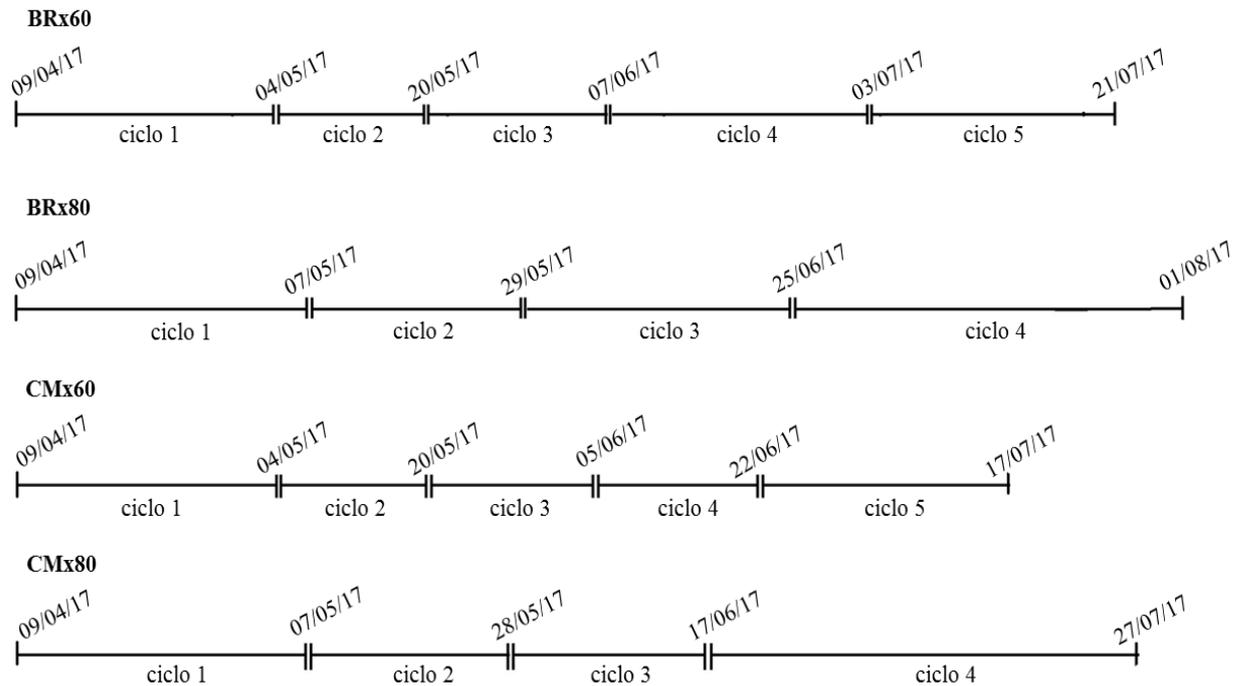
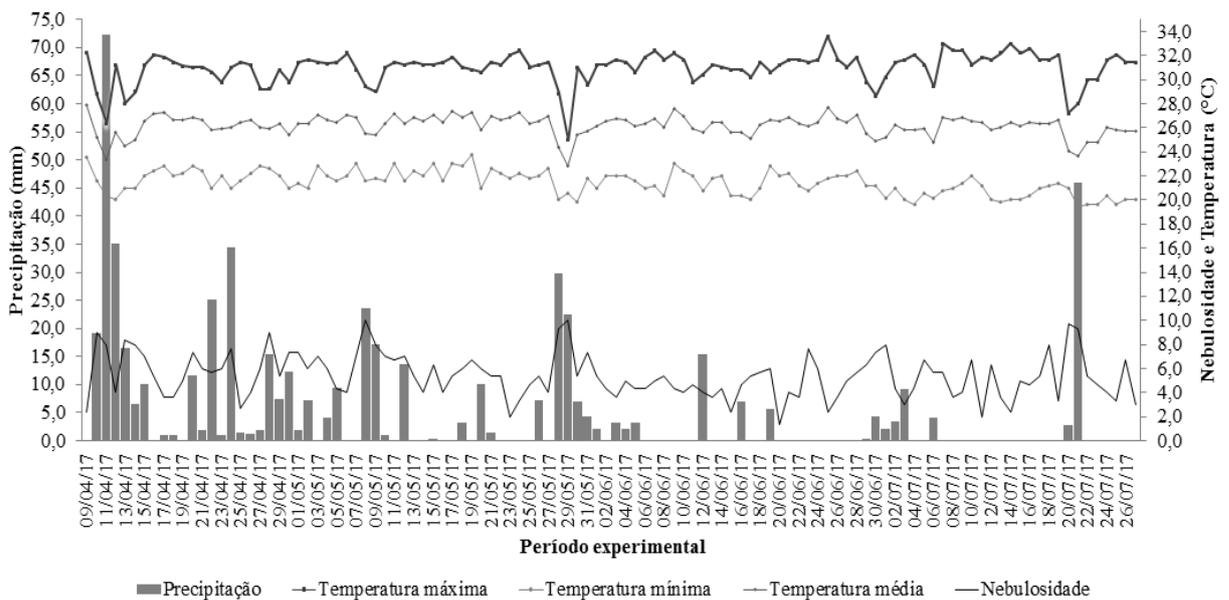


Figura 3 – Datas de realização dos ciclos de pastejo nos diferentes tratamentos
 Fonte: Elaborada pelo autor.

Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará, localizada a 0,5 km da área experimental e são apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Temperatura média, máxima e mínima, nebulosidade e precipitação observada ao longo do período experimental



Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará.

3.3 Manejo do pasto

Os atributos químicos do solo da área experimental revelados por meio de análise (0 - 20 cm de profundidade) realizada no início da instalação do experimento encontram-se na Tabela 1. A partir dos resultados da análise de solo, foram realizadas as adubações conforme recomendação da CFSEMG (1999), para níveis de fertilidade sugeridos para a cultura do sorgo com alto potencial produtivo.

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

P	pH	Al³⁺	K	Ca²⁺	Mg²⁺	SB	CTC	MO
mg dm ⁻³	H ₂ O			mmol _c dm ⁻³				g kg ⁻¹
11,0	5,8	N.D.	2,11	14,1	6,8	23,3	52,2	11,66

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

Na ocasião do plantio foi feita adubação na linha de plantio, segundo recomendações feitas com base na análise do solo nas seguintes doses: 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, correspondendo a uma dose de 450 kg ha⁻¹ de superfosfato simples; 60 kg ha⁻¹ K₂O, correspondendo a uma dose de 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio; 42,5 kg ha⁻¹ de N, correspondendo a uma dose de 94,44 kg ha⁻¹ de ureia; e 40 kg/ha de FTE BR 12. Durante o experimento realizou-se adubação de manutenção do pasto com nitrogênio e potássio, com doses equivalentes a 300 e 120 kg ha⁻¹ ano⁻¹, nas formas de ureia e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas aplicações dentro do ciclo de crescimento da cultura, sendo a primeira dose de ureia (50 kg ha⁻¹) aplicada após a saída dos animais e a segunda (50 kg ha⁻¹) na metade do período de descanso da pastagem. A adubação potássica foi parcelada com uma aplicação (30 kg de KCl ha⁻¹) por ciclo, juntamente com a primeira parcela de N após a saídas animais do piquete.

Após a semeadura, acompanhou-se o crescimento inicial e o estabelecimento dos híbridos, sendo realizado um corte de uniformização a 15 cm de altura 34 dias após o plantio (Figura 5). Para a determinação da altura do corte de uniformização foram selecionados perfilhos em diferentes pontos das unidades experimentais e levados ao laboratório para a observação da altura dos meristemas apicais. Perfilhos com altura média de 18 cm apresentaram meristemas apicais a 1 cm da superfície do solo, já perfilhos com altura média de 94 cm, apresentaram meristemas apicais a 18 cm de altura da superfície do solo. Assim, com o objetivo de eliminar alguns meristemas apicais, provocar a quebra da dominância

apical e estimular o perfilhamento, escolheu-se a altura de 15 cm para o corte de uniformização. O material foi cortado com o auxílio de uma roçadeira lateral e retirado de dentro dos piquetes imediatamente depois do corte.

Figura 5 – Corte de uniformização dos piquetes experimentais a 15 cm de altura acima da superfície do solo



Fonte: Danielle Coutinho

Como agentes desfolhadores utilizaram-se ovinos da raça Morada Nova, com média de 63 ± 15 meses de idade e peso corporal de $33,58 \pm 7,19$ kg ao início do experimento. Os piquetes experimentais foram utilizados sob lotação rotativa, modalidade *mob-stocking* (GILDERSLEEVE et al., 1987). Os animais foram direcionados aos piquetes quando alcançadas as alturas pré-pastejo preconizadas (60 ou 80 cm) e foram mantidos no mesmo até que o pasto atingisse a altura pós-pastejo de aproximadamente 25 cm, o que levou 378 ± 192 minutos.

A determinação da altura residual de 25 cm foi feita com base no índice de área foliar residual determinado em pré-ensaio. Verificou-se que a altura residual de 25 cm corresponde a um índice de área foliar residual médio de 0,3. Logo, alturas de resíduo inferiores a 25 cm deixariam área foliar residual insignificante, acarretando em maior mobilização de reservas orgânicas para a recuperação da área foliar.

3.4 Avaliação dos componentes do fluxo de biomassa

Foram identificados cinco perfilhos em cada unidade experimental (piquetes de 100 m^2), dois dias após a saída dos animais. Os perfilhos foram marcados com anéis de fio telefônico e fitas coloridas para facilitar sua localização (Figura 6).

Figura 6 – Identificação dos perfilhos para acompanhamento da morfogênese



Fonte: Danielle Coutinho

Em cada avaliação, utilizando-se uma régua graduada em centímetros, foram registrados os comprimentos total e da porção verde de cada uma das lâminas foliares senescentes a partir da lígula da própria folha, no caso das lâminas foliares completamente expandida, ou da lígula da folha mais recentemente expandida em se tratando de folhas emergentes. Foram registrados ainda os comprimentos dos colmos, medindo-se, com a régua na posição vertical e inclinada seguindo o crescimento do perfilho, da superfície do solo à lígula mais alta, e do solo à última lígula exposta – quando esta não era a mais alta. O alongamento de colmos foi estimado por meio da diferença de altura da lígula mais distante da base do colmo por ocasião da primeira e última leitura, durante o período de descanso.

Foram avaliadas a seguintes variáveis: razão entre as taxa de alongamento das folhas 1 e 2 ($TAIF1/TAIF2$); taxa de alongamento foliar ($TAIF$, $cm\ perf^{-1}\ dia^{-1}$); taxa de alongamento de colmo ($TAIC$, $cm\ perf^{-1}\ dia^{-1}$); filocrono (FIL , em número de dias); número de novas folhas vivas por perfilho ($NNFV$, $folhas\ perf^{-1}$); tempo de vida da folha (TVF); taxa de senescência foliar anterior ($TSFa$, $cm\ perf^{-1}\ dia^{-1}$), contabilizada considerando apenas as lâminas foliares remanescentes do ciclo anterior; taxa de senescência foliar posterior ($TSFp$, $cm\ perf^{-1}\ dia^{-1}$), contabilizada considerando apenas as novas lâminas foliares produzidas durante o período de descanso corrente e taxa de senescência foliar total ($TSFt=TSFa+TSFp$, $cm\ perf^{-1}\ dia^{-1}$).

Para expressar o crescimento linear em crescimento ponderal, estimou-se o índice gravimétrico ao final de cada período de descanso. As frações de cada componente: colmo, lâmina foliar (que compreende as lâminas foliares emergentes e expandidas, com exceção daquelas lâminas expandidas remanescentes do ciclo anterior) e lâmina foliar senescente, foram levadas ao laboratório, onde tiveram o somatório do comprimento de seus componentes registrado, sendo então armazenadas e identificadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a $55\ ^\circ C$, até peso constante e pesados, obtendo-se um índice gravimétrico para lâminas foliares (α), um índice gravimétrico para colmos (β) e

um índice gravimétrico para lâminas foliares senescentes (α_2). Assim, foi possível estimar também a taxa de acúmulo de forragem total (TAFT, $\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) e taxa de acúmulo de forragem verde (TAFV, $\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$), conforme as equações:

$$\text{TAFT}_i = [(\text{TAIF} \times \alpha_1) + (\text{TAIC} \times \beta) + (\text{TSFt} \times \alpha_2)] \times \text{DPP}_i \quad (1)$$

$$\text{TAFV}_i = [(\text{TAIF} \times \alpha_1) + (\text{TAIC} \times \beta)] \times \text{DPP}_i \quad (2)$$

onde:

TAFT_i = taxa de acúmulo de forragem total durante o período de descanso i (kg MS ha^{-1});

TAFV_i = taxa de acúmulo de forragem verde durante o período de descanso i (kg MS ha^{-1});

TAIF = taxa de alongamento de lâmina foliar ($\text{cm dia}^{-1} \text{perf}^{-1}$); α_1 = índice gravimétrico para

lâmina foliar (g cm^{-1}); TAIC = taxa de alongamento do colmo ($\text{cm dia}^{-1} \text{perf}^{-1}$); β = índice

gravimétrico para colmo (g cm^{-1}); TSFt = taxa de senescência foliar total ($\text{cm dia}^{-1} \text{perf}^{-1}$); α_2

= índice gravimétrico para lâmina foliar senescente (g cm^{-1}); DPP_i = densidade populacional de perfilhos no final do período de descanso i (perfilho ha^{-1}).

3.5 Avaliação das características estruturais e dos componentes da biomassa do pasto

Para as avaliações de altura do dossel foi utilizado um bastão graduado retrátil (Figura 7, adaptado da *sward stick* – BARTHURAM, 1985), com um total de 40 leituras por unidade experimental tomadas em pontos aleatórios segundo um caminhar em formato de zigue-zague, nas condições pré e pós-pastejo. A altura do dossel foi medida como sendo a distância entre a superfície do solo e a curvatura da folha mais alta que tocar a haste de ferro do bastão graduado no ponto de amostragem.

Figura 7 – Avaliação da altura do dossel forrageiro



Fonte: Danielle Coutinho

Durante o processo de rebrotação dos pastos, as avaliações da altura do dossel foram feitas semanalmente, até que o valor estivesse próximo da meta, a partir de então, as avaliações foram realizadas diariamente até que a meta de altura preconizada fosse atingida (60 ou 80 cm, conforme o tratamento sorteado para aquela unidade experimental). Após a entrada dos animais nos piquetes, a altura do dossel foi monitorada a cada hora, até que a altura residual pré-determinada (25 cm) fosse alcançada. Uma vez atingida a meta pós-pastejo, os animais eram retirados do piquete e conduzidos para outro piquete o qual tenha atingido a meta de pré-pastejo preconizada. Caso nenhum dos demais piquetes tivesse atingido a meta preconizada, os animais eram levados para uma área de descanso adjacente com acesso a uma planta de porte semelhante ao dos híbridos.

O horizonte ideal de pastejo, medido em centímetros, foi determinado por meio da diferença entre as alturas do dossel forrageiro e da lígula de mais alto nível de inserção (determinada pelo comprimento do pseudocolmo na posição vertical).

As avaliações de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) e índice de área foliar (IAF) pré-pastejo foram realizadas entre as 11 e 13 horas (horário de maior intensidade de radiação solar) por meio do aparelho medidor PAR-LAI em agricultura modelo AccuPAR LP-80 (Decagon Devices Inc.[®], Pullman, Washington-USA) (Figura 8). Realizou-se leituras em três pontos de amostragem por unidade experimental na condição de pré-pastejo. Em cada ponto de amostragem foram realizadas quatro leituras, sendo uma leitura acima da superfície do dossel e outra abaixo, próxima ao nível do solo, no sentido Norte/Sul e uma leitura acima da superfície do dossel e outra abaixo, próxima ao nível do solo, no sentido Leste/Oeste.

Figura 8 – Avaliação da IRFA e IAF com medidor PAR-LAI



Fonte: Danielle Coutinho

Para as avaliações de produção de biomassa e composição morfológica pré-pastejo foram colhidas duas amostras de forragem utilizando-se uma moldura de 0,71 x 1,41 m. As amostras foram colhidas 25 cm acima da superfície do solo, em locais representativos da condição média dos piquetes no momento da amostragem (Figura 8). A área dos piquetes experimentais foi um fator limitante para que a biomassa fosse colhida na condição de pós-pastejo, bem como rente ao solo na condição de pré-pastejo. Com o passar dos ciclos de pastejo os cortes sucessivos comprometeriam a uniformidade dos piquetes e, conseqüentemente, a realização das demais avaliações nos mesmos.

Antes do corte da biomassa de forragem contida nas molduras, contou-se o número de perfilhos contidos dentro das mesmas para estimativa da densidade populacional de perfilhos (DPP, perfilhos m^{-2}). Uma vez contabilizada a DPP, as amostras de biomassa foram colhidas e levadas para o laboratório onde foram pesadas e separadas manualmente em lâminas foliares, colmo (inclui bainhas, pseudocolmo e colmo verdadeiro) e material morto. Os componentes de cada uma das frações foram acondicionados em sacos de papel devidamente identificados e levados à estufa de circulação forçada de ar para secagem a 55 °C até massa constante.

Figura 9 – Corte da biomassa pré-pastejo 25 cm acima da superfície do solo



Fonte: Danielle Coutinho

Avaliou-se as biomassas de forragem total (BFT, em $kg\ ha^{-1}\ ciclo^{-1}$), de forragem verde (BFV, em $kg\ ha^{-1}\ ciclo^{-1}$), de forragem morta (BFM, em $kg\ ha^{-1}\ ciclo^{-1}$), de lâmina foliar verde (BLV, em $kg\ ha^{-1}\ ciclo^{-1}$), de colmo verde (BCV, em $kg\ ha^{-1}$), de forragem morta (BFM, em $kg\ ha^{-1}\ ciclo^{-1}$) e a relação lâmina foliar/colmo (LF/C) no pré-pastejo.

3.6 Análise estatística

Os dados 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, também ao nível de 5% de probabilidade.

O efeito dos ciclos de pastejo foi analisado como medida repetida no tempo, dentro de cada tratamento. As médias de cada ciclo dentro de cada tratamento foram comparadas também pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Como ferramenta auxiliar nas análises estatísticas foi adotado o procedimento GLM para a análise do fatorial completo e o procedimento MIXED para o efeito dos ciclos, ambos do programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das metas de manejo pré e pós-pastejo obtidas ao longo do período experimental são apresentados na Tabela 2. A altura pré-pastejo diferiu ($P < 0,05$) com a frequência de pastejo e a altura pós-pastejo foi superior ($P < 0,05$) nos pastos manejados com maior frequência de pastejo (60 cm de altura). Essa diferença observada na altura pós-pastejo não era esperada, uma vez que havia sido preconizada intensidade de pastejo única para todos os tratamentos (25 cm). Contudo, as dificuldades enfrentadas ao longo da condução do experimento para que os animais realizassem o pastejo uniformemente sem elevar muito a densidade de animais utilizada, a fim de evitar o pisoteio excessivo, desencadearam algum nível de seletividade nos animais, que resultaram nessa resposta.

Tabela 2 – Valores obtidos das metas de manejo pós-pastejo (25 cm de altura) e pré-pastejo (60 e 80 cm de altura) em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo

Híbrido	FP (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		

Frequência de pastejo (FP); 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 ($P < 0,05$).

O número médio de ciclos de pastejo variou entre quatro e cinco ao longo do período experimental, sendo maior nos pastos de ambos os híbridos manejados com maior frequência de pastejo, 60 cm de altura do dossel forrageiro, em relação àqueles manejados com 80 cm de altura do dossel (Tabela 3). O maior ($P < 0,05$) período de descanso observado no primeiro ciclo de rebrotação em relação aos ciclos 2 e 3 em todos os manejos adotados, deve-se a menor altura do resíduo deixada nesses pastos após o roço de uniformização (15 cm) em relação à altura de resíduo pós-pastejo deixado nos demais ciclos (25 cm), deixando os perfilhos com pouca área foliar residual e mais dependente da mobilização de suas reservas no início do processo de rebrotação, tornando esse processo mais lento. Com o passar do tempo, a menor disponibilidade de água contribuiu para o prolongamento dos períodos de descanso. Esse aumento no período de descanso se torna mais evidente a partir do 4º ciclo de

rebrotação, no qual todos os manejos sofreram em média os efeitos de 4 dias de seca imediatamente após o pastejo.

Tabela 3 – Período de descanso em função dos ciclos de pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo

Tratamento	Ciclo					Média
	1	2	3	4	5	
	PD (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

Período de descanso (PD); médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha dentro de cada variável, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

4.1 Avaliação dos componentes do fluxo de biomassa

Houve interação ($P < 0,05$) entre híbrido e frequência de pastejo para a razão entre as taxas de alongamento das folhas 1 e 2 (TAIF1/TAIF2) apresentando maior valor nos pastos sob manejo CMx80 (0,49) em relação aos demais (Tabela 4). Os valores obtidos sugerem que a intensidade de pastejo (altura residual de 25 cm) aplicada propiciou elevado estresse aos híbridos, provavelmente promovendo intensa mobilização de reservas. Segundo Pompeu et al. (2009), razões TAIF1/TAIF2 mais distantes de 1,0 indicam maior comprometimento das reservas orgânicas para a recuperação da área foliar. De fato, ensaios preliminares demonstraram que essa altura residual de 25 cm correspondeu a índices de área foliar bem reduzidos entre 0,2 e 0,4 (dados não apresentados).

A razão TAIF1/TAIF2 dos pastos do híbrido BR manejados com as duas frequências de pastejo foi afetada ($P < 0,05$) pelos ciclos de pastejo (Tabela 5). Os pastos com o híbrido BR à 60 cm apresentou baixa TAIF1/TAIF2 entre o 1º e o 4º ciclo de pastejo, com valores médios variando entre 0,36 a 0,43; e um aumento no último ciclo de pastejo, apresentando valor médio de 0,70. Com o avanço dos ciclos de pastejo, observou-se um aumento na BCV nos pastos sob este manejo, aliado a maior lignificação dos colmos, promovendo maior seleção das folhas pelos animais em detrimento dos colmos, dificultando o alcance da meta de resíduo preconizada (25 cm) nos dois últimos ciclos de pastejo. A maior quantidade de colmos remanescente do pastejo pode ter colaborado para que houvesse um menor comprometimento do alongamento da primeira lâmina foliar produzida nesse período. Nos pastos com o híbrido BR à 80 cm a razão TAIF1/TAIF2 reduziu no 2º ciclo, sugerindo maior estresse e maior mobilização de reservas orgânicas para a recuperação da área foliar, visto que a TAIF da

primeira folha formada na rebrotação foi equivalente a apenas 37% da TAlF da segunda folha. Segundo Cândido et al. (2006), valores da razão TAlF1/TAlF2 inferiores a 0,7 sugerem maior comprometimento do vigor da pastagem.

Tabela 4 – Características do fluxo de biomassa em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo

Híbrido	FP (altura, cm)		Média	CV (%)
	60	80		
TAlF1/TAlF2				
BR	0,45Ab	0,47Ba	0,46	0,66
CM	0,45Ab	0,49Aa	0,47	
Média	0,45	0,48		
TAlF (cm perf ⁻¹ dia ⁻¹)				
BR	10,97Ba	9,96Bb	10,46	3,67
CM	12,83Aa	13,13Aa	12,98	
Média	11,90	11,55		
TAlC (cm perf ⁻¹ dia ⁻¹)				
BR	1,93	2,05	1,99A	2,69
CM	0,98	1,62	1,30B	
Média	1,46b	1,84a		
FIL (dias)				
BR	5,53	6,57	6,05A	2,16
CM	4,33	4,87	4,60B	
Média	4,93b	5,72a		
TVF (dias)				
BR	15,08	20,16	17,62A	1,71
CM	12,31	19,25	15,78B	
Média	13,69b	19,71a		
TSFa (cm perf ⁻¹ dia ⁻¹)				
BR	0,87Ab	0,95Ba	0,91	3,20
CM	0,86Ab	1,06Aa	0,96	
Média	0,87	1,01		
TSFp (cm perf ⁻¹ dia ⁻¹)				
BR	0,02	0,13	0,08A	7,13
CM	0,02	0,12	0,07B	
Média	0,02b	0,13a		

Frequência de pastejo (FP); híbrido BR007A x TX2785 (BR); híbrido CMSXS157A x TX2785 (CM); razão entre as taxas de alongamento das folhas 1 e 2 (TAlF1/TAlF2); taxa de alongamento foliar (TAlF); taxa de alongamento dos colmos (TAlC); filocrono (FIL); tempo de vida da folha (TVF); Taxa de senescência foliar anterior (TSFa); taxa de senescência foliar posterior (TSFp); 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).

Houve interação (P<0,05) entre híbrido e frequência de pastejo para a taxa de alongamento foliar (TAlF), apresentando maiores médias nos pastos com híbrido CM nas duas frequências de pastejo (12,83 e 13,13 cm perf⁻¹ dia⁻¹, a 60 e 80 cm, respectivamente) se comparado aos demais manejos (Tabela 4). Segundo Lara e Pedreira (2011), há variação genética interespecífica para a dinâmica de aparecimento e alongamento foliar, sendo maior

TAIF uma característica atribuída a genótipos mais produtivos, mesmo quando submetidos a diferentes condições de manejo.

A TAIF variou ($P < 0,05$) em todas as combinações com os ciclos de pastejo (Tabela 5). Observou-se uma redução na TAIF à medida que os ciclos de pastejo foram ocorrendo, apresentando menores valores nos ciclos quatro e cinco dos pastos manejados mais frequentemente (60 cm) e nos ciclos três e quatro dos pastos manejados com menor frequência (80 cm). Essa redução da TAIF com o avançar dos ciclos indica que os fatores ambientais, sobretudo precipitação, foram escasseando-se em direção ao final do período experimental (Figura 4). A maior TAIF observada nos primeiros ciclos de rebrotação, sobretudo no primeiro, pode ser justificada pela maior precipitação, associada ao efeito da adubação nitrogenada, que apresenta grande efeito sobre essa variável (FAGUNDES et al., 2006).

A taxa de alongamento de colmos (TAIC) variou ($P < 0,05$) em função do híbrido e da frequência de pastejo, apresentando maior TAIC nos pastos do híbrido BR e na frequência de 80 cm de altura (Tabela 4). O fato de este manejo não ter atingido o índice de área foliar crítico (Tabela 8), fator preponderante para que ocorra o estiolamento dos colmos, nos leva a crer que o incremento em colmos observado neste híbrido (Tabela 10) seja uma característica de forte componente genético.

Os manejos avaliados, com exceção do BRx60, obtiveram uma redução ($P < 0,05$) na taxa de alongamento de colmos (TAIC) com o passar dos ciclos (Tabela 5), chegando a apresentar crescimento praticamente nulo em épocas de déficit hídrico. Sistemas com menor disponibilidade de água no solo apresentam menor fluxo de tecidos e, conseqüentemente, menor alongamento do colmo, mostrando que este é um fator limitante para o crescimento da planta (LUNA et al., 2014).

O filocrono (FIL) foi afetado ($P < 0,05$) pelo híbrido e pela frequência de pastejo, apresentando maior média nos pastos com híbrido BR e na frequência de 80 cm (Tabela 4). A taxa de aparecimento foliar, inverso do FIL, é condicionada pela taxa de alongamento foliar e pelo comprimento da bainha (DURU & DUCROCQ, 2000). Assim, a característica de incrementar colmo que o híbrido BR possui, associada à maior altura de corte (80 cm) foram responsáveis por aumentar a distância que a lâmina foliar teve que percorrer desde o início de seu crescimento na região do meristema apical até seu aparecimento, aumentando assim o FIL. Santos et al. (2011) observaram aumento médio de 15% no FIL de pastos manejados com 40 cm de altura em relação a pastos manejados com altura de corte de 10 cm.

Tabela 5 – Características do fluxo de biomassa em função dos ciclos de pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo

Tratamento	Ciclo				
	1	2	3	4	5
TAIF1/TAIF2 (CV = 0,66%)					
BRx60	0,40b	0,36b	0,38b	0,43ab	0,70a
BRx80	0,47ab	0,37b	0,50ab	0,83a	-
CMx60	0,50a	0,49a	0,44a	0,35a	0,54a
CMx80	0,45a	0,41a	0,50a	0,63a	-
TAIF (cm perf ⁻¹ dia ⁻¹ , CV = 3,67%)					
BRx60	20,62a	13,73b	11,65b	6,75c	5,84c
BRx80	20,15a	9,93b	6,40bc	2,84c	-
CMx60	22,57a	13,45b	13,62b	10,91bc	7,19c
CMx80	23,02a	14,50b	10,11c	5,25d	-
TAIC (cm perf ⁻¹ dia ⁻¹ , CV = 2,69%)					
BRx60	2,22a	1,59a	1,91a	2,45a	1,62a
BRx80	2,45a	2,13a	2,58a	1,14b	-
CMx60	2,14a	0,65b	1,05b	0,75b	0,71b
CMx80	2,76a	1,33b	1,15b	1,66b	-
FIL (dias, CV = 2,16%)					
BRx60	2,61b	4,14b	3,90b	8,79a	7,13a
BRx80	2,75c	4,76bc	6,02b	13,37a	-
CMx60	2,54d	4,41b	3,59c	4,42b	6,01a
CMx80	2,59d	3,83c	5,22b	8,16a	-
TVF (dias, CV = 1,71%)					
BRx60	14,00b	10,00d	11,75c	20,00a	19,25a
BRx80	17,00c	16,16d	21,73b	29,00a	-
CMx60	15,00a	9,25c	10,50c	13,00b	14,75a
CMx80	17,00b	15,00c	15,00c	34,48a	-
TSFa (cm perf ⁻¹ dia ⁻¹ , CV = 3,20%)					
BRx60	0,23b	1,25a	0,86a	0,91a	0,90a
BRx80	0,88bc	1,45a	1,00b	0,53c	-
CMx60	0,41b	1,04ab	0,46b	0,84ab	1,34a
CMx80	0,83b	1,55a	0,86b	1,12ab	-
TSFp (cm perf ⁻¹ dia ⁻¹ , CV = 7,13%)					
BRx60	0,01b	0,00b	0,00b	0,09a	0,01b
BRx80	0,21a	0,10a	0,21a	0,08a	-
CMx60	0,05a	0,00a	0,00a	0,03a	0,00a
CMx80	0,20ab	0,08ab	0,00b	0,28a	-

Razão entre as taxas de alongamento das folhas 1 e 2 (TAIF1/TAIF2); taxa de alongamento foliar (TAIF); taxa de alongamento dos colmos (TAIC); filocrono (FIL); tempo de vida da folha (TVF); Taxa de senescência foliar anterior (TSFa); taxa de senescência foliar posterior (TSFp); médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha dentro de cada variável, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Com o avanço do período seco, a partir do quarto ciclo de pastejo, observa-se um aumento (P<0,05) no FIL em todos os manejos avaliados (Tabela 5). O FIL varia conforme o genótipo da espécie forrageira, mas, para um mesmo genótipo, variações nas condições de luz, temperatura e umidade do solo podem alterar o FIL (LARA & PEDREIRA, 2011). A

situação desfavorável de baixa precipitação pluviométrica a qual as plantas foram submetidas acarretou em um maior período de tempo necessário para o aparecimento de duas lâminas foliares consecutivas. No período seco o FIL foi em média 70% superior àquele nos períodos em que se observou maior precipitação.

O tempo de vida da folha (TVF) variou ($P < 0,05$) em função do híbrido e da frequência de pastejo, apresentando maior valor nos pastos com o híbrido BR e na menor frequência de pastejo (Tabela 4). Sabe-se que há relação direta entre duração de vida da folha e o filocrono, assim os mesmos fatores que conferiram a esse manejo um maior filocrono, conferiu às folhas maior tempo de vida.

Houve efeito ($P < 0,05$) do ciclo de pastejo sobre o tempo de vida da folha (TVF), apresentando maiores valores nos últimos ciclos de pastejo, principalmente no ciclo cinco para os pastos manejados com frequência de pastejo de 60 cm e no ciclo quatro para aqueles manejados com frequência de 80 cm (Tabela 5). O maior TVF observado na época de menor precipitação pluviométrica implica em menores taxas de renovação dos tecidos, refletindo em maiores FIL e, conseqüentemente, maiores TVF.

Observou-se interação ($P < 0,05$) entre híbrido e frequência para a taxa de senescência foliar anterior (TSFa), apresentando maior valor nos pastos com híbrido CM manejados a 80 cm (Tabela 4). A TSFa refere-se à senescência das lâminas foliares remanescentes após o processo de desfolhação. Esta pode ser influenciada pela frequência de pastejo, de modo que maiores períodos de descanso podem propiciar a senescências das primeiras folhas produzidas na rebrotação (CÂNDIDO et al., 2006; POMPEU et al., 2009).

Houve efeito isolado ($P < 0,05$) de híbrido e de frequência de pastejo sobre a taxa de senescência foliar posterior (TSFp), onde o híbrido BR se sobressaiu ao híbrido CM e a frequência de 80 cm foi superior à frequência de 60 cm (Tabela 4). A menor interceptação da radiação fotossinteticamente ativa incidente pelas folhas maduras localizadas na base do dossel contribuiu para a redução da eficiência fotossintética e do tempo de vida das mesmas (Lemaire, 1997). O maior incremento na TSFp observado nos dosséis do híbrido BR demonstra uma maior sensibilidade desse híbrido às condições edafoclimáticas as quais os híbridos foram submetidos. O pastejo menos frequente (80 cm de altura) pode ter proporcionado maior sombreamento na parte inferior do dossel, desencadeando maior senescência das primeiras folhas produzidas durante a rebrotação.

Houve interação ($P < 0,05$) entre híbrido e frequência de pastejo para taxa de acúmulo de forragem total (TAFT), apresentando menor valor de TAFT nos pastos com híbrido CM sob frequência de pastejo de 60 cm ($154,27 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, Tabela 6). Essa resposta pode ser

justificada pela sua menor taxa de alongamento de colmo, mostrando que a TAFT nesse manejo foi oriunda principalmente de incremento em lâminas foliares verdes.

Tabela 6 – Taxas de acúmulo de forragem total e verde em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo

Híbrido	FP (altura, cm)		Média	CV (%)
	60	80		
TAFT (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)				
BR	181,01Aa	168,27Ab	174,64	3,27
CM	154,27Bb	167,98Aa	161,13	
Média	167,64	168,13		
TAFV (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)				
BR	177,93Aa	149,71Bb	163,82	3,52
CM	151,06Bb	164,42Aa	157,74	
Média	164,50	157,07		

Frequência de pastejo (FP); híbrido BR007A x TX2785 (BR); híbrido CMSXS157A x TX2785 (CM); taxa de acúmulo de forragem total (TAFT); taxa de acúmulo de forragem verde (TAFV); 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).

A TAFT variou (P<0,05) ao longo dos ciclos de pastejo em todo os manejos avaliados, apresentando maiores valores nos primeiros ciclos, sobretudo nos ciclos um e dois (Tabela 7). Essa redução da TAFT com o passar dos ciclos de pastejo pode ser explicada pela redução na taxa de alongamento foliar e na taxa de alongamento de colmo, associadas ao aumento do filocrono (Tabela 5) e à progressiva redução na densidade populacional de perfilhos (Tabela 9), características essas que têm efeito direto sobre a produção de forragem.

Houve interação (P<0,05) entre os fatores híbrido e frequência de pastejo para taxa de acúmulo de forragem verde (TAFV), com maiores valores observados para os manejos BRx60 e CMx80 (177,93 e 164,42 kg ha⁻¹ d⁻¹, respectivamente, Tabela 6). Para o manejo BRx60, a maior taxa de alongamento de colmo, aliada à menor taxa de senescência foliar observada justificam esse resultado. Para os pastos sob combinação CMx80, a maior TAFV pode ser justificada pela maior quantidade de lâminas foliares verdes (Tabela 10), reduzindo assim a necessidade de mobilização de reservas orgânicas para a formação de novas folhas (menor filocrono, Tabela 4). Essa maior dinâmica de crescimento permite uma recuperação mais rápida do índice de área foliar, resultando em maior acúmulo líquido de forragem.

Tabela 7 – Taxas de acúmulo de forragem total e verde em função dos ciclos de pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo

Tratamento	Ciclo				
	1	2	3	4	5
TAFT (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ , CV = 3,27%)					
BRx60	305,51a	217,43ab	177,56bc	171,83bc	84,25c
BRx80	262,54a	234,54a	118,04b	51,55b	-
CMx60	255,86a	161,21ab	204,52ab	93,21b	80,76b
CMx80	209,13a	213,03a	102,2b	157,95ab	-
TAFV (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ , CV = 3,52%)					
BRx60	304,76a	212,61ab	173,87bc	168,50bc	82,25c
BRx80	260,31a	157,42b	114,71bc	50,13c	-
CMx60	254,23a	156,75ab	202,80ab	89,99b	76,44b
CMx80	208,11a	206,24a	98,99b	154,52ab	-

Taxa de acúmulo de forragem total (TAFT); taxa de acúmulo de forragem verde (TAFV); 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).

A TAFV foi afetada (P<0,05) pelos ciclos de pastejo em todos os manejos avaliados, apresentando maiores valores nos primeiros ciclos de rebrotação (Tabela 7). A redução na TAFV observada com o passar dos ciclos pode ser justificada pelas reduções progressivas na taxa de alongamento da folha, taxa de alongamento do colmo e na densidade populacional de perfilhos, associadas ao aumento da taxa de senescência foliar com o passar do tempo devido às condições climáticas desfavoráveis, sobretudo de precipitação.

4.2 Avaliação das características estruturais pré-pastejo

Houve efeito (P<0,05) dos fatores híbrido e frequência de pastejo sobre o índice de área foliar (IAF) pré-pastejo, com o híbrido BR apresentando maior IAF que o CM (Tabela 8). O maior IAF observado nesse híbrido pode ser justificado pela sua maior densidade populacional de perfilhos, aliada ao seu elevado número de novas folhas vivas por perfilho (Tabela 8), a despeito do seu menor comprimento final da lâmina foliar. Conforme Chapman & Lemaire (1993), a densidade populacional de perfilhos e o número de novas folhas vivas por perfilho são variáveis que influenciam diretamente no IAF do pasto.

Os ciclos de pastejo também afetaram (P<0,05) o IAF, onde o híbrido BR nas duas frequências apresentou maiores valores de IAF nos ciclos de rebrotação um e dois; e o híbrido CM nas duas frequências apresentou maiores valores de IAF no primeiro ciclo de rebrotação (Tabela 9). A redução no IAF com o passar dos ciclos de pastejo deveu-se às reduções progressivas na densidade populacional de perfilhos e no comprimento final da lâmina foliar observados a partir do terceiro ciclo de pastejo; e da redução no número de novas folhas vivas

por perfilho observada a partir do segundo ciclo de pastejo (Tabela 9). Desse modo, os resultados obtidos são justificados pelas variações que ocorreram nessas características estruturais ao longo dos ciclos de pastejo, tendo em vista seus efeitos diretos sobre o IAF da pastagem (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993).

Tabela 8 – Características estruturais na condição pré-pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo

Híbrido	FP (cm de altura)		Média	CV (%)
	60	80		
IAF				
BR	2,66	2,82	2,74A	2,94
CM	1,80	2,45	2,13B	
Média	2,23b	2,64a		
IRFA (%)				
BR	67,64Aa	67,18Aa	67,41	1,47
CM	53,17Bb	66,30Aa	59,74	
Média	60,41	66,74		
DPP (perf m ⁻²)				
BR	88,84Aa	88,86Aa	88,85	0,87
CM	67,95Ba	64,22Bb	66,09	
Média	78,40	76,54		
NNFV (folhas perf ¹)				
BR	3,38Ab	4,01Ba	3,70	3,18
CM	3,21Ab	4,39Aa	3,80	
Média	3,30	4,20		
CFL (cm)				
BR	43,10Ba	40,72Bb	41,91	0,88
CM	47,43Ab	49,26Aa	48,35	
Média	45,27	44,99		
HP (cm)				
BR	16,53Bb	21,45Ba	18,99	2,58
CM	34,23Aa	29,53Ab	31,88	
Média	25,38	25,49		

Frequência de pastejo (FP); híbrido BR007A x TX2785 (BR); híbrido CMSXS157A x TX2785 (CM); índice de área foliar (IAF); interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA), densidade populacional de perfilhos (DPP); número de novas folhas vivas por perfilho (NNFV); comprimento final da lâmina foliar (CFL); horizonte de pastejo (HP); 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).

Houve interação (P<0,05) entre híbrido e frequência de pastejo para a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA), apresentando menor valor de IRFA no híbrido CM com frequência 60 cm, em comparação às demais combinações (Tabela 8). A IRFA foi também afetada (P<0,05) pelos ciclos de pastejo (Tabela 9). O menor IAF observado nos pastos com híbrido CM à 60 cm, bem como a redução no IAF observada em todos os manejos

adotados com o avanço dos ciclos de pastejo, justificam essa resposta da IRFA, tendo em vista a alta correlação ($r= 0,9594$, $P<0,05$) existente entre essas duas variáveis.

Houve interação ($P<0,05$) entre os fatores analisados para a densidade populacional de perfilhos (DPP), onde o híbrido BR sob as duas frequências apresentou maiores médias (88,84 e 88,86 perf m^{-2} , respectivamente, Tabela 8). O híbrido CM manejado com ambas as frequências de pastejo apresentou maior altura pré-pastejo que o híbrido BR (64,17; 79,49; 62,58; 78,16 cm para os manejos CMx60, CMx80, BRx60 e BRx80, respectivamente). É possível que uma competição intraespecífica por fatores abióticos, especialmente por luz, tenha desencadeado a morte de perfilhos para compensar sua densidade populacional (MATTHEW et al., 1995), processo importante para a manutenção da estabilidade, persistência e produtividade da pastagem (SILVA et al., 2008). A melhor resposta do híbrido BR submetido às diferentes frequências de pastejo mostra a maior capacidade de perfilhamento desse genótipo, o que sugere maior persistência no longo prazo (CULLEN et al., 2005).

Foi observado efeito ($P<0,05$) dos ciclos de pastejo sobre a DPP, apresentando uma redução na DPP em todos os manejos avaliados a partir do terceiro ciclo (Tabela 9). Com o avanço dos ciclos de pastejo pode ter ocorrido a elevação e remoção de parte dos meristemas apicais durante os pastejos. Além disso, o plantio um pouco tardio fez com que os pastos chegassem ao terceiro ciclo de pastejo já no final do período chuvoso, tornando os perfilhos mais frágeis e susceptíveis ao completo arranquio pelos animais em pastejo, que associado à inibição da brotação de novas gemas, colaborou progressivamente para um processo de degradação das pastagens.

Houve interação ($P<0,05$) entre híbrido e frequência para o número de novas folhas vivas por perfilho (NNFV), apresentando maior média nos pastos com híbrido CM à 80 cm (4,39 folhas perf⁻¹, Tabela 8). Na ausência de deficiências hídricas e nutricionais o número de novas folhas vivas por perfilho é uma característica genotípica considerada bastante estável (NABINGER & PONTES, 2001). É provável que o maior período de descanso proposto aos pastos manejados menos frequentemente (80 cm), aliado ao menor FIL (Tabela 4) observado no híbrido CM tenha feito com que esse tratamento apresentasse maior número de folhas vivas. O NNFV foi afetado ($P<0,05$) pelos ciclos de pastejo, apresentando maiores valores no primeiro ciclo de pastejo (Tabela 9). Esse resultado é justificado pelo aumento no filocrono observado a partir do segundo ciclo de pastejo, caracterizando uma progressiva escassez nos fatores de crescimento, especialmente disponibilidade hídrica (Figura 4).

Tabela 9 – Características estruturais na condição pré-pastejo em função dos ciclos de pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo

Tratamento	Ciclo				
	1	2	3	4	5
IAF (CV = 2,94%)					
BRx60	4,1a	3,2ab	2,3bc	2,1c	2,1c
BRx80	4,2a	3,2ab	2,2b	2,0b	-
CMx60	3,2a	2,0bc	2,2b	1,2cd	0,9d
CMx80	3,8a	2,4b	2,1b	2,0b	-
IRFA (% , CV = 1,47%)					
BRx60	82,8a	75,8ab	65,5bc	60,3c	59,7c
BRx80	80,3a	78,0ab	59,2b	56,7b	-
CMx60	73,4a	59,5a	63,5a	42,8b	34,1b
CMx80	81,0a	72,3ab	62,8bc	57,9c	-
DPP (perf m ⁻² , CV = 0,87%)					
BRx60	105,1ab	119,3a	91,6bc	74,4cd	57,9d
BRx80	95,9b	131,0a	72,1bc	56,6c	-
CMx60	82,0ab	90,8a	65,5bc	59,8cd	47,8d
CMx80	63,9b	92,0a	53,5bc	45,4c	-
NNFV (folhas perf ⁻¹ , CV = 3,18%)					
BRx60	5,50a	2,73b	3,33b	3,13b	3,05b
BRx80	6,45a	3,63bc	3,83b	2,58c	-
CMx60	6,00a	2,23c	3,15b	3,13b	2,60bc
CMx80	6,63a	4,03b	3,23c	4,50b	-
CFL (cm, CV = 0,88%)					
BRx60	52,3a	50,8ab	40,3bc	40,1bc	35,6c
BRx80	52,7a	43,1ab	34,5bc	31,2c	-
CMx60	56,3a	55,9a	43,9b	44,4b	39,4b
CMx80	59,0a	54,2a	45,5b	39,6b	-
HP (cm, CV = 2,58%)					
BRx60	34,8a	25,9ab	16,6b	2,4c	15,2b
BRx80	39,5a	22,6b	2,3c	29,5ab	-
CMx60	36,0	33,4	35,5	32,5	33,7
CMx80	34,6a	38,7a	38,6a	3,2b	-

Índice de área foliar (IAF); interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA), densidade populacional de perfilhos (DPP); número de novas folhas vivas por perfilho (NNFV); comprimento final da lâmina foliar (CFL); horizonte de pastejo (HP); médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha dentro de cada variável, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Observou-se interação (P<0,05) entre híbrido e frequência de pastejo para o comprimento final da lâmina foliar (CFL), apresentando maior valor médio para o híbrido CM sob frequência de 80 cm (49,26 cm, Tabela 8). Segundo Gomide e Gomide (1999), o CFL é afetado tanto pelo comprimento do pseudocolmo como pelo filocrono. No primeiro caso, quanto maior o comprimento, maior o espaço percorrido pela lâmina foliar desde a região do meristema apical até sua completa expansão. Por outro lado, a taxa de alongamento das folhas influencia no seu comprimento final (NABINGER & PONTES, 2001). Desse modo, o maior comprimento do pseudocolmo, aliado às maiores taxas de alongamento

(13,13 cm perf⁻¹ dia⁻¹) e de aparecimento (0,25 cm perf⁻¹ dia⁻¹) foliar observadas (Tabela 4) na combinação CMx80 justificam esse resultado.

O CFL foi afetado ($P < 0,05$) também pelos ciclos de pastejo, apresentando maiores valores nos dois primeiros ciclos de pastejo de todos os manejos avaliados (Tabela 9). A redução no CFL observada ao longo dos ciclos de pastejo pode ser explicada por uma possível elevação do meristema apical com o passar dos ciclos, de modo que o caminho percorrido pela lâmina até sua expansão, bem como a duração do alongamento dessas lâminas fosse sendo reduzido.

Houve interação ($P < 0,05$) entre híbrido e frequência de pastejo para o horizonte de pastejo (HP, Tabela 3). Pastos com o híbrido CM a 60 cm apresentaram maior HP (34,23 cm). Provavelmente o menor incremento em biomassa de colmo verde observado para este manejo proporcionou menor elevação da lígula de maior nível de inserção. O pastejo mais frequente e o consequente menor incremento em biomassa de colmo verde, associados ao maior comprimento final da lâmina foliar e ao menor Pseudocolmo vertical (PseudV = 29,94 e 49,97 cm para os manejos CMx60 e CMx80, respectivamente) observado no híbrido CM, propiciou um maior HP.

Pastos cultivados com o híbrido CM manejado com frequência de pastejo de 60 cm não sofreram efeito ($P > 0,05$) dos ciclos de pastejo sobre o horizonte de pastejo. Os pastos cultivados com o híbrido CM apresentaram ainda maior relação LF/C, sinalizando boa acessibilidade dos animais a esse horizonte de pastejo e menor dificuldade de colheita dessa forragem pelos animais em pastejo.

Houve efeito isolado ($P < 0,05$) do híbrido de sorgo e da frequência de pastejo sobre os componentes: biomassa de forragem total (BFT), biomassa de forragem verde (BFV) e biomassa de colmo verde (BCV, Tabela 10).

Maiores valores de BFT, BFV e BCV foram observados em pastos com o híbrido BR e na menor frequência de pastejo (80 cm, Tabela 10). O híbrido BR possui como característica própria do seu crescimento, maior incremento em biomassa de colmo, caracterizada pela sua maior taxa de alongamento de como (Tabela 4). Essa característica torna seus perfilhos mais verticais, elevando a eficiência de utilização da RFA interceptada (SUGIYAMA et al, 1985) e repercutindo no aumento em BFT e BFV. Os resultados de BFT, BFV e BCV observados nos pastos manejados menos frequentemente se deve ao maior período de descanso que lhes foi proporcionado, o qual propiciou maior tempo de aproveitamento dos fatores abióticos disponíveis e o consequente aumento na produção dos componentes da biomassa de forragem produzida (SILVA, 2015).

Tabela 10 – Biomassa de forragem total e de seus componentes na condição pré-pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo

Híbrido	FP (altura, cm)		Média	CV (%)
	60	80		
	BFT (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹)			
BR	1187,42	1694,36	1440,89A	2,42
CM	876,09	1463,69	1169,89B	
Média	1031,76b	1579,03a		
	BFV (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹)			
BR	1157,45	1607,48	1382,47A	2,54
CM	832,94	1433,55	1133,25B	
Média	995,20b	1520,52a		
	BLV (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹)			
BR	731,62Ab	933,98Aa	832,80	2,71
CM	624,07Bb	932,34Aa	778,21	
Média	677,85	933,16		
	BCV (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹)			
BR	425,83	712,29	569,06A	3,05
CM	208,87	501,20	355,04B	
Média	317,35b	606,75a		
	BFM (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹)			
BR	29,96Aa	24,10Ab	27,03	5,35
CM	29,48Aa	18,32Bb	23,90	
Média	29,72	21,21		
	LF/C			
BR	2,11Ba	1,97Ba	2,04	2,75
CM	3,80Aa	2,63Ab	3,22	
Média	2,96	2,30		

Frequência de pastejo (FP); híbrido BR007A x TX2785 (BR); híbrido CMSXS157A x TX2785 (CM); biomassa de forragem total (BFT), biomassa de forragem verde (BFV), biomassa de lâmina foliar verde (BLV); biomassa de colmo verde (BCV), biomassa de forragem morta (BFM), relação lâmina foliar/colmo (LF/C); 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).

Não foi observado efeito (P>0,05) dos ciclos de pastejo sobre a BFT e a BFV para os pastos com híbrido BR nas duas frequências de pastejo (Tabela 11). Apesar da redução na disponibilidade de fatores abióticos, principalmente água, com o transcorrer dos ciclos de pastejo, estas características produtivas, mantiveram-se, demonstrando a aptidão xerófila desse genótipo.

Penna et al. (2010) avaliando seis diferentes genótipos de híbridos de sorgo em duas épocas do ano, observaram precipitação pluviométrica média de 1.340 mm e obtiveram, em três ciclos, produção de matéria verde de 42 t ha⁻¹. No presente estudo, a baixa precipitação pluviométrica observada ao longo de todo o período experimental (550 mm, Figura 1), contribuindo para obtenção de produções de matéria verde inferiores àquelas descritas por

Penna (5,3 e 6,7 t ha⁻¹ para os tratamentos que obtiveram 4 e 5 ciclos de pastejo, respectivamente).

Constatou-se um aumento ($P < 0,05$) em BCV com o avanço do período seco, sobretudo no último ciclo de pastejo de cada manejo avaliado (Tabela 11). No último ciclo de pastejo, os pastos manejados com frequência de pastejo de 60 cm e 80 cm obtiveram um período de descanso médio de 23 e 38 dias, respectivamente; e já encontravam-se em estágio reprodutivo. É esperado o aumento na BCV com o avanço no estágio de desenvolvimento da planta (CÂNDIDO, 2005a) e a consequente perda em valor nutritivo, devido à mais baixa digestibilidade desse material (CÂNDIDO, 2005b).

Observou-se interação ($P < 0,05$) entre híbrido e frequência de pastejo para a biomassa de lâmina foliar verde (BLV), revelando maiores valores nos pastos manejados com menor frequência (80 cm de altura, Tabela 10). Possivelmente o maior período de descanso nesses pastos possibilitou maior produção de folhas por perfilhos e um maior alongamento nos colmos, contribuindo para o surgimento de lâminas foliares de maior comprimento, haja vista que a mediada que o colmo se alonga, maior será o percurso que as lâminas foliares deveram percorrer até atingir sua expansão.

A BLV foi afetada ($P < 0,05$) pelos ciclos de pastejo, apresentando uma redução com o avançar dos ciclos de rebrotação (Tabela 11). Possivelmente o dossel passou a priorizar a alocação de carbono nos meristemas radiculares em detrimento à produção de lâminas foliares, como mecanismo de tolerância à seca (VAN VOLKENBURGH & BOYER, 1985).

Houve interação ($P < 0,05$) entre híbrido e frequência de pastejo para a biomassa de forragem morta (BFM), apresentando maior BFM nos pastos manejados com maior frequência de pastejo (60 cm de altura, Tabela 10). Pastos manejados mais frequentemente tendem a apresentar maior densidade populacional de perfilhos (DPP) devido ao maior estímulo desse manejo ao perfilhamento. Entretanto, não se observou uma superioridade expressiva da DPP nos pastos manejados com 60 cm de altura (Tabela 8). Possivelmente, esse manejo tenha induzido maior mortalidade de perfilhos, o que justifica a maior BFM observada.

A BFM variou ($P < 0,05$) em função dos ciclos de pastejo, revelando maior BFM no último ciclo de pastejo de cada manejo adotado (Tabela 11). Provavelmente o estresse hídrico experimentado com o transcorrer dos ciclos de pastejo (Figura 4) acelerou o processo de senescência foliar (Tabela 5), como mecanismo de redução da superfície transpirante da planta, acarretando em maior BFM.

Tabela 11 – Biomassa de forragem total e de seus componentes na condição pré-pastejo em função dos ciclos de pastejo em dois híbridos de sorgo sob duas frequências de pastejo

Tratamento	Ciclo				
	1	2	3	4	5
BFT (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹ , CV = 2,42%)					
BRx60	1355,2a	1236,4a	864,5a	1283,6a	1293,0a
BRx80	2120,7a	1591,1a	1529,1a	1864,3a	-
CMx60	1482,5a	801,6b	927,4b	721,6b	642,0b
CMx80	1776,0ab	1436,9ab	1253,3b	1877,0a	-
BFV (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹ , CV = 2,54%)					
BRx60	1354,1a	1210,2a	838,8a	1256,3a	1234,1a
BRx80	2119,5a	1565,0a	1512,1a	1525,0a	-
CMx60	1474,1a	775,7bc	914,7b	631,1bc	578,8c
CMx80	1774,8a	1413,9ab	1234,0b	1796,3ab	-
BLV (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹ , CV = 2,71%)					
BRx60	1051,6a	923,0ab	570,3b	681,4b	558,2b
BRx80	1509,4a	1029,3b	794,3bc	537,2c	-
CMx60	1144,4a	685,8b	702,5b	418,8c	338,2c
CMx80	1271,0a	1080,2ab	879,9bc	626,6c	-
BCV (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹ , CV = 3,05%)					
BRx60	302,4bc	287,2c	268,5c	574,9ab	675,9a
BRx80	610,2a	535,7a	717,9a	1167,8a	-
CMx60	329,7a	89,9c	212,3b	212,4b	240,7ba
CMx80	503,7b	333,6b	354,1b	1167,6a	-
BFM (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹ , CV = 5,35%)					
BRx60	1,2b	26,2b	25,7b	27,4b	58,9a
BRx80	1,2c	26,1b	17,0bc	71,9a	-
CMx60	8,4b	25,9b	12,7b	26,2b	63,2a
CMx80	1,2b	23,0a	19,3ab	26,0a	-
LF/C (CV = 2,75%)					
BRx60	3,53a	3,42a	2,12b	1,43b	0,92b
BRx80	2,57a	3,07a	1,54ab	0,67b	-
CMx60	3,72b	7,93a	3,34bc	3,42b	1,60c
CMx80	2,74a	3,29a	2,70a	0,56b	-

Biomassa de forragem total (BFT), biomassa de forragem verde (BFV), biomassa de lâmina foliar verde (BLV) e biomassa de colmo verde (BCV), biomassa de forragem morta (BFM), relação material vivo/material morto (MV/MM), relação lâmina foliar/colmo (LF/C); médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha dentro de cada variável, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Constatou-se interação entre híbrido e frequência para a relação lâmina foliar/colmo (LF/C), apresentando menores valores para os pastos com híbrido BR nas frequências de 60 e 80 cm (2,11 e 1,97 respectivamente, Tabela 10). A relação LF/C é um indicativo qualitativo da biomassa do pasto, sendo assim busca-se delinear estratégias de manejo que possibilitem maior relação LF/C. A menor relação LF/C observada nos pastos do híbrido BR manejados com diferentes frequências de pastejo é justificada pelo elevado investimento em biomassa de colmo que este híbrido apresenta (Tabela 10).

O crescente incremento em BCV com o passar dos ciclos de rebrotação citado anteriormente, conferiu uma diminuição progressiva ($P < 0,05$) na relação LF/C em todos os manejos avaliados (Tabela 11).

De modo geral, observou-se que o híbrido CM apresentou maior taxa de alongamento foliar e menor filocrono, resultando assim em um maior comprimento final da lâmina foliar que, associado ao menor incremento em biomassa de colmo verde, proporcionou um maior horizonte de pastejo nesses pastos. Além disso, o híbrido CM apresentou maior número de novas folhas produzidas e maior relação lâmina foliar/colmo, características que favorecem seu uso imediato sob pastejo. Entretanto, vale ressaltar a importância de realizar um corte inicial para ensilagem para garantir a elevada densidade populacional de perfilhos e a persistência do híbrido CM ao longo dos vários ciclos de pastejo.

O híbrido BR, por sua vez, apresentou maior densidade populacional de perfilhos, indicando que há uma variação genética para essa característica que justifica a continuidade de programas de seleção de híbridos de sorgo, buscando fixar essa característica e incrementá-la, especialmente para o pastejo por ovinos. O incremento em biomassa de colmo verde é uma característica indesejável para o uso da forrageira sob pastejo, porém para a produção de silagens, o incremento em colmo representa maior produção de forragem e não apresenta problemas para o consumo, tendo em vista que a forragem é picada para a realização do processo de ensilagem. Apesar de o híbrido BR apresentar boas características para a ensilagem, vale ressaltar a necessidade de se realizar estudos que avaliem a viabilidade do uso dessa técnica.

5 CONCLUSÕES

O híbrido CM manejado com frequência de 60 cm apresenta maior relação lâmina foliar/colmo e maior horizonte de pastejo, sinalizando boa acessibilidade dos animais a essa forragem produzida durante o pastejo. Entretanto, para o manejo desse híbrido com ovinos, a redução progressiva da densidade populacional de perfilhos sugere a necessidade de manejá-lo sob corte no primeiro ciclo para que o pasto seja homogeneizado e o perfilhamento estimulado, podendo ser utilizado sob pastejo nos ciclos seguintes.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.
- BARBOSA, R. A.; JÚNIOR, D. N.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; JÚNIOR, R. A. A. T. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.
- BARTHAM, G. T. Experimental techniques: The HFRO Sward Stick. *In*: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION. **Biennial report**. Midlonthian, 1985. p. 29-30.
- BÉLANGER, G. Morphogenetic characteristics of timothy grown with varying N nutrition. **Canadian Journal of Plant Science**, v.78, n.1, p.103-108, 1998.
- BROUGHAM, R. W. Interception of light by foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.9, n.1, p.39-52, 1958.
- CÂNDIDO, M. J. D.; SILVA, R. G.; NEIVA, J. N. M.; FACÓ, O.; BENEVIDES, Y I. FARIAS, S. F. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2234-2242, 2006.
- CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C. A. M.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, W. E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.406-415, 2005a.
- 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, 2005b.
- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *In*: BAKER, M.J. (Ed.) **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. p.55-64.
- 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.
- CULLEN, B. R.; CHAPMAN, D. F.; QUIGLEY, P. E. Persistence of *Phalaris aquatica* in grazed pastures 1. Plant and tiller population characteristics. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.45, n.1, p.41-48, 2005.
- CUTRIM JUNIOR, J. A. A.; CÂNDIDO, M. J. D.; VALENTE, B. S. M.; CARNEIRO, M. S. S.; CARNEIRO, H. A. V. Características estruturais do dossel de capim-tanzânia submetido a

três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.489-497, 2011.

DURU, M.; DUCROQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, v.85, n.5, p.645-653, 2000.

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

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JR., D.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

FIALHO, C. A.; SILVA, S. C. da; GIMENES, F. M. de A.; GOMES, M. B.; BERNDT, A.; GERDES, L. Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilization. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.3, p.137-139, 2012.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p. 1890-1900, 2002.

GAUTIER, H., VARLET-GRANHER, C. Regulation of leaf growth of grass by blue light. **Physiologia Plantarum**, v.98, n.2, p.424-430, 1996.

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.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, A. Índices morfológicos 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, J. A.; GOMIDE, C. A. M. Fundamentos estratégias do manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. 1., 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG, 1999. p.179-200.

GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. M. Morfofisiologia de gramíneas forrageiras. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros**. Jaboticabal: Gráfica Multipress. 2013. p.31-50.

GONTIJO, M. H. R.; BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; GOMES, S. P.; BORGUES, I.; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, M. M. Potencial forrageiro de seis híbridos de sorgo com capim sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.7, n.1, p.33-43, 2008.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperature Sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15, Kyoto, 1985. **Anais...** Nishi-Nasuno: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p.63-66.

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

LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de Braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.7, p.760-767, 2011.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.117-144.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.

LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, F. M. L. Características morfogênicas de dois tipos de perfilhos e produção de biomassa do capim-massai adubado com nitrogênio durante o estabelecimento. **Bioscience Journal**, v.30, n.5, p.666-677, 2014.

LUNA, A. A.; DIFANTE, G. S.; MONTAGNER, D. B.; EMERENCIANO NETO, J. V.; ARAÚJO, I. M. M.; OLIVEIRACARA, L. E. C. Características morfogênicas e acúmulo de forragem de gramíneas forrageiras sob corte. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1803-1810, 2014.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M. da; MISTURA, C.; MORAIS, R. V. de; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JR., D. do; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. da. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

MARCELINO, K. R. A.; NASCIMENTO JR., D.; SILVA, S. C.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. M. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2243-2252, 2006.

MATTHEW, C.; LEMAIRES, G.; HAMILTON, N. R. S.; GARAY, A. H. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v.76, n.6, p.579-587, 1995.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2001. p.755-770.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) **Produção de bovinos a pasto**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. p.15-95.

PEACOCK, J. M. Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. I. The thermal microclimate: its measurement and relation to crop growth. **Journal of Applied Ecology**, v.12, n.1, p.99-113, 1975.

PEARSE, P. J., WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **Journal of Agricultural Science**, v.103, n.2, p.405-413, 1984.

PEDREIRA, B. C. e; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. da. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.281-287, 2007.

PENNA, A. G.; BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; GOMES, S. P.; PENNA, C. F. A. M.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M.; SILVA, R. R. Produção de seis híbridos de sorgo com capim-sudão avaliados em três cortes e em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.1, p.93-105, 2010.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; ROGÉRIO, M. C. P.; BENEVIDES, Y. I.; OLIVEIRA, B. C. M. de. Fluxo de biomassa de capim-tanzânia com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.809-817, 2009.

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, Lavras, 2000. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p.179-201.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BRAZ, T. G. S.; SILVA, S. P.; GOMES, V. M.; SILVA, G. P. Características morfológicas 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.

SILSBURY, J. H. The effects of temperature and light energy on dry weight and leaf area changes in seedling plants of *Lolium perenne* L. Aust. **Journal of Agricultural Research**, v.22, n.2, p.177-187, 1971.

SILVA, A. C. F.; QUADROS, F. L. F.; TREVISAN, N. B.; MARTINS, C. E. N.; BANDINELLI, D. G. Alternativa de manejo de pastagem hibernal: níveis de biomassa de lâmina foliar verde. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.472-478, 2005.

SILVA, L. V. **Componentes da biomassa e estrutura do capim-aruana sob duas frequências e duas intensidades de desfolhação**. Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará, 2015. 59p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, 2015.

- SILVA, L. V.; CÂNDIDO, M. J. D.; PESSOA, J. P. M.; CAVALCANTE, A. C. R.; CARNEIRO, M. S. S.; SILVA, A. N. Componentes da biomassa e características estruturais em capim-aruaana sob diferentes frequências e intensidades de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.12, p.1192-1200, 2015.
- SILVA, R. G. da; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, D. S. da. 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.
- SILVA, S. C.; JÚNIOR, D. N.; SBRISIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4, Viçosa, 2008. **Anais...** Viçosa: UFV, 2008, p.75-100.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- SOUSA, B. M. L.; JÚNIOR, D. N.; SILVA, S. C.; MONTEIRO, H. C. F.; RODRIGUES, C. S.; FONSECA, D. M.; SILVEIRA, M. C. T.; SBRISIA, A. F. Morphogenetic and structural characteristics of andropogon grass submitted to different cutting Heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2141-2147, 2010.
- SUGIYAMA, S.; YONEYAMA, M.; TAKAHASHI, N.; GOTOH, K. Canopy structure and productivity of Festuca arundinacea Schreb. swards during vegetative and reproductive growth. **Grass and Forage Science**, v.40, n.1, p.49-55, 1985.
- TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, R. G. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.6, n.2, p.258-263, 2004.
- VAN LOO, E.N. Tillering, leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials. **Annals of Botany**, v.70, n.6, p.511-518, 1992.
- VAN VOLKENBURGH, E.; BOYER, J. S. Inhibitory effects of water deficit on maize leaf elongation. **Plant Physiology**, v.77, n.1, p.190-194, 1985.
- ZAGO, C. P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: **Manejo cultural do sorgo para forragem**. 2. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1997. p.9-26. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 17).
- ZANINE, A. M.; NASCIMENTO JR., D.; SANTOS, M. E. R.; PENA, K. S.; SILVA, S. C.; SBRISIA, A. F. Características estruturais e acúmulo de forragem em capim-tanzânia sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2364-2373, 2011.

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins acadêmicos que o abstract da dissertação intitulada **“FLUXO DE BIOMASSA E ESTRUTURA DO DOSSEL EM HÍBRIDOS DE SORGO MANEJADOS SOB FREQUÊNCIAS DE PASTEJO COM OVINOS”** de autoria de Danielle Nascimento Coutinho foi revisado pelo assinado abaixo.

Curitiba, 08 de fevereiro de 2018.

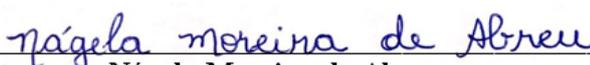
Erica M. Takahashi de Alencar

Dra. Erica M. Takahashi de Alencar

DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO DE PORTUGUÊS

Declaro, para os devidos fins, que realizei a revisão da dissertação intitulada **Fluxo de biomassa e estrutura do dossel em híbridos de sorgo manejados sob frequências de pastejo com ovinos**, de autoria de **Danielle Nascimento Coutinho**, consistindo em correção gramatical, adequação do vocabulário e inteligibilidade do texto.

Fortaleza, 09 de fevereiro de 2018.



Nágela Moreira de Abreu
Graduada em Letras pela Universidade Estadual
Vale do Acaraú