**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Acúmulo, composição morfológica, e valor nutritivo da forragem do
capim Convert HD 364 em resposta ao manejo do pastejo sob
lotação contínua e rotativa**

Otávio Goulart de Almeida

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2018**

Otávio Goulart de Almeida
Bacharel em Zootecnia

**Acúmulo, composição morfológica, e valor nutritivo da forragem do
capim Convert HD 364 em resposta ao manejo do pastejo sob lotação
contínua e rotativa**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **CARLOS GUILHERME SILVEIRA PEDREIRA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

Piracicaba
2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Almeida, Otávio Goulart de

Acúmulo, composição morfológica, e valor nutritivo da forragem do capim Convert HD 364 em resposta ao manejo do pastejo sob lotação contínua e rotativa / Otávio Goulart de Almeida. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2018.

90 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Convert HD 364 2. Mulato II 3. Método de pastejo 4. Valor nutritivo 5. Acúmulo de forragem 6. Estrutura do dossel I. Título

DEDICATÓRIA

À minha mãe Maria Luciana (Lilita) (*in memoriam*), pelo exemplo de pessoa, dedicação ao próximo e amor incondicional.

Ao meu pai Messias, meus irmãos Beatriz e João Eduardo, e às minhas tias Wilma e Ana pelo incentivo e por acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e aos bons espíritos pela forma com que me conduziram para chegar até aqui.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo – ESALQ/USP, pelo privilégio de estudar nessa instituição.

Meu agradecimento em especial ao Prof. Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira pela orientação, ensinamentos, paciência, incentivo, motivação e, principalmente, por confiar a mim a oportunidade de cursar o mestrado, mostrando sempre que com bom humor tudo fica mais fácil. Aos membros do meu comitê de orientação, Prof.(a) Dr.(a) Patricia Menezes Santos (Embrapa Pecuária Sudeste), Prof.(a) Dr.(a) Flávia Maria de Andrade Gimenes (Instituto de Zootecnia, IZ) e também aos meus colegas (Gabriel e Solange), aos professores Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva (ESALQ), Prof. Dr. Márcio André Stefanelli Lara (UFLA) e a Prof.(a) Dr.(a) Ana Cláudia Ruggieri (UNESP) pela valiosa colaboração, sugestões e comentários que enriqueceram o projeto de pesquisa.

Ao Prof. Dr. Valdson José da Silva, pelo auxílio nas correções e sugestões na escrita do meu projeto de mestrado durante o seu pós-doutoramento, que, mesmo longe, continuou me ajudando. Obrigado também pelas conversas e troca de saberes.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens pelos ensinamentos durante as disciplinas e, em especial, à Prof.^a Dr.^a. Carla Maris Machado Bittar pela compreensão e solidariedade.

A Prof. (a) Dr. (a) Janaina Azevedo Martuscello, orientadora de graduação que se tornou uma grande amiga. Obrigado por todo seu apoio e pelo incentivo para que eu viesse para a ESALQ. Também não posso deixar de agradecer os colegas do Grupo de Estudos em Forragicultura e Pastagem (GEFOR) que, durante todos os projetos executados, vimos que o apoio, a solidariedade e o trabalho em grupo andam de mãos dadas.

Ao Grupo de Pesquisa em Pastagem (GP²), em especial aos companheiros de trabalho do projeto no capim Mulato II, Júnior Yasuoka, Solange Holschuch e Gabriel Pedroso pela condução conjunta dos experimentos. Gratidão pela paciência, compreensão e também pela força de trabalho em grupo que tornou possível nossa coleta de dados. Agradeço ao Gabriel Pedroso, pelo apoio, pelos inúmeros encontros me ajudando nas correções da minha redação e pelas conversas. Aos nossos estagiários: Carlos Franco (Atiradô), Marina Miquilini (Abaxa), Pedro Xavier (Bolozi), Isabela Silva (Garupa), mostrando que o trabalho em conjunto é de extrema importância não apenas para o grupo, mas sim, para o crescimento como ser humano.

Um imenso agradecimento ao “Trovão Azul”, guerreiro como só ele, está até hoje na luta, nos ajudando diariamente nos dias de campo.

Aos colegas integrantes e ex-integrantes do Laboratório de Plantas Forrageiras (LAPF): Caio Gomes, Eliana Geremia, Marcell Alonso, a agregada Sara Lopes e aos estagiários do Grupo de Estudos em Plantas Forrageiras (GEPF). Aos grandes amigos que fiz durante esse tempo e acredito que serão amigos de longa data: Carol Aroeira, Guilherme Portes (Migué) e Pedro Guerreiro (Farelo). A todos vocês, obrigado pelos momentos que compartilhamos, pelo convívio diário durante todo esse tempo e também pelas trocas de experiências.

Ao Guilherme Congio, Larissa Garcia, Lucas Carvalho e Patrícia Luizão, pelo ombro amigo, pela paciência, pelas conversas sérias e também pelas conversas jogadas fora e pelos desabaços. Gratidão por todos os momentos que pude contar com vocês, e sei que posso sempre contar.

Meu sincero agradecimento ao Fagner Gomes, pela sua paciência e assistência, por ter desprendido de suas atividades para me ajudar nas análises estatísticas dos dados.

A Eula Carrara pela amizade e companheirismo por esse tempo em que moramos juntos. A Isadora Bragantini (Bouxó), por ser minha nova companheira de casa.

Aos meus tios (as), primos (as) e aos amigos (as) da minha querida cidade Prados, por compreenderem a minha ausência, e gratidão pela irmandade, pelas palavras de apoio e pelos abraços sinceros: Bia (irmã), João (irmão), Aline Vale (Alayne), Ana Flávia, Bárbara Christofaro (Barbaga), Bárbara Guimarães (Tutuca), Caio Cardoso, Chistiane Nascimento (Chrisão), Daniel Goulart (Dani), Debora Ladeira (Namorada), Esther Itaborahy (Teti), Franciane Almeida (Franzita), Gustavo Almeida (Gu), Igor Ladeira, Isabela Ladeira (Belinha), Isis Andrade (Ziza), Joelma Gomes (Jojo), Juliana Reis (Juru), Marcus Bruno (Marcolino), Mariana Nascimento (Mari), Marina Campos (Masinha), Nati Torres, Paula Ladeira (Paulete), Patrícia Ladeira (Pati), Pedro Goulart (Pedrão), Raphael Nascimento (Rapha), Rodrigo Malta, Sarah Hannas (Saroca), Simone Resende (Sissi), Simone Sant'Ana (Bom), Suzana Almeida (Suca), Suzane Nascimento (Su) e Thais Moura (Tata).

Ao Prof. Dr. Flávio Augusto Portela Santos, Dr. Marco Antônio Penatti e aos membros do Clube de Práticas Zootécnicas (CPZ/ESALQ/USP) pelo auxílio necessário no empréstimo dos animais para condução do experimento.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Emerson e Jucelino. Às faxineiras por sempre deixarem nosso laboratório limpo.

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

GRATIDÃO!!!

BIOGRAFIA

Otávio Goulart de Almeida, filho de Messias Goulart de Almeida e Maria Luciana da Silva Almeida (*in memoriam*), irmão de Beatriz Silva de Almeida e João Eduardo de Almeida, nasceu na pequena cidade de Prados, interior de Minas Gerais.

Em agosto de 2010, ingressou no curso de Bacharel em Zootecnia na Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ, na cidade de São João del-Rei, Minas Gerais, concluindo o curso em dezembro de 2015.

Durante a graduação envolveu-se em várias atividades. Foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Extensão (PIBEX) trabalhando no projeto Manejo de Pastagens e Fertilidade do solo de 2013 a 2014. Foi Coordenador de Pesquisa e Extensão do Grupo de Estudos em Forragicultura - GEFOR de 2013 a 2015. Foi monitor da disciplina Fundamentos em Forragicultura e, durante dois anos consecutivos, foi bolsista de Iniciação Científica pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, trabalhando com avaliação e seleção de forrageiras de *Brachiaria* (sin. *Urochloa*) *decumbens* e *Panicum maximum*. Sua última iniciação científica teve que ser interrompida por conta da aprovação no curso de mestrado.

Em fevereiro de 2016, ingressou no curso de Pós-Graduação, em nível de mestrado, na área de Forragicultura e Pastagens na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo – ESALQ/USP.

EPÍGRAFE

“Muitos homens vivem em seu próprio mundo e são bons. Outros, porém, não resistindo às intensas vibrações de energia de que são possuídos, saem de si e se tornam inesquecíveis em suas ações e palavras”.

Autor desconhecido

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE TABELAS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1. IMPORTÂNCIA DAS PASTAGENS NA PECUÁRIA BRASILEIRA.....	19
2.2. O GÊNERO <i>BRACHIARIA</i> E SUA RELEVÂNCIA PARA OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL.....	20
2.2.1. <i>O capim Mulato II</i>	23
2.3. IMPACTO DO MANEJO DO PASTEJO SOBRE A ESTRUTURA DO DOSSEL FORRAGEIRO	25
2.4. CONTROLE DA ALTURA COMO FERRAMENTA DE MANEJO.....	27
2.5. FATORES DE MANEJO QUE AFETAM O VALOR NUTRITIVO DA FORRAGEM PASTEJADA	29
3. HIPÓTESE	33
4. OBJETIVO	35
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
5.1. LOCAL DO EXPERIMENTO	37
5.2. DADOS CLIMÁTICOS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL	37
5.3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL E ESTABELECIMENTO DOS PASTOS.....	39
5.4. CONTROLE DE INVASORAS	39
5.5. IMPOSIÇÃO DOS TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	40
5.5.1. <i>Controle dos pastos destinados a cada tratamento</i>	40
5.5.2. <i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	41
5.6. CONTROLE DAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS	41
5.6.1. <i>Altura do dossel</i>	41
5.6.2. <i>Adubação</i>	45
5.7. AVALIAÇÕES A CAMPO	45
5.7.1. <i>Estimativa de massa (MF), acúmulo (AF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF)</i>	45
5.7.2. <i>Composição morfológica da forragem e o índice de área foliar (IAF)</i>	47
5.7.3. <i>Estrutura vertical do dossel</i>	48
5.7.4. <i>Interceptação de luz (IL) pelo dossel e ângulos da folhagem</i>	49
5.7.5. <i>Valor nutritivo da forragem</i>	49
5.7.6. <i>Análise estatística dos dados</i>	50
6. RESULTADOS	53
6.1. ESTRUTURA DO DOSSEL SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA E EM PRÉ-PASTEJO SOB LOTAÇÃO ROTATIVA.....	53
6.1.1. <i>Interceptação de luz pelo dossel</i>	53
6.1.2. <i>Massa de forragem</i>	54

6.1.3. Acúmulo total e taxa de acúmulo de forragem	54
6.1.4. Índice de área foliar	55
6.1.5. Ângulo da folhagem.....	55
6.1.6. Distribuição vertical dos componentes morfológicos	56
6.1.7. Composição morfológica da massa de forragem.....	58
6.1.7.1. Proporção de folhas, material morto e relação folha:colmo	58
6.1.7.2. Proporção de colmo.....	58
6.1.8. Valor nutritivo da forragem em oferta.....	59
6.1.8.1. Proteína bruta e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica.....	59
6.1.8.2. Fibra em detergente neutro	60
6.2. PÓS-PASTEJO EM LOTAÇÃO ROTATIVA.....	61
6.2.1. Composição morfológica da forragem no pós-pastejo e índice de área foliar.....	61
6.2.1.1. Proporção de folhas e índice de área foliar	61
6.2.1.2. Proporção de colmo e de material morto.....	61
7. DISCUSSÃO.....	63
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
9. CONCLUSÕES.....	73
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICES	89

RESUMO

Acúmulo, composição morfológica, e valor nutritivo da forragem do capim Convert HD 364 em resposta ao manejo do pastejo sob lotação contínua e rotativa

Métodos de pastejo, tanto por lotação contínua quanto rotativa, visam controlar a altura do dossel, que tem sido relacionada de maneira consistente com respostas em produtividade e valor nutritivo da forragem. O presente estudo teve como objetivo descrever e explicar variações em acúmulo e valor nutritivo da forragem, assim como em estrutura do dossel forrageiro de *Brachiaria híbrida* Convert HD 364 (cv. Mulato II) sob lotação contínua e rotativa, com taxas de lotação variável. O experimento foi realizado em área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP, no período de 09 de janeiro a 06 de abril de 2017. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com tratamentos em arranjo fatorial 2×3 , correspondendo a duas alturas médias de dossel (20 e 30 cm) e três métodos de pastejo, sendo eles LC = lotação contínua, LRL = lotação rotativa leniente e LRS = lotação rotativa severa, com três repetições, totalizando 18 unidades experimentais de 200 m² cada. O método de pastejo por LC foi imposto por variação de $\pm 10\%$ entorno das alturas médias; o método de pastejo por LRL foi imposto por 40% de intensidade de desfolhação, ou seja, pastos com altura média de 20 cm tiveram alturas de 25 e 15 cm para pré- e pós-pastejo, respectivamente, e pastos com altura média de 30 cm tiveram alturas de 37 e 23 cm para pré- e pós-pastejo, respectivamente; o método de pastejo por LRS foi imposto por 57% de intensidade de desfolhação, ou seja, pastos com altura média de 20 cm tiveram alturas de 28 e 12 cm para pré- e pós-pastejo, respectivamente, e pastos com altura média de 30 cm tiveram alturas de 42 e 18 cm para pré- e pós-pastejo, respectivamente. As variáveis avaliadas foram massa, acúmulo e taxa de acúmulo de forragem, composição morfológica, índice de área foliar, interceptação de luz pelo dossel, ângulo da folhagem, distribuição vertical dos componentes morfológicos e valor nutritivo da forragem. A interceptação de luz pelo dossel apresentou pequena variação entre as alturas médias, entretanto, entre os métodos de pastejo, houve efeito significativo. Os maiores valores de acúmulo e taxa de acúmulo de forragem foram registrados para LC, 7409 kg MS ha ano⁻¹ e 86 kg MS ha dia⁻¹, respectivamente, enquanto a LRL apresentou os menores valores e a LRS, valores intermediários. Os pastos manejados sob LC apresentaram maior proporção de colmos e material morto, e menor proporção de folhas para ambas as alturas médias. A distribuição vertical dos componentes morfológicos do dossel diferiu entre os métodos de pastejo, de modo que à medida que se aumenta a altura de manejo, os componentes colmo e material morto aparecem em mais estratos do dossel. Os pastos manejados sob LC tiveram maior concentração de proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e menor fibra em detergente neutro (FDN). Para a condição de pós-pastejo, pastos manejados sob LRL apresentaram maior índice de área foliar (IAF) e, conseqüentemente, maior proporção de folhas. Adicionalmente, os resultados obtidos nesse experimento mostram que, tanto sob lotação contínua quanto sob lotação rotativa, o capim Mulato II, quando manejado mais baixo (altura média de dossel de 20 cm), apresenta melhor desempenho.

Palavras-chave: Convert HD 364; Mulato II; Método de pastejo; Valor nutritivo; Acúmulo de forragem; Estrutura do dossel

ABSTRACT

Forage accumulation, plant-part composition, and nutritive value of Mulato II brachiariagrass in response to grazing management under continuous and rotational stocking

Stocking methods, continuous or rotational, aim at controlling canopy heights, which have been consistently related to forage productivity and nutritive value. The objective of the present study was to describe and explain variations in canopy structure, forage accumulation and nutritive value of Mulato II brachiariagrass (Convert HD 364) under continuous and rotational stocking with variable stocking rates. The experiment was carried out in Piracicaba, São Paulo, Brazil, at the Department of Animal Science of the “Luiz de Queiroz” College of Agriculture, University of São Paulo, from 09 January to 06 April 2017. The experimental design was a randomized complete block, with treatments composed by 2 x 3 factorial arrangement between two mean canopy heights (20 and 30 cm) and three stocking methods (continuous stocking - CS, lenient rotational stocking – LRS - and hard rotational stocking – HRS), with three replications, totaling 18 experimental units of 200 m². The CS treatments were imposed with $\pm 10\%$ variations around the mean canopy heights; LRS treatments were imposed with defoliation intensities of 40%, so that canopies with mean heights of 20 cm had 25 and 15 cm as pre and post grazing canopy heights, respectively, and canopies with mean heights of 30 cm had 37 and 23 cm as pre and post grazing canopy heights, respectively; HRS treatments were imposed by defoliation intensities of 57%, so that canopies with mean heights of 20 cm had 28 and 12 cm as pre and post grazing canopy heights, respectively, and canopies with mean heights of 30 cm had 37 and 23 cm as pre and post grazing canopy heights, respectively. The variables assessed were: forage mass, forage accumulation, forage accumulation rate, canopy morphological composition, leaf area index, canopy light interception, leaf angle, vertical distribution of morphological components and forage nutritive value. Canopy light interception varied slightly between mean canopy heights, but there were significant effects of stocking methods. The highest values for forage accumulation and forage accumulation rate were recorded for CS (7,409 kg DM ha year⁻¹ and 86 kg DM ha day⁻¹, respectively), while LRS and HRS presented the lowest and intermediate values, respectively. Canopies in the CS treatment presented the highest proportions of stems and dead material, and the lowest proportions of leaves for both mean canopy heights. The vertical distribution of canopy morphological components differed between stocking methods, in a way that, as pre-grazing canopy heights increased, so did the presence of stems and dead material on higher canopy layers. Canopies under CS showed greater concentrations of crude protein, *in vitro* organic matter digestibility and lower concentrations of neutral detergent fiber. In the post-grazing conditions, canopies under LRS had greater leaf area index and, consequently, greater proportions of leaves. Additionally, the results obtained in this study show that under both stocking methods Mulato II brachiariagrass performed better when kept with lower canopy heights (mean canopy heights of 20 cm).

Keywords: Convert HD 364; Mulato II brachiariagrass; Stocking method; Nutritive value; Forage accumulation, Canopy structure

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista da área experimental	37
Figura 2. Médias pluviométricas e temperaturas mensais do período experimental e médias pluviométricas e temperaturas históricas (1917-2017)	38
Figura 3. Extrato do Balanço Hídrico (mm) durante o período experimental (janeiro-abril) a cada decêndio. No eixo 'X' aparece a letra inicial de cada mês e os números referem-se a cada decêndio	38
Figura 4. Vacas leiteiras (<i>Bos spp.</i>) pastejando os piquetes da área experimental.....	39
Figura 5. Vista geral da área experimental antes da roçada (A); Operação da roçada no pasto (B); Vista geral da área experimental após a roçada (C); Altura estabelecida para o início da imposição dos tratamentos (D).....	40
Figura 6. Croqui da área experimental.....	41
Figura 7. Medição de altura com a utilização de um bastão graduado e uma transparência de policetato	42
Figura 8. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob lotação contínua de 20 cm ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações	42
Figura 9. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob lotação contínua de 30 cm ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações	43
Figura 10. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob LRL (25 cm pré-pastejo – 15 cm pós-pastejo) ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações.....	43
Figura 11. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob LRL (37 cm pré-pastejo – 23 cm pós-pastejo) ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações.....	44
Figura 12. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob LRS (28 cm pré-pastejo – 12 cm pós-pastejo) ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações.....	44
Figura 13. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob LRS (42 cm pré-pastejo – 18 cm pós-pastejo) ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações.....	45
Figura 14. Leitura realizada com o prato ascendente (A); Coleta de MF com o auxílio de tosquiadora (B)	46
Figura 15. Massa de forragem no interior da gaiola (A); Leitura do com prato ascendente da massa de forragem no interior da gaiola (B)	47
Figura 16. Componentes morfológicos da forragem: lâmina foliar, colmo e material morto (A); Integrador de área foliar (B)	48
Figura 17. Alocação do ponto inclinado <i>inclined point quadrat</i> (A); Ponta da haste tocando o componente folha no interior do dossel	49

Figura 18. Leitura de referência (A); Leitura na base do dossel (B); * Visão da lente do aparelho para o domo celeste	49
Figura 19. Coleta de amostras para estimar valor nutritivo da forragem. Lotação contínua (A); lotação rotativa (B).....	50
Figura 20. Distribuição espacial dos estratos em percentual (%) dos componentes morfológicos de pastos de capim Mulato II sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa)	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de terra da área experimental	39
Tabela 2. Interceptação luminosa pelo dossel em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) em pastos de capim Mulato II.....	53
Tabela 3. Interceptação luminosa pelo dossel em resposta aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II.....	53
Tabela 4. Massa de forragem (MF) em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) e aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II	54
Tabela 5. Acúmulo total de forragem (ATF) e taxa média de acúmulo (TAF) em resposta aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II.....	55
Tabela 6. Índice de área foliar em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) e aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II.....	55
Tabela 7. Ângulo da folhagem em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) e aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II.....	56
Tabela 8. Proporção dos componentes folha e material morto em relação aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II	58
Tabela 9. Proporção de colmo em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) e aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II.....	59
Tabela 10. Concentração de proteína bruta (PB) e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (DIVMO) da forragem em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) em pastos de capim Mulato II	59
Tabela 11. Concentração de proteína bruta (PB) e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (DIVMO) da forragem em resposta aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II	60
Tabela 12. Concentração da fibra em detergente neutro (FDN) da forragem em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) e aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II	60

Tabela 13. Proporção do componente folha e índice de área foliar em resposta aos métodos de pastejo sob LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) no pós-pastejo em pastos de capim Mulato II.....61

Tabela 14. Proporção dos componentes colmo e material morto em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) do pós-pastejo em pastos de capim Mulato II61

LISTA DE ABREVIATURAS

ATF	Acúmulo total de forragem
<i>B.</i>	<i>Brachiaria</i>
DIVMO	Digestibilidade <i>in vitro</i> na matéria orgânica
FDN	Fibra em detergente neutro
IAF	Índice de área foliar
IL	Interceptação de luz pelo dossel
LC	Lotação contínua
LRL	Lotação rotativa leniente
LRS	Lotação rotativa severa
MF	Massa de forragem
MM	Material morto
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
TAF	Taxa de acúmulo de forragem

1. INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira nos últimos anos vem se expandindo de maneira acentuada, com o rebanho nacional passando de 211,7 milhões de cabeças de bovinos em 2014 para 215,2 milhões em 2015 e para a marca recorde de 218,2 milhões em 2016 (IBGE, 2014; 2015; 2016). Este rebanho encontra-se distribuído em 196 milhões de hectares de pastagens, e é o segundo maior rebanho de bovinos (em termos de número total de animais) e o maior rebanho comercial de bovinos de corte do mundo (FERRAZ & FELÍCIO, 2010; FAO, 2014), fazendo com que o Brasil seja reconhecido como um dos maiores produtores de carne bovina do planeta. Nos dias atuais, todavia, pressões de diversas ordens (principalmente sociais e ambientais) geram demandas e desafios para o setor pecuário e dentre as palavras de ordem estão as de se produzir mais em menor área, ou seja, produzir de forma sustentável e eficiente (DIAS-FILHO, 2010; 2011), sem a necessidade de abrir novas áreas de pastagem, e sim, utilizar de maneira racional as já existentes. Isso se dá pelo fato de a intensificação das áreas de pastagens poder ser considerada uma alternativa de produção sustentável (BARCELLOS et al., 2008).

A produção animal em pastagens é viável se mantida em condições estáveis e produtivas. Assim, cada espécie ou cultivar forrageiro tem suas exigências específicas de manejo ótimo (e.g. altura), sob as quais poderá externar o seu potencial, o qual, por sua vez, impacta o desempenho e a produtividade dos animais em pastejo (DA SILVA, 2005). Práticas de manejo tem impactos diretos e indiretos no controle e estrutura do dossel e no desempenho animal, sendo a altura um instrumento passível de uso no objetivo de atingir metas de manejo. Ajustes finos podem ser usados no manejo, e algumas espécies forrageiras têm sua altura ótima de manejo já bem estabelecida, e seu conhecimento pode contribuir para um planejamento em tomadas de decisão (DA SILVA & CARVALHO, 2005). Essa prática, no entanto, vem mostrando grandes benefícios tanto para os animais, que passam a colher forragem no momento certo (DIFANTE et al., 2009), como para a própria planta, em que a forragem ofertada aos animais em pastejo tem efeito na intensidade de desfolhação e, conseqüentemente, na estrutura do dossel, influenciando no acúmulo de forragem (BRAGA et al., 2006). A intensidade de desfolhação é considerada uma decisão de manejo chave, pois é um importante determinante do acúmulo de forragem e da persistência da planta na pastagem (SOLLENBERGER et al., 2012). O manejo da desfolhação afeta as características da planta forrageira e a utilização da luz (PEDREIRA et al., 2007), acúmulo de forragem e valor nutritivo (SILVA et al., 2016).

Os métodos de manejo do pastejo mais comuns são lotação contínua e lotação rotativa, cada uma com suas particularidades e desafios. O método de lotação contínua é onde os animais tem acesso irrestrito e ininterrupto a toda área de pastagem (ALLEN et al., 2011). O estabelecimento de metas de altura de dossel em pastos manejados sob lotação contínua depende, necessariamente, de ajustes periódicos na taxa de lotação, que devem ser feitos com determinada frequência, podendo dificultar e/ou encarecer o manejo. O uso da meta de altura precisa também considerar aspectos práticos de manejo, como o monitoramento regular e a disponibilidade e a habilidade do manejador. Caso o monitoramento não seja possível, poderão haver oscilações significativas na altura e os potenciais benefícios preconizados poderão não ocorrer. Assim, torna-se importante estudar a flexibilidade na

amplitude de variação em torno da altura-alvo, para que se conheçam as consequências dos “erros” de manejo. A literatura científica contém hoje informações sobre as recomendações de altura para *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu (SBRISIA & DA SILVA, 2008), *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés (CARLOTO et al., 2011) e *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã (NANTES et al., 2013).

O manejo do pastejo sob lotação rotativa, por muito anos, foi utilizado de maneira simplista e generalista, tomando como base o uso de calendário (dias fixos de ocupação e descanso), não respeitando as condições fisiológicas da planta, mas ainda é muito comum a utilização desse tipo de manejo. Entretanto, no decorrer de anos de estudos e no investimento de esforços por pesquisadores da área, constatou-se que é necessário o reconhecimento dos aspectos morfológicos e ecofisiológicos de plantas forrageiras tropicais (DA SILVA & PEDREIRA, 1997; DA SILVA & NASCIMENTO JR., 2007), uma vez que os processos biológicos envolvidos na dinâmica de rebrotação da planta após o pastejo não são regidos pelo tempo cronológico (i. e. tempo fixo) e sim por condições climáticas (principalmente água, temperatura e luminosidade) e nutrientes minerais.

A importância das pastagens se deve ao fato de representarem a fonte de alimento mais barata para os ruminantes, possibilitando baixos custos de produção. No entanto, para que o uso dessa fonte de alimento se torne viável, é necessário levar em consideração o manejo da desfolhação, que é determinante das características estruturais do dossel, refletindo diretamente no acúmulo e valor nutritivo da forragem. O valor nutritivo das plantas forrageiras tem sido avaliado pela sua composição química, principalmente pelas concentrações de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), juntamente com a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) (CANO et al., 2004). Segundo os mesmos autores, há diferenças nesses parâmetros entre os componentes morfológicos que constituem a estrutura da planta. Isso faz com que o alongamento de colmos, decorrente de quando o dossel é mantido alto, resulta em valor nutritivo da forragem aquém de dosséis manejados baixos (SILVA et al., 2016), aumentando a concentração de FDN e diminuindo tanto a concentração de PB quanto a digestibilidade (CARNEVALLI et al., 2001). Dessa forma, o estudo de como esses métodos de pastejo afetam as respostas dos novos cultivares forrageiros se torna necessário para definição de estratégias de manejo mais adequadas a esses novos genótipos, como é o exemplo do capim Mulato II, o que permitirá ganhos na produção de forragem com bom valor nutritivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância das pastagens na pecuária brasileira

O aumento na produção de *commodities* é decorrente do crescimento da população mundial, que impulsiona o aumento na demanda por alimentos, como os produtos de origem animal (MARTHA JR et al., 2012), sendo muito requeridos nas refeições dos brasileiros. Segundo os mesmos autores, a expansão das áreas de pastagens brasileiras devido ao progresso da fronteira agrícola, revela o crescimento da produção de carne bovina, viabilizando oportunidades, preço da carne, tecnologia de mecanização e o baixo custo de oportunidades da pecuária extensiva. De acordo com Ferraz e Felício (2010), praticamente toda pecuária brasileira é baseada na utilização de pastagens como fonte de alimento para os animais ruminantes, o que oferece a essa atividade um dos menores custos de produção de carne no mundo. Jank et al. (2014a) corroboram com essas informações, pois afirmam que a pecuária nacional é sustentada pelas áreas de pastagens, uma vez que tanto a pecuária de corte quanto a leiteira são baseadas quase que exclusivamente em alimentação a pasto, por este alimento ser o mais viável economicamente.

Segundo dados do IBGE (2017), no primeiro trimestre deste ano, foram abatidos no Brasil cerca de 7,37 milhões de cabeças de bovinos, demonstrando aumento de 0,7% em relação ao mesmo trimestre de 2016, havendo aumento após dois anos consecutivos de queda. A produção de carcaça foi menor no primeiro trimestre de 2017 se comparada com o primeiro trimestre de 2016, fato este que demonstra participação significativa de fêmeas abatidas, que, no geral, são mais leves que os machos. Segundo dados recentes da ESALQ/BM&F BOVESPA do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2017a), o preço do boi gordo está em torno de R\$143,25/@. Na pecuária leiteira estima-se que, no primeiro trimestre de 2017, a produção de leite foi de 5,87 bilhões de litros, sendo apenas 0,1% superior ao mesmo trimestre de 2016, aquém dos mesmos primeiros trimestres dos anos de 2014 e 2015 (IBGE, 2017). Dados do CEPEA (2017b) revelam queda no preço do leite, uma vez que em abril de 2017, o preço líquido foi de R\$1,25 e o preço bruto de R\$1,36, enquanto que em setembro deste mesmo ano foram de R\$1,08 e de R\$1,18 para os preços líquido e bruto, respectivamente. A pecuária leiteira para pequeno e médio produtor é uma atividade de baixa renda, apresentando dificuldades nos investimentos em infraestrutura e/ou mão-de-obra e, portanto, em muitas situações, é a própria família que geralmente realiza o manejo e ordenha dos animais, minimizando os custos de produção.

Para conferir a importância da utilização das pastagens como a principal fonte de alimento dos animais ruminantes, dados do Anuário da Pecuária Brasileira (ANUALPEC, 2015) demonstram que aproximadamente 96,7% do rebanho de bovinos é alimentado exclusivamente a pasto, e mesmo os 3,3% restantes passam por algum período de sua vida produtiva em pastagens, significando que 100% do plantel brasileiro de bovinos passa algum momento de sua vida pelas áreas de pastagens. Entretanto, ao contrário da criação de animais confinados, que tem o alimento fornecido no cocho com auxílio de mão-de-obra e/ou maquinário (DIAS FILHO, 2010), o processo de colheita do alimento em pastagens é feito pelo próprio animal por meio do pastejo, visando atender suas necessidades de

manutenção, a fim de expressar seu potencial produtivo (NABINGER & PONTES, 2001). Nessa condição, os animais têm a oportunidade de seleção e escolha da sua própria dieta, isto é, demonstram preferência por algum componente do pasto que está relacionado tanto com a estrutura quanto com a oferta de forragem (HODGSON et al., 1994).

Os sistemas pastoris nos últimos anos vêm passando por transformações, havendo a necessidade da tecnificação para o aumento da eficiência do processo produtivo. No entanto, o setor mais afetado com a intensificação foi a pecuária (PEDREIRA et al., 2002). Corsi & Santos (1995) descreveram que quando isso acontecesse, os pecuaristas iriam se deparar com uma transição para maiores exigências em produtividade nos sistemas de produção animal. Encontrando-se nesta situação, os pecuaristas se viram diante da necessidade de transformações, vislumbrando aprimorar sua produção nas áreas de pastagens, aumentando a capacidade de suporte e a longevidade das pastagens. Muitas dessas áreas nas propriedades se encontravam improdutivas, indicando a necessidade de uma possível recuperação (DIAS FILHO, 2011).

A realização do aprimoramento nas práticas de manejo em países ditos como de pecuária desenvolvida, vem resultando em ganhos significativos de produção e produtividade animal, uma vez que esses sistemas de produção são fundamentados na utilização de pastagens, adquirindo, através do correto manejo, a competitividade e a longevidade do sistema de produção (DA SILVA, 2011). Essas mesmas práticas poderiam ser inseridas no Brasil, a fim de melhorar os índices de produtividade da pecuária nacional.

2.2. O gênero *Brachiaria* e sua relevância para os sistemas de produção animal

Por ser um país de dimensão continental, o Brasil é caracterizado por apresentar diversas condições climáticas e de solo, onde seus biomas (Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa) possuem características particulares e intrínsecas. Essa condição faz com que seja necessária a existência de grande variedade de forrageiras que se enquadrem em cada um desses ecossistemas. Nos últimos anos, uma série de forrageiras tem sido lançada no mercado nacional. Há muita variedade no mercado de forrageiras, porém, o produtor sempre procura aquela que seja “milagrosa”, com intuito de aumentar a produtividade e sustentabilidade do sistema (DA SILVA, 1995; FONSECA et al., 2010). Para que isso aconteça, é necessário fazer a escolha de uma espécie e cultivar, e aplicar práticas de manejo condizentes com o crescimento da planta forrageira. Caso contrário, haverá problemas na cadeia produtiva, culminando em sistemas não rentáveis. Este ponto é um dos grandes gargalos da produção animal em pastagens.

Os capins do gênero *Brachiaria* (sin. *Urochloa*), da tribo Paniceae, apresentam cerca de 100 espécies que estão distribuídas entre as regiões tropicais e subtropicais, tanto no hemisfério Norte quanto no Sul, e que estão localizadas em sua maioria no continente Africano (RENVOIZE et al., 1996). Dentre essa gama de espécies, as mais utilizadas na América tropical e subtropical são a *B. arrecta*, *B. brizantha*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *B. mutica* e *B. ruziziensis* (KELLER-GREIN et al., 1996).

Poucos são os registros que descrevem a chegada das forrageiras tropicais ao Brasil. Há indícios de que a primeira *Brachiaria* a chegar em solos brasileiros foi a *brachiaria Mutica* (*Brachiaria mutica* [*Panicum purpurascens* (Raddi)]) (PARSONS, 1972), atualmente classificada como *Brachiaria purpurascens* (Henr. Blumea) segundo Leitão Filho et al. (1972). Esse capim também é conhecido como “Pará grass”, “Capim Angola” e “Capim Bengo”. Sua dispersão no Brasil ocorreu da mesma maneira que o capim Colonião (*Panicum maximum* Jacq.), capim Jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.) e o capim Gordura (*Melinis minutiflora*), há centenas de anos atrás, na época do Brasil Colônia, servindo de cama para os escravos nos navios negreiros vindos da África. Ao chegar em terras brasileiras, esses capins foram descarregados, e devido às condições edafoclimáticas do Brasil serem parecidas com as da África, seu local de origem, esses capins se adaptaram bem às condições locais (PARSONS, 1972). Segundo o mesmo autor, outro fator que demonstra a boa adaptação dessas gramíneas foi sua resistência ao pastejo e pisoteio, sendo consequência do desenvolvimento evolutivo simultâneo com animais herbívoros em pastagens em suas áreas de origem.

As gramíneas do gênero *Brachiaria*, juntamente com as do *Panicum*, são as principais constituintes das áreas de pastagens brasileiras (CEZAR et al., 2005), sendo que as do gênero *Brachiaria* apresentam aproximadamente 85% desse total (MACEDO, 1995). Os cultivares derivados das espécies pertencentes a esse gênero, são responsáveis por grande parte da alimentação dos ruminantes para produção de proteína animal na engorda de bovinos, como a *B. decumbens* cv. Basilisk (SANTOS et al., 2009), *B. brizantha* cv. Marandu, cv. Xaraés (FLORES et al., 2008; EUCLIDES et al., 2008a, 2009) e cv. Piatã (EUCLIDES et al., 2008a, 2009; NANTES et al., 2013). Além disso, esses capins apresentam vantagens sobre outras espécies, principalmente pelo fato de produzirem forragem em condições de baixa fertilidade de solo (SOARES FILHO, 1994).

Oficialmente, o primeiro cultivar de *Brachiaria* introduzido no Brasil foi a *B. decumbens* (sin. *Urochloa decumbens*) originário do leste da África, através do IPEAN (Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte) em Belém, PA, no ano de 1952, e o nome deste instituto foi dado a este cultivar (cv. Ipean). Entretanto, esse cultivar apresentou insucesso por conta da sua baixa produção de sementes (SERRÃO & SIMEÃO NETO, 1971). No ano de 1930 outro cultivar de *B. decumbens* também originário do leste da África, em Uganda, foi encontrado e levado para a Austrália, e registrado como cultivar Basilisk (MACKAY, 1982). Esse genótipo foi introduzido no Brasil na década de 1960 pelo Instituto de Pesquisas Internacionais (IRI) no interior do estado de São Paulo, em Matão (VALLE et al., 2010).

Na década de 1970, a *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk (sin. *Urochloa decumbens* Stapf. cv. Basilisk), por intermédio dos programas governamentais no apoio à pecuária, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento da Pecuária (Condepe) e o Projeto de Melhoramento de Pastagens (Propasto), deu-se a abertura de grandes áreas de pastagens com esse cultivar, que passou a ocupar vastas áreas por todo o país. Isso se deu devido à sua adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade, pela sua habilidade em competir junto às plantas invasoras, pela multiplicação realizada por sementes, o que facilita sua implantação, e o bom desempenho animal, se comparado às pastagens nativas. Devido a essas boas características, pode-se explicar sua rápida difusão por todo o país (VALLE, et al., 2004; EUCLIDES et al., 2008b). Para tanto, grandes quantidades de sementes foram

exportadas da Austrália para o Brasil, formando assim, milhões de hectares de pastagens com esse cultivar (VALLE et al., 2004).

Embora o aparente sucesso da implantação desse cultivar no país, surgiram também problemas associados ao grande monocultivo das pastagens brasileiras, dentre eles a susceptibilidade às cigarrinhas-das-pastagens (*Zulia entreciana* Berg., *Deois flavopicta* Stal e *Deois schach* Fabr.), a fotossensibilização causada nos bezerros e grandes áreas de pastagens mal manejadas (superpastejo e não comprometimento com adubação de manutenção), resultando em degradação das pastagens (EUCLIDES et al., 2008b). Por conta de tais problemas, outras gramíneas forrageiras foram lançadas com o objetivo de desenvolver a pecuária nacional por meio do melhoramento de plantas forrageiras.

Em meados da década de 70, o Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte (CNPGC), juntamente com o Centro de Pesquisa Agropecuário dos Cerrados (CPAC), pertencentes à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), empregaram grandes esforços na tônica para lançar um novo capim que não apresentasse os problemas da *B. decumbens* cv. Basilisk. Foi então que um genótipo originário da Estação Experimental de Forrageiras de Marandellas, no Zimbawe (ex-Rodésia), na África, foi introduzida no Brasil por volta de 1967, e no ano de 1984 foi lançado pela Embrapa Gado de Corte e Embrapa Cerrados como a *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu, popularmente conhecida como “brizantão”, “braquiarão” ou “capim Marandu”, que em guarani significa “novidade” (NUNES et al., 1984). Segundo os mesmos autores, esse cultivar demonstrou resistência à cigarrinha-das-pastagens, bom valor nutritivo com digestibilidade em aproximadamente 58 a 64%, alta produção de massa verde, alta produção de sementes viáveis e ausência de registros de casos de fotossensibilização em bezerros. Sendo assim, este capim foi extremamente aceito pelos pecuaristas e, em anos recentes, foi registrado que esta gramínea ocupava aproximadamente 50 milhões de hectares das áreas de pastagens brasileiras (JANK et al., 2014b).

A *B. brizantha* cv. Marandu passou a substituir gradativamente a *B. decumbens* cv. Basilisk e formou-se assim um novo monocultivo. Após 10 anos de seu lançamento, esse cultivar ocupava praticamente metade das áreas de pastagens no Brasil. No Acre, 75% das pastagens eram ocupadas por esta gramínea (ANDRADE & VALENTIM, 2004). Em 1994 foi registrado no estado do Acre o primeiro caso de baixa persistência desse capim em solos com má drenagem (VALENTIM et al., 2000) e nos anos seguintes esse problema também foi relatado nas regiões Centro-Oeste e Amazônia (TEIXEIRA NETO et al., 2000), em Araguaína no estado do Tocantins e em Redenção no sul do Pará (SOUZA et al., 2000). A esse ocorrido deu-se o nome de “síndrome da morte do capim Marandu” ou “morte súbita do capim braquiarão”. Em anos recentes, também há relatos sobre a quebra de tolerância a algumas espécies de cigarrinhas das pastagens (e.g. *Mahanarva fimbriolata*; *Zulia entreciana* (Berg), *Deois incompleta* (Walker), *Deois flavopicta* (Sta1), e *Aeneolamia selecta selecta* (Walker)) (TOWNSEND et al., 2001; DIAS FILHO, 2005; ANDRADE & VALENTIM, 2007).

Em trabalho conjunto entre a Embrapa e o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), foi realizada seleção de acessos de *Brachiaria* coletados na África e, entre os anos de 1986 e 1987, foram trazidos para o Brasil cerca de 500 acessos de 13 espécies (VALLE et al., 2004). Essa coleção é derivada de viagens realizadas em 1984 e 1985, no leste e sul africano, com a colaboração do *Internacional Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR) e do *Internacional Livestock Center for Africa*

(VALLE, 1990). De acordo com o mesmo autor, a partir de várias avaliações nos ensaios em parcelas sob corte e em piquetes sob pastejo, esses genótipos foram caracterizados em relação à exigência em fertilidade de solo e à suscetibilidade a pragas e doenças. Deu-se, então, o lançamento de um novo cultivar de *B. brizantha*, o capim Xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés), em 2003, após 15 anos de avaliação desse material coletado na região de Cibitoke, no Burundi, África, entre 1984 e 1985. De acordo com a Embrapa Gado de Corte (2004), esse cultivar é recomendado para todos os estados da região Centro-Oeste, Sudeste, Oeste baiano, com restrições apenas a uma dada parte da Amazônia legal.

Pesquisadores da Embrapa (CNPGC) têm trabalhado no melhoramento genético de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria* desde 1988. Esse melhoramento, tal como o das grandes culturas, visa obter aumentos em produtividade e valor nutritivo, resistência a pragas e doenças, produção de sementes de qualidade, desempenho animal, uso eficiente de fertilizantes e adaptação a estresses edáficos e climáticos (VALLE et al., 2007; VALLE et al., 2008). No ano de 2007, após 16 anos de estudos de seleção entre a Embrapa e colaboradores, com apoio da Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras Tropicais (Unipasto), lançou-se um novo cultivar, a *Brachiaria brizantha* cv. Piatã (VALLE et al., 2007). O nome do cultivar Piatã é de origem tupi-guarani que significa “fortaleza”, esse nome foi dado por conta de ser robusto e produtivo. É uma forrageira que se adapta às condições de solos bem drenados, apresentando maior tolerância do que o capim Marandu em solos com má drenagem (ALMEIDA et al., 2009). É resistente às cigarrinhas das pastagens *Notozulia entreciana* e *Deois flavopicta*, mas, por outro lado, não foi constatada resistência à cigarrinha-da-cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata* (ANDRADE & ASSIS, 2010).

Segundo Jank et al. (2013) o desenvolvimento de plantas forrageiras (acessos e/ou híbridos), por incluir várias etapas de avaliação e seleção, é um processo demorado, podendo ter duração de 10 a 12 anos, ou mais. Ainda segundo os autores, o cultivar que será lançado comercialmente deve reunir o máximo de características favoráveis, ser distinta ou apresentar vantagens competitivas em comparação àquelas que estão no mercado, além de promover maior desempenho animal. Para isso, os acessos e/ou híbridos candidatos deverão ser avaliados e selecionados em uma série de experimentos até comprovar sua superioridade. Nos últimos anos tem havido interesse pelo desenvolvimento de forrageiras híbridas por meio de cruzamentos. Esses híbridos podem carregar geneticamente a combinação de qualidades desejáveis de diferentes plantas que culminem em boa produção, valor nutritivo, persistência, tolerância a pragas e doenças, e demais atributos que, de certa maneira, podem contribuir para a produção animal (FARIA FILHO, 2012). Considerando-se que a pecuária é uma das principais atividades econômicas no país, o melhoramento de forrageiras torna-se essencial e, portanto, deve ser estimulado, para que possa existir no mercado nacional, forrageiras que atendam às necessidades das variadas situações que os pecuaristas encontram no Brasil.

2.2.1. O capim Mulato II

O Projeto de Forrageiras Tropicais do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) em Cali, na Colômbia, no ano de 1988 deu início aos cruzamentos genéticos entre o clone sexual 44-6 de

Brachiaria ruziziensis (R. Germ & Evrard) [sin. *U. ruziziensis* (R. Germ & Evrard)] com a espécie tetraploide apomítica *Brachiaria brizantha* CIAT 6294, correspondente no Brasil à *B. brizantha* cv. Marandu. Em 1991, o clone 625-06 foi usado como progenitor feminino em novos cruzamentos sob polinização aberta, em um bloco de recombinação com acessos apomíticos, híbridos sexuais e outras *Brachiaria* (MILES, 1999). Após esses cruzamentos, foram obtidas seis progênes, uma delas identificada como FM9201/1873. Em 1993 foi observado que esse material era apomítico e, posteriormente, foi incluído em ensaios para avaliar suas características agrônômicas de produção e adaptação (ARGEL et al., 2005).

Em 1994 foram observados os primeiros resultados a campo, demonstrando que o clone FM9201/1873 era promissor em algumas regiões colombianas. Entre os anos de 1996 e 1998, esse mesmo clone foi avaliado contra outros clones híbridos de *Brachiaria* em diversas localidades da Colômbia. Em 1996, esse mesmo clone também foi avaliado nas Filipinas, China e México, para avaliações de adaptabilidade. Após essas avaliações e seguindo as normas de classificação do CIAT, este clone foi identificado como *Brachiaria* híbrida CIAT 36061. Em 2000, a empresa Semillas Papalotla S. A. de C. V., do México, adquiriu os direitos exclusivos de multiplicação e comercialização deste híbrido que, comercialmente ganhou o nome de cultivar Mulato sendo, posteriormente, registrado em diversos países como Panamá, Estados Unidos, Brasil e outros. Este material forrageiro (*Brachiaria* híbrida cv. Mulato) apresentou boa persistência a condições de seca, rápida recuperação após o pastejo, boa produção, bom valor nutritivo (digestibilidade *in vitro* entre 55 a 62%) e alto vigor de rebrotação. No entanto, sua propagação era dificultada por apresentar baixa produção de sementes viáveis (ARGEL et al., 2005).

A partir da realização de três gerações de cruzamentos e seleção, em 1989, o Projeto de Forrageiras Tropicais do CIAT lançou o segundo genótipo de *Brachiaria* híbrida, o cv. Mulato II. O primeiro dessa série de cruzamentos foi feito entre a *B. ruziziensis* clone 44-6 tetraplóide sexual × *B. decumbens* tetraploide apomítico. As progênes sexuais desse primeiro cruzamento foram destinadas a polinização aberta para formação da segunda geração de híbridos, de onde foi selecionado o genótipo identificado como SX94NO/0612 que, por sua vez foi também colocado sob polinização aberta com vários híbridos sexuais e apomíticos. Em 1996, foi identificado um clone denominado FM9503/S046/024 que se destacou por apresentar características favoráveis, como alto vigor, produtividade e boa produção de folhas. As progênes oriundas deste clone confirmaram sua reprodução apomítica demonstrando, através de marcadores moleculares (microssatélites), a constituição de alelos presentes na mãe sexual *B. ruziziensis*, na *B. decumbens* cv. Basilisk e em outros acessos de *B. brizantha*, como o cv. Marandu (ARGEL et al., 2007). Segundo os mesmos autores, o Mulato II (híbrido tetraplóide ($2n=4x=36$ cromossomos)) é o clone identificado como CIAT 36087 segundo as normas de classificação do germoplasma do CIAT. No ano de 2000, a empresa Samillas Papalotla S.A. de C.V., do México, também adquiriu os direitos exclusivos de multiplicação e comercialização deste novo material e o lançou no ano de 2005 como cultivar Mulato II. Em 2009, no Brasil, a empresa Dow AgroSciences comprou os direitos de comercialização desse cultivar, lançado comercialmente como Convert HD 364®. No presente trabalho, a referência a esse material será feita como capim Mulato II.

O capim Mulato II é descrito como perene, de crescimento semiereto podendo alcançar 1m de altura, com folhas verde escuras e abundante pubescência em ambos os lados da lâmina foliar. Este novo material, além de apresentar as mesmas características interessantes do cv. Mulato I, destacou-se pela boa adaptação a diversas condições ambientais, desde o nível do mar até altitudes de 1800 m, regiões de trópico úmido com altas precipitações e condições subúmidas com 5 a 6 meses de seca. Apresentou ainda boa adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade, boa produção de sementes viáveis (variando entre 150 a 420 kg/ha), resistência a cigarrinhas-das-pastagens, como (*Aeneolamia reducta*, *A. varia*, *Zulia carbonaria*, *Z. pubescens*, *Prosapia simulans*, *Mahanarva trifissa*, *Deois flavopicta*, *D. schach* e *Notozulia entrerriana*) (ARGEL et al., 2007). Sendo assim, esse cultivar vem sendo considerado uma opção promissora para diversificação das pastagens brasileiras (PEQUENO et al., 2015).

2.3. Impacto do manejo do pastejo sobre a estrutura do dossel forrageiro

O estudo e o entendimento da estrutura do dossel são fundamentais, pois a partir dele é possível responder as variáveis de crescimento, interceptação de luz pelo dossel, valor nutritivo da forragem e consumo pelo animal (LACA & LEMAIRE, 2000). A estrutura do dossel é o reflexo de dois processos conflitantes: o pastejo pelos animais e o crescimento das plantas forrageiras (PARSONS et al., 1988b), e pode ser definida como a distribuição e disposição de partes da planta acima do nível do solo dentro de uma comunidade de plantas forrageiras, sendo resultado de processos morfogênicos (LACA & LEMAIRE, 2000). As características estruturais são determinadas a partir das características morfogênicas e de fatores do meio, como luz, temperatura, umidade e nutrientes. Dentre os parâmetros utilizados para sua descrição podem ser citadas a relação folha:colmo, tamanho das folhas, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho, sendo o índice de área foliar (IAF), o produto gerado por meio das respostas do manejo do pastejo (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). A densidade populacional de perfilhos é outra característica importante da estrutura do dossel forrageiro e é afetada pelo pastejo. Em pastos manejados sob lotação contínua, os perfilhos são menores e em maior quantidade, já em pastos manejados sob lotação rotativa, os perfilhos estão em menor número, porém maiores em tamanho (HODGSON, 1990).

Segundo Watson (1947), o IAF é a relação entre a área de folhas e a área de solo por elas ocupadas. O IAF é um importante determinante da dinâmica do acúmulo de forragem após a desfolhação e é fortemente afetado pela estratégia de manejo adotada (HODGSON, 1990; PEDREIRA et al., 2007), como reflexos da alteração na frequência e intensidade de desfolhação por meio do pastejo. Os eventos de desfolhação em pastos manejados sob lotação contínua acontecem de forma mais frequente, enquanto que em pastos manejados sob lotação rotativa, esses eventos acontecem com menor frequência, em geral, pela função dos intervalos entre pastejos. Dessa forma, as plantas respondem de formas distintas, acarretando diferentes estruturas de dosséis.

A desfolhação resulta em remoção de partes da área foliar, o que leva a vegetação a adaptar a sua estrutura (GASTAL & LEMAIRE, 2015). O IAF além de representar a área de tecido fotossintetizante da comunidade de plantas, também reflete na forma em que o alimento será

apresentado ao animal em pastejo, o que afeta a eficiência de colheita no processo de pastejo e o desempenho individual dos animais (NABINGER & PONTES, 2001). Segundo os mesmos autores, em ecossistemas pastoris, o pastejo é a principal ferramenta na determinação da composição morfológica do dossel, podendo ser mais ou menos intenso, modificando de maneiras distintas a estrutura do dossel forrageiro. Em suma, as informações adquiridas por meio das pesquisas geram conhecimento de como as modificações na estrutura do dossel podem interferir nas respostas de plantas e animais em pastejo (DA SILVA & CORSI, 2003). Além da área foliar, outras características estruturais do dossel forrageiro afetadas pela desfolhação são relevantes ao crescimento e utilização da forragem produzida. Dentre elas podem ser citadas o comprimento, a orientação vertical e a dispersão horizontal dos colmos, que determinam, em partes, o acesso do perfilho à luz sob competição entre plantas, e também determinam a acessibilidade da forragem para o animal em pastejo (GASTAL & LEMAIRE, 2015).

O ângulo foliar é outra característica que afeta a arquitetura do dossel, pois as plantas forrageiras apresentam diferentes tipos de crescimento (e.g., crescimento prostrado e crescimento cespitoso), que podem refletir na maneira com qual a luz solar irá incidir no relvado. Segundo Pedreira et al. (2001), plantas que apresentam diferentes tipos de propagação e diferentes hábitos de crescimento têm aproveitamentos distintos sobre a luz interceptada, sendo que plantas com folhas mais horizontais apresentam menor aproveitamento se comparado a plantas com folhas mais eretas, uma vez que a luz solar tem dificuldade de penetrar no interior do dossel quando as folhas estão na horizontal, demonstrando que o ângulo foliar é um preditor importante da captação de luz (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

Outra característica que vale ser citada é a distribuição dos componentes morfológicos ao longo do perfil do dossel forrageiro. A forma como estão distribuídas as bainhas das folhas (que compõem o pseudocolmo), o material morto (encontrados nas partes inferiores do dossel) e as folhas vivas (dispostas principalmente nas camadas superiores), descrevem a distribuição vertical dos componentes vegetais no perfil do dossel e podem influenciar na composição química da forragem (HODGSON, 1990). O mesmo autor descreve também que a densidade da forragem aumenta da parte superior para a parte inferior do relvado, ou seja, os pastos são mais densos em sua parte inferior do que nas camadas intermediárias e superiores.

Respostas sobre a distribuição espacial dos componentes morfológicos ao longo do dossel forrageiro podem ser encontradas para diversas plantas forrageiras tropicais, como o capim Marandu sob lotação contínua (MOLAN, 2004), capim Marandu sob lotação rotativa (TRINDADE, 2007), capim Mulato sob lotação rotativa (SOUZA JR., 2011) e capim Elefante cv. Napier sob lotação rotativa (GEREMIA, 2013). Os resultados desses estudos demonstraram que os estratos inferiores, próximos ao solo, apresentam apenas colmos e material morto, e, à medida que se distanciam do solo, há diminuição na proporção de material morto e colmos, e aumento na proporção de folhas, sendo que nos estratos superiores, há ocorrência apenas de folhas. O manejo do pastejo interfere nos padrões de resposta da estrutura estratificada do dossel, mas as plantas, em sua arquitetura, têm distribuição própria sobre a composição dos componentes morfológicos.

Pastos manejados sob lotação rotativa são caracterizados por uma condição de pré-pastejo e uma de pós-pastejo. Na condição de pós-pastejo, é necessário que os pastos apresentem área foliar

residual suficiente para que as folhas possam interceptar a luz incidente, e assim, reestabelecer-se para uma nova condição de pré-pastejo (BROUGHAM, 1956). Isso porque existe uma correlação direta entre a interceptação luminosa (IL) e o IAF que influencia na produção de forragem (HODGSON, 1990). Quando a desfolhação é severa, as plantas utilizam de suas reservas para produzir novas folhas e a partir do momento que a área foliar é suficiente para suprir as necessidades de fotoassimilados da planta, as reservas orgânicas deixam de ser mobilizadas. Durante o processo de rebrotação, o aparecimento de novas folhas e o alongamento delas resultam em aumento da área foliar, com consequente aumento na interceptação luminosa e na fotossíntese (LEMAIRE & CHAMPAN, 1996). Em contrapartida, durante o processo de pastejo em pastagens manejadas sob lotação contínua, ocorre um conflito entre o animal em pastejo com a própria pastagem, uma vez que a pastagem necessita de área foliar para fazer fotossíntese, mas os tecidos das folhas são removidos continuamente pelos animais (PARSONS et al., 1983). De acordo com Hodgson (1990), sob lotação contínua, não ocorre desfolhação contínua em perfilhos individuais, podendo ocorrer intervalos entre desfolhação de cinco dias ou até mesmo por longas semanas dependendo das condições às quais serão submetidas, e.g., taxa de lotação.

De acordo com Briske (1986), a resposta das plantas à desfolhação pode ser de duas maneiras: (i) utilizando reservas orgânicas armazenadas para o crescimento imediato devido a remoção do tecido fotossintético (resposta a curto prazo); (ii) adaptação morfológica de plantas individuais em suas características estruturais (resposta a longo prazo). O crescimento da pastagem está diretamente relacionado com o ambiente no qual está inserida, e a quantidade de energia luminosa disponível favorece este processo, sendo que quanto maior a quantidade de luz, melhor será o crescimento (BLACK, 1957).

2.4. Controle da altura como ferramenta de manejo

No Brasil, por muitos anos, a atenção dada ao manejo das pastagens (e.g., cuidados com o controle da altura do dossel) ficavam, e em alguns lugares ainda ficam, muito aquém da atenção dada às lavouras (e.g. milho e soja) devido ao fato dos pastos serem considerados culturas secundárias. A implementação das áreas de pastagem ocorre em sua maioria em áreas marginais, pois, uma vez que a pastagem é uma cultura perene, há a ideia de que para o seu cultivo é necessário apenas preparar o solo, semear, deixar a planta crescer e utilizá-la sem o mínimo de controle da sua estrutura. A falta de critérios no ajuste da taxa de lotação também resulta, em muitos casos, em superpastejo, podendo prejudicar a persistência do pasto. Essa falta de cuidados com as áreas de pastagens pode levá-las à degradação, que, em futuro próximo, pode levar à degradação também do solo, deixando-o com pouca capacidade para realização de práticas agrícolas. Por essas razões, independentemente da estratégia de manejo empregada, a importância do controle da altura do dossel forrageiro se deve a vários fatores, pois, a partir dessa meta de manejo é possível conciliar acréscimos em aproveitamento da forragem produzida e produtividade animal.

Para que se tenha sucesso na atividade pecuária, é necessário que o monitoramento das condições-alvo (e.g., metas de altura do dossel) seja feito com cuidado. A estrutura da pastagem

gerada pela altura de dossel é de extrema importância para realização de um manejo adequado, por afetar tanto a produção quanto o valor nutritivo da forragem que será ofertada aos animais, que são variáveis determinantes do desempenho animal. O objetivo de manter as condições alvo da altura do dossel é uma tarefa a ser realizada de maneira frequente, para que tomadas de decisões possam ser efetuadas quando ocorrer um descontrole no manejo da altura. Várias são as maneiras pelas quais se pode realizar as avaliações da altura do pasto, como por meio do uso do *sward stick* e da régua graduada (HODGSON, 1990), equipamentos de fácil utilização e que podem ser ferramentas interessantes para o manejo do pasto, trazendo ganhos significativos tanto para a comunidade de plantas quanto aos animais que as consomem.

A altura do dossel é uma medida simples de ser realizada, o que a torna uma ótima opção em termos práticos (WRIGHT & WHYTE, 1989). Em um trabalho realizado com ovelhas em pastagem de clima temperado sob lotação contínua, demonstrou-se que o aumento da altura do dossel foi proporcional ao incremento da massa de forragem, mas ao mesmo tempo foi observado aumento na proporção de material morto (BIRCHAM & HODGSON, 1983). Esse padrão de resposta também pode ser observado em outro trabalho realizado com pastagem de clima temperado sob lotação contínua, em que a altura de dossel apresentou efeito significativo no desempenho animal (WRIGHT & WHYTE, 1989). Nesse mesmo estudo foi observado que a altura influencia a forma como os pastos são utilizados, de modo que o pasto manejado mais alto apresentou áreas não pastejadas devido ao incremento de colmos e material morto. Com isso, são cada vez mais comuns estudos tendo como meta de manejo o controle da estrutura do dossel através de parâmetros como altura ou massa de forragem (SMETHAM, 1994).

Nos últimos 15 anos, estudos realizados em pastagens tropicais utilizando como metas de manejo a altura do pasto elucidaram respostas importantes acerca do momento ideal para a realização da colheita da forragem produzida. Inúmeros experimentos foram realizados em pastos tanto sob lotação contínua quanto sob lotação rotativa, na perspectiva de encontrar uma meta de manejo na qual as pastagens atingissem os melhores desempenhos agrônômicos, tendo a altura do dossel como uma medida fácil de ser mensurada e, para tanto, recomendada para a prática de manejo. Estudos dessa natureza sob lotação contínua foram realizados em capim Madandu (SBRISIA & DA SILVA, 2008; FLORES et al., 2008); capim Xaraés (FLORES et al., 2008; HERNANDEZ-GARAY et al., 2014) e em capim Mulato II (SILVA et al., 2016), e sob lotação rotativa em capim Mombança (CARNEVALLI et al., 2006; CARVALHO et al., 2017), em capim Tanzânia (BARBOSA et al., 2007) e em capim Xaraés (PEDREIRA et al., 2007). Portanto, tendo como exemplo os trabalhos citados, e para que um novo material forrageiro seja amplamente utilizado por produtores, é fundamental a avaliação do potencial produtivo desses materiais em diferentes condições de manejo, uma vez que, a estratégia de desfolhação pode afetar significativamente o acúmulo de forragem, o valor nutritivo e a persistência da planta forrageira (INYANG et al., 2010).

Brougham (1957) investigou o desenvolvimento de plantas forrageiras de clima temperado durante a rebrotação e observou que a curva de crescimento dessas plantas é dividida em três fases distintas: (i) na primeira fase o crescimento da pastagem acontece de forma exponencial; (ii) na segunda fase atinge-se uma taxa máxima em crescimento constante, e (iii) na terceira fase ocorre um

declínio no crescimento, ou seja, queda na produção. Em 1990, Hodgson descreve o mesmo padrão de crescimento, sendo que na primeira fase o crescimento é mais lento, seguida da segunda fase em que o incremento é acelerado e, por fim, uma terceira fase na qual há declínio de produção à medida que o dossel se aproxima do rendimento teto. Todo esse processo de crescimento está intimamente relacionado com o aumento da área foliar, acompanhado do aumento na altura do pasto. Resumidamente, o pasto passa de uma condição de IAF baixo a um IAF alto. Para que não ocorram perdas de forragem, o acúmulo de forragem (balanço entre crescimento e senescência) deve ser interrompido e o animal tem que colher esse alimento antes que as taxas de senescência e alongamento de colmos aumentem, ponto que caracteriza a relação entre altura do dossel, o IAF e os 95% de IL (BROUGHAM, 1956; HODGSON, 1990; CARNEVALLI et al., 2006; BARBOSA et al., 2007; PEDREIRA et al., 2007).

Em pastos manejados sob lotação contínua não há IAF residual. Portanto, o valor de IAF é mantido praticamente constante ao ser imposto uma dada altura de manejo. Nesse caso, para que as respostas vegetal e animal sejam satisfatórias, são necessários ajustes na taxa de lotação (intensidade de desfolhação) durante todo o período em que os animais permanecerem na área. Isso resulta em alterações na taxa de acúmulo de forragem, sendo importante pelo fato de manejar o pasto a ponto de não ocorrer sub ou superpastejo (PARSONS et al., 1983; PEDREIRA et al., 2002; NASCIMENTO JR. & ADESE, 2004). O manejo do pastejo tem como objetivo primordial elevar a produtividade das pastagens, sua qualidade, bem como sua persistência no sistema de produção, sendo as estratégias de manejo sob lotação contínua e lotação rotativa, com ajustes na taxa de lotação, as mais comumente utilizadas (BOTREL et al., 1998). Sendo assim, a estrutura do dossel pode ser monitorada por medições de altura, podendo ser considerado como uma poderosa ferramenta no controle das estratégias de manejo (MESQUITA et al., 2010).

2.5. Fatores de manejo que afetam o valor nutritivo da forragem pastejada

O manejo da pastagem interfere diretamente na planta, seja individualmente ou em comunidade, pois, além de refletir no desenvolvimento determinado pelo seu ritmo de crescimento, influencia também na sua produção, nas características estruturais, bem como no seu valor nutritivo. Segundo Mott & Moore (1985), os atributos relacionados a qualidade da forragem são: valor nutritivo e consumo voluntário. O valor nutritivo de um alimento é composto por sua composição química, digestibilidade, natureza dos produtos digeridos e o consumo voluntário, que por sua vez é determinado pela acessibilidade, aceitabilidade e tempo de retenção no rúmen. Sendo assim, o valor nutritivo da forragem é melhor interpretado pela sua influência no desempenho animal (SOLLENBERGER & CHERNEY, 1995). O aumento da produtividade na competência dos sistemas de produção tem a alimentação do rebanho como principal componente, sendo as pastagens a principal fonte de nutrientes (EUCLIDES, 1995). As pastagens passam por transições constantes devido a fertilidade do solo, clima e espécie, que podem influenciar a composição das plantas, podendo leva-las a deficiência ou excesso de nutrientes (NOLLER et al., 1996).

No ecossistema pastagem, os animais ruminantes são os principais colhedores da forragem, e o pasto, por sua vez, é o responsável pela exportação de nutrientes do solo para a nutrição desses animais, refletindo no desempenho animal. Nesse sentido, para que os animais possam consumir um alimento de bom valor nutritivo, variáveis como composição morfológica, idade fisiológica das plantas, oferta de forragem, taxa de lotação, e distribuição dos componentes no perfil vertical do dossel são, portanto, essenciais. Para Queiroz et al. (2000), a avaliação do valor nutritivo da forragem a ser ofertada aos animais, proporciona a possibilidade do balanceamento da dieta a ser consumida. Logo, a composição morfológica, juntamente com a estrutura da pastagem, determina a seletividade dos animais em pastejo, bem como a eficiência desses animais na busca da forragem que será determinante para a quantidade de nutrientes que será ingerida (STOBBS, 1973a). Pastos, quando bem manejados, com plantas imaturas, podem acarretar em forragem de alta digestibilidade e alto consumo de forragem (NOLLER et al., 1996).

A concentração de nutrientes em uma dieta é de extrema importância tanto para os animais em crescimento quanto para os animais em produção (HODGSON, 1990). A escolha da espécie e/ou cultivar, a idade fisiológica da planta, o manejo adotado, o tempo de pastejo e a nutrição mineral do solo são chaves para a geração de alimento de bom valor nutritivo a ser fornecido ao rebanho (ADESOGAN et al., 2000). Segundo Euclides (1995), com o avançar da idade fisiológica das plantas, ocorre mudanças em sua composição química, ocorrendo diminuição de compostos potencialmente digestíveis como, carboidratos solúveis, proteínas e minerais. Ao mesmo tempo, ocorre aumento nas frações indigestíveis como, lignina, celulose e hemicelulose. Nesse sentido, a forragem apresentada aos animais em pastejo tem que ser resultado do correto manejo das pastagens, visando oferecer-lhes alimento que esteja em uma estrutura favorável para o pastejo (CARVALHO et al., 2001). O manejo dos animais em pastejo é a maneira de controlar a estrutura do dossel e sua composição morfológica (BARBOSA et al., 2007).

A estrutura do pasto está intimamente relacionada com o manejo adotado, com reflexos em vários fatores na pastagem, como no valor nutritivo da forragem. Pastos manejados com maior rigor de manejo (e.g., utilizando o monitoramento de altura como critério), apresentarão forragem de melhor valor nutritivo, uma vez que a colheita feita pelos animais será feita no momento em que há alta proporção de folhas, resultando em alta relação folha:colmo (SILVA et al., 2016). Uma das características que mais afeta a digestibilidade em gramíneas forrageiras C4 é a presença acentuada de colmo. O aumento na proporção de colmos após os animais colherem grande quantidade de folhas faz com que ocorra uma redução na profundidade de bocado (CARVALHO et al., 2008) e assim, como consequência, acarreta a diminuição do número de bocado (CARVALHO et al., 2009), afetando o consumo animal. Esta, por sua vez, é caracterizada pela diminuição no valor nutritivo da dieta, acarretando prejuízos ao desempenho animal.

As pastagens de gramíneas tropicais são conhecidas por apresentarem baixo valor nutritivo, sendo, na maioria das vezes, relacionadas a baixa concentração de proteína e alta proporção de fibra (EUCLIDES, 1995), o que normalmente ocorre em pastagens mal manejadas (BUENO, 2003). Animais em pastejo têm a oportunidade de selecionar o que vão consumir, fazendo com que a forragem consumida apresente valor nutritivo superior em relação ao que está sendo ofertado. O estrato superior

do dossel tem predominância de folhas, que são os tecidos de preferência dos animais, assegurando o bom valor nutritivo do alimento consumido (HODGSON, 1990). Silva et al. (2016), trabalhando com capim Mulato II em diferentes alturas de manejo sob lotação contínua constatou que, à medida que se aumenta a altura da meta de manejo, ocorre também aumento nos valores de fibra em detergente neutro (FDN) e diminuição dos de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), resultando em redução do valor nutritivo da forragem. O mesmo padrão de resposta pode ser encontrado em capim Tanzânia sob lotação contínua (CANO et al., 2004). Carvalho et al. (2017) estudando capim Mombaça, descreve que a menor intensidade de desfolhação acarreta melhor valor nutritivo da forragem. Esses resultados demonstram que o manejo da pastagem é chave para que a forragem a ser consumida pelos animais em pastejo tenha bom valor nutritivo, fornecendo a eles nutrientes em suficiência para atender suas demandas nutricionais, gerando ganhos satisfatórios em desempenho animal.

3. HIPÓSTE

O fato de plantas forrageiras apresentarem plasticidade fenotípica permite flexibilidade de manejo, que, na prática, implica que não há superioridade entre os métodos de lotação contínua e rotativa se for garantida adequada estrutura de dossel forrageiro.

4. OBJETIVO

O objetivo com este trabalho foi descrever e explicar o acúmulo, a composição morfológica, o valor nutritivo da forragem e a estrutura do dossel da *Brachiaria* (sin. *Urochloa*) híbrida Convert HD 364 (Mulato II) em resposta a estratégias de manejo sob lotação contínua e rotativa.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido durante o verão agrostológico de 2016/2017 em área experimental do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pertencente à Universidade de São Paulo – ESALQ/USP, localizada em Piracicaba, São Paulo (22°42’30” S, 47°30’ W, e 580 m de altitude) (Figura 1).

Figura 1. Vista da área experimental

5.2. Dados climáticos durante o período experimental

O clima do local é classificado como Cwa (mesotérmico úmido subtropical de inverno seco), sendo a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C. A precipitação média anual pode chegar a 1247 mm/ano (CERVELLINI et al., 1973). Os dados relacionados às condições climáticas do período das coletas de dados foram adquiridos no posto meteorológico do Departamento de Engenharia de Biossistemas (ESALQ/USP), localizado a 2 km de distância da área experimental (Figura 2).

Figura 2. Médias pluviométricas e temperaturas mensais do período experimental e médias pluviométricas e temperaturas históricas (1917-2017)

O balanço hídrico (Figura 3) do período experimental foi calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), com o auxílio do programa “BHnorn”, elaborado por Rolim et al. (1998).

Figura 3. Extrato do Balanço Hídrico (mm) durante o período experimental (janeiro-abril) a cada decêndio. No eixo 'X' aparece a letra inicial de cada mês e os números referem-se a cada decêndio

5.3. Caracterização da área experimental e estabelecimento dos pastos

O solo da área experimental é um Nitossolo vermelho eutroférico típico (EMBRAPA, 1999) ou Kandiudalfic Eutrodox (SOIL SURVEY STAFF, 1990), de alta fertilidade. Amostras de terra foram coletadas em maio de 2016, afim de verificar as condições da mesma, e, de acordo com a análise da terra, não houve necessidade de correção do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de terra da área experimental

pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
(CaCl ₂)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						%
5,4	42	57	9,9	53	22	38	84,9	122,9	69

* P Resina; SB = Soma de bases; T = Capacidade de Troca Catiônica total; V% = Saturação por bases

O pasto da área experimental foi estabelecido em 2012 com o capim Mulato II. Durante três verões agrostológicos (2012/2013, 2013/2014, 2014/2015) foram realizados experimentos nesta área experimental. Após a condução desses experimentos, a área experimental ficou em livre acesso para pastejo com vacas leiteiras (*Bos spp.*) não lactantes com peso corporal médio de 480 kg sob lotação contínua durante 18 meses, com intuito de manter os pastos em boas condições e para remoção constante da massa de forragem (Figura 4).

Figura 4. Vacas leiteiras (*Bos spp.*) pastejando os piquetes da área experimental

5.4. Controle de invasoras

Antes do estabelecimento do capim Mulato II em 2012, a área experimental era dominada por espécie do gênero *Panicum*. Até o presente momento, os piquetes foram invadidos em pouca quantidade por essa espécie e alguns começaram a ser invadidos por espécies do gênero *Cynodon*. O

controle para evitar a presença indesejada desses capins foi realizado por meio de arranquio manual e/ou capinas.

5.5. Imposição dos tratamentos e delineamento experimental

5.5.1. Controle dos pastos destinados a cada tratamento

Após os 18 meses durante os quais os piquetes foram mantidos sob livre acesso de vacas leiteiras sob lotação contínua, iniciou-se o processo de imposição dos tratamentos experimentais. Em meados de outubro de 2016 foi realizado um pastejo intenso afim de remover o máximo da massa de forragem presente na área. No dia 21/10/2016 foi feita uma roçada mecânica (Figura 5) em toda a área experimental na altura de ~10 cm do nível do solo para uniformização de todo o pasto, bem como remoção de colmos, forragem morta, e eliminação de áreas de rejeição, seguida de uma adubação de 50 kg N ha⁻¹ na forma de NH₄NO₃.

Figura 5. Vista geral da área experimental antes da roçada (A); Operação da roçada no pasto (B); Vista geral da área experimental após a roçada (C); Altura estabelecida para o início da imposição dos tratamentos (D)

Após a roçada de uniformização o pasto foi dividido com cerca elétrica. O período de adaptação dos pastos (unidades experimentais) aos tratamentos foi realizado de outubro a dezembro de 2016, sem que houvesse coleta de dados, com o objetivo de manter os pastos sob seus respectivos regimes de desfolhação, sendo o controle da altura do dossel realizado duas vezes por semana. Antes de iniciar os pastejos de adaptação houve o sorteio dos tratamentos a cada piquete.

5.5.2. Tratamentos e delineamento experimental

Foram estudadas duas alturas médias de dossel (20 e 30 cm) associadas a três métodos de pastejo (lotação contínua com taxa de lotação variável - LC; lotação rotativa leniente - LRL; lotação rotativa severa - LRS). Os tratamentos sob lotação contínua foram impostos por variações de $\pm 10\%$ das alturas médias de dossel; os tratamentos sob LRL foram impostos por intensidades de desfolhação de 40%; e os tratamentos sob LRS foram impostos por intensidades de desfolhação de 57%, com variações de $\pm 25\%$ (LRL) e $\pm 40\%$ (LRS) em torno das alturas médias de dossel de 20 e 30 cm, respectivamente. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados seguindo arranjo fatorial 2×3 , combinando duas alturas médias do dossel e três métodos de pastejo (LC, LRL e LRS), com três repetições, totalizando-se 18 unidades experimentais (piquetes) de 200 m² cada (Figura – 6). Os pastos mantidos a 20 cm de altura em LC variaram entre 18 e 22 cm ($\pm 10\%$); em LRL, entre 25 cm em pré-pastejo e 15 cm em pós-pastejo; em LRS, entre 28 cm em pré-pastejo e 12 cm em pós-pastejo; e os pastos mantidos a 30 cm de altura em LC variaram de 33 a 27 cm ($\pm 10\%$); em LRL, entre 37 cm em pré-pastejo e 23 cm em pós-pastejo; e, em LRS, entre 42 cm em pré-pastejo e 18 cm em pós-pastejo.

Figura 6. Croqui da área experimental

A imposição dos regimes de desfolhação seguiu o protocolo experimental do tipo *mob stocking*, objetivando remoção rápida da massa de forragem presente (ALLEN et al., 2011), ou seja, um pastejo rápido para que não houvesse formação de áreas de rejeição com o intuito de promover maior uniformização no pastejo e, com isso, garantir a manutenção das condições-alvo.

5.6. Controle das condições experimentais

5.6.1. Altura do dossel

O monitoramento da altura do dossel foi realizado três vezes por semana em grid, ao longo de cinco transectas equidistantes, utilizando-se de uma transparência de poliacetato e um bastão graduado (Figura 7), fazendo medições em 50 pontos (10 pontos por transecta) em cada unidade

experimental (piquete) (Figura 8, 9, 10, 11, 12, 13). Quando cada piquete atingia o limite máximo da altura do dossel, um lote formado por um grupo de vacas e novilhas leiteiras (*Bos spp.*) não lactantes ($\pm 446,6$ kg de peso corporal) era levado ao piquete, sendo retirado assim que a altura do dossel atingisse o limite mínimo estabelecido para cada tratamento. Nos momentos em que não estivessem em pastejo nas unidades experimentais, os animais permaneceram em áreas adjacente à área experimental (áreas pulmão).

Figura 7. Medição de altura com a utilização de um bastão graduado e uma transparência de policetato

Figura 8. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob lotação contínua de 20 cm ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações

Figura 9. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob lotação contínua de 30 cm ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações

Figura 10. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob LRL (25 cm pré-pastejo – 15 cm pós-pastejo) ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações

Figura 11. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob LRL (37 cm pré-pastejo – 23 cm pós-pastejo) ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações

Figura 12. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob LRS (28 cm pré-pastejo – 12 cm pós-pastejo) ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações

Figura 13. Controle da altura do dossel dos pastos manejados sob LRS (42 cm pré-pastejo – 18 cm pós-pastejo) ao longo do período experimental. Setas indicam as datas das adubações

5.6.2. Adubação

Foram realizadas adubações de manutenção em todos os piquetes com $187,5 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, na forma de NH_4NO_3 , e $187,5 \text{ de K}_2\text{O ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, na forma de KCl. A adubação foi dividida em 3 aplicações de $62,5 \text{ kg}$ de cada nutriente ao longo do período experimental nas respectivas datas: primeira aplicação foi em 09/01/2017; segunda aplicação foi em 04/02/2017; e a terceira aplicação foi em 03/03/2017. Afim de ter maior homogeneidade durante a execução, a adubação foi realizada a lança, sendo o adubo distribuído e parcelado ao longo das transectas.

5.7. Avaliações a campo

5.7.1. Estimativa de massa (MF), acúmulo (AF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF)

A massa de forragem (MF) foi determinada por meio da técnica de dupla amostragem. A medida indireta foi realizada utilizando o prato ascendente (*Ashgrove Pastoral Products*, Hamilton, NZ) com peso de 480 g e diâmetro de $35,5 \text{ cm}$ e a direta a partir da coleta da massa de forragem dentro de molduras de metal de $0,25 \text{ m}^2$ a 2 cm do nível do solo, em locais considerados ideais para calibração do prato.

Para cada evento de calibração (foram realizados dois eventos de calibração durante o período experimental) dois locais (avaliação visual) foram escolhidos em cada piquete representando condições contrastantes em MF, locais que visualmente apresentavam alta MF, bem como locais que apresentavam baixa MF, afim de abranger a amplitude de variação de valores da MF. Em cada estação foi realizada leitura com o prato ascendente, seguida do corte da forragem dentro de moldura, com auxílio de tosquiadora elétrica (Figura 14 – A). As amostras foram pesadas frescas no campo e levadas

à estufa de ventilação forçada a 60°C até atingir peso constante e em seguida pesadas, para cálculo do teor de matéria seca (MS). As medidas indiretas para estimar a MF nos piquetes manejados sob lotação contínua foram realizadas a cada 21 dias, e nos piquetes manejados sob lotação rotativa foram realizadas no pré- e no pós-pastejo. Em cada evento de medição foram realizadas 50 leituras com o prato ascendente (Figura 14 – B) sistematicamente por toda unidade experimental (piquete), e a média foi utilizada para estimar a MF em cada piquete. No final do experimento, as medidas realizadas com o prato ascendente e o peso seco das amostras coletadas para a calibração foram utilizadas para desenvolver um modelo de calibração por meio de regressão (Apêndices A, B, C).

Figura 14. Leitura realizada com o prato ascendente (A); Coleta de MF com o auxílio de tosquiadora (B)

O acúmulo de forragem (AF) foi calculado de maneira distinta para cada método de pastejo. Nos piquetes sob lotação contínua (20 e 30 cm, $\pm 10\%$) foram utilizadas gaiolas de exclusão de 0,9 m de diâmetro e 1,2 m de altura (Figura 15 – A) ancoradas no início do período experimental em dois locais representativos da MF média, sendo esses locais escolhidos pela média das 50 leituras realizadas com o prato ascendente. Após 21 dias (ciclo de acúmulo), foram realizadas leituras com o prato ascendente no interior de cada gaiola (Figura 15 – B), que em seguida era retirada e alocada a um novo local com MF representativa da média do piquete (outras 50 leituras realizadas com o prato ascendente). O AF foi calculado pelo método agrônômico da diferença (DAVIES et al., 1993), a partir da diferença entre a MF dentro das gaiolas e a MF do piquete 21 dias antes, e assim sucessivamente para os outros ciclos de acúmulo:

$$AF = MF_{\text{gaiola 21 dias}} - MF_{\text{piquete (dia zero)}}$$

Nos piquetes sob lotação rotativa o AF foi calculado como a diferença entre a MF pré-pastejo e a MF pós-pastejo do ciclo anterior:

$$AF = MF_{\text{pré-pastejo ciclo } n} - MF_{\text{pós-pastejo ciclo } n-1}$$

Para obtenção do AF total da estação em cada unidade experimental (piquete), os AFs de todos os ciclos durante o período experimental foram somados. A estimativa da taxa média diária de acúmulo de forragem (TAF) foi calculada nos piquetes sob lotação contínua como a divisão do AF do ciclo pelos 21 dias de cada ciclo. Nos piquetes sob lotação rotativa a TAF foi calculada dividindo-se o AF de cada ciclo pelo número de dias decorridos para cada ciclo, sabendo que nesses piquetes o número de dias de cada ciclo foi determinado pela altura do dossel, ou seja, o tempo necessário para que o capim atingisse a altura de entrada entre um ciclo e outro.

Figura 15. Massa de forragem no interior da gaiola (A); Leitura do com prato ascendente da massa de forragem no interior da gaiola (B)

5.7.2. Composição morfológica da forragem e o índice de área foliar (IAF)

Para determinação da composição morfológica, a forragem coletada foi pesada fresca no campo, homogeneizada e subamostrada em 250-300 g. Nos pastos sob lotação contínua as coletas foram realizadas a cada 21 dias e nos piquetes sob lotação rotativa as coletas foram realizadas nas condições pré- e pós-pastejo. As subamostras foram separadas manualmente em lâmina foliar, colmo (colmo + pseudocolmo) e material morto (tecido com mais de 50% de senescência) (Figura 16 – A). Todos os três componentes foram levados à estufa de ventilação forçada a 60°C até atingir peso constante. Os pesos secos dos componentes foram utilizados para determinar a proporção de lâmina foliar, pseudocolmo (colmo + bainha) e material morto da MF.

Antes de ser levada à estufa, uma fração do componente “lâmina foliar” foi separada e escaneada em um integrador de área foliar modelo LAI 3100 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA) para determinação de área foliar (Figura 16 – B). Por meio da relação entre a massa seca das folhas e a leitura da área foliar pelo aparelho foram calculados a área total de folhas contidas na subamostra, e o IAF correspondente (cm^2 de folhas/ cm^2 de solo).

Figura 16. Componentes morfológicos da forragem: lâmina foliar, colmo e material morto (A); Integrador de área foliar (B)

5.7.3. Estrutura vertical do dossel

As avaliações da distribuição vertical dos componentes morfológicos do dossel forrageiro foram realizadas com o auxílio de um equipamento denominado ponto inclinado *inclined point quadrat* (Figura 17 – A) (WARREN-WILSON, 1960; LACA & LEMAIRE, 2000; MOLAN, 2004). Essas avaliações foram feitas nas condições de pré-pastejo nos pastos sob lotação rotativa, e antes do momento da entrada dos animais nos pastos sob lotação contínua, quando o piquete atingisse a altura máxima, e para que não houvesse perturbação na estrutura do pasto antes das avaliações.

O equipamento foi montado e posicionado em pontos representativos da altura média do dossel de cada tratamento, utilizando um bastão graduado e uma transparência de poliacetato. A haste do equipamento foi montada com uma inclinação de $32,5^\circ$ entre seu plano de penetração do perfil do dossel até o nível do solo. À medida que a haste graduada era introduzida no interior do dossel (Figura 17 – B), sua ponta tocava diferentes estruturas (componentes morfológicos), classificadas como: folha, colmo, e material morto. Para tanto, cada estrutura tocada era identificada e a altura em que ocorriam os toques eram registradas observando a haste graduada do aparelho (cm). Após cada toque, o componente era retirado cuidadosamente da ponta da haste para que não houvesse modificação na estrutura, permitindo assim a continuidade na penetração da haste no interior do dossel para que novas ocorrências de toques fossem registradas. Esse procedimento foi repedido até que a ponta da haste tocasse o solo, ponto onde foi gerada a última leitura de altura que serviu de referência para o cálculo das alturas efetivas dos toques realizados em relação ao solo. Para cada piquete, um mínimo de 100 toques foram registrados (pelo menos 300 toques por tratamento por haver 3 repetições), no qual as estações de leituras tiveram variações entre 7 e 14 dependendo do tratamento avaliado.

Os dados foram calculados igualmente para os dois métodos de pastejo (lotação contínua e lotação rotativa), somando-se o total de toques registrados para cada tratamento a intervalos de 5 cm de altura do dossel, o que correspondeu a 100%. O percentual total de toques a cada intervalo de 5 cm foi dividido nos percentuais dos diferentes componentes morfológicos (folha, colmo e material morto). Com esses dados, gráficos foram gerados para descrever a estrutura vertical dos componentes morfológicos do dossel forrageiro do capim Mulato II.

Figura 17. Alocação do ponto inclinado *inclined point quadrat* (A); Ponta da haste tocando o componente folha no interior do dossel

5.7.4. Intercepção de luz (IL) pelo dossel e ângulos da folhagem

A intercepção de luz (IL) pelo dossel e ângulos foliares foram avaliados pelo analisador de dossel modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA). Nos pastos sob lotação contínua foram realizadas mensurações a cada 21 dias e nos piquetes sob lotação rotativa as leituras foram realizadas nas condições pré- e pós-pastejo. As leituras foram realizadas em caminhamento pelas transectas, realizando uma leitura acima (leitura de referência) (Figura 18 – A) para cada oito leituras na base do dossel (Figura 18 – B), totalizando 40 leituras por piquete. As leituras foram realizadas em momentos de predominância de radiação difusa (condição de céu nublado ou baixa elevação solar) (WELLES & NORMAN, 1991), sendo as leituras realizadas preferencialmente no final da tarde.

Figura 18. Leitura de referência (A); Leitura na base do dossel (B); * Visão da lente do aparelho para o domo celeste

5.7.5. Valor nutritivo da forragem

As coletas para estimativa do valor nutritivo da forragem em oferta foram realizadas de maneiras distintas para cada método de lotação. Nos piquetes sob lotação contínua, as coletas foram realizadas utilizando a técnica de pastejo simulado *hand plucking* a cada evento de pastejo, observando o hábito de pastejo dos animais (SOLLENBERGER & CHERNEY, 1995) (Figura 19 – A). Nos piquetes manejados sob lotação rotativa amostras do estrato potencialmente pastejável foram coletadas antes que os animais entrassem no piquete, ou seja, as amostras foram colhidas acima da altura de resíduo pós-pastejo de cada tratamento, sendo as amostras compostas a partir de diversos pontos da unidade experimental (Figura 19 – B). Nos tratamentos de LRL e LRS de 20 cm, as amostras foram coletadas em 15 e 12 cm, respectivamente, e nos tratamentos de LRL e LRS de 30 cm, as coletas foram nas alturas de 23 e 18 cm, respectivamente.

As amostras de cerca de 300g de forragem foram coletadas e acondicionadas em sacos de pano devidamente identificados, e foram secas em estufa de ventilação forçada a 60°C até peso constante, e em seguida moídas em moinho tipo Wiley com peneira de abertura de 1 mm. Essas amostras foram levadas ao laboratório para determinação das concentrações de proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN), e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO). A concentração de N foi determinada usando a técnica do bloco de alumínio descrito por Gallaher et al. (1975). O teor de N total foi medido por colorimetria semi-automatizada Hambleton (1977) e as concentrações de PB foram calculadas multiplicando-se o teor de N total por 6,25. A análise de FDN foi realizada utilizando um Ankom Fiber Analyzer (*ANKOM 2000 Fiber Analyze, ANKOM Technology Corporation Fairport, NY*). A determinação da DIVMO foi medida usando a técnica *two-stage* descrita por Moore & Mott (1974).

Figura 19. Coleta de amostras para estimar valor nutritivo da forragem. Lotação contínua (A); lotação rotativa (B)

5.7.6. Análise estatística dos dados

Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS® (*Statistical Analyses System*) (LITTEL et al., 2006). Na escolha da matriz de variância e covariância foi utilizada o Critério de Informação de Akaike (AIC) (WOLFINGER, 1993). Os efeitos de blocos e suas interações foram considerados efeitos aleatórios. As médias dos tratamentos foram estimadas pelo “LSMEANS” e as comparações entre elas foram realizadas por meio da probabilidade da diferença “PDIFF”, usando o teste de “t” de Student ao nível de 5% de significância.

6. RESULTADOS

6.1. Estrutura do dossel sob lotação contínua e em pré-pastejo sob lotação rotativa

6.1.1. Intercepção de luz pelo dossel

A intercepção luminosa (IL) foi afetada pela altura ($P = 0,0006$) e pelo método de pastejo ($P < 0,0001$). Houve pouca variação entre as alturas (98,8% e 98,0% de IL para 30 e 20 cm (Tabela 2), respectivamente). No entanto, houve diferença entre os três métodos de pastejo, tendo a LC apresentado o menor valor, 97,1%, enquanto LRL e LRS apresentaram 98,8% e 99,4% de IL (Tabela 3), respectivamente. Nenhum dos métodos de pastejo resultou em valor próximo de 95% de IL.

Tabela 2. Intercepção luminosa pelo dossel em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) em pastos de capim Mulato II

Altura	Intercepção Luminosa
cm	%
20	98,0
30	98,9
$P^†$	0,0006
EPM [§]	0,17

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito da altura.

[§]EPM = Erro padrão da média.

Tabela 3. Intercepção luminosa pelo dossel em resposta aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II

Método de pastejo	Intercepção Luminosa
	%
LC	97,1 c
LRL	98,8 b
LRS	99,4 a
$P^†$	<0,0001
EPM [§]	0,19

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito do método de pastejo.

[§]EPM = Erro padrão da média.

6.1.2. Massa de forragem

A massa de forragem (MF) foi afetada pela interação altura x método de pastejo ($P = 0,0028$). O método de LRS com altura de 30 cm apresentou o maior valor, 11360 kg MS ha⁻¹, enquanto que a LC com altura de 20 cm apresentou o menor, 6551 kg MS ha⁻¹. Na altura de 20 cm houve diferença entre a LRL e a LC. Já para a altura de 30 cm, houve diferença entre a LRS, que apresentou o maior valor dentre os demais métodos de pastejo. As alturas foram afetadas por método de pastejo, $P < 0,0001$, $P = 0,0404$ e $P < 0,0001$ para LC, LRL e LRS, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Massa de forragem (MF) em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) e aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II

Altura	Método de pastejo			EPM [§]
	LC	LRL	LRS	
cm	----- kg MS ha ⁻¹ -----			
20	6551 b	7347 a	6753 ab	308
30	7880 b	8577 b	11360 a	429
<i>P</i> [†]	<0,0001	0,0404	<0,0001	
EPM [§]	121	566	860	

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito da altura dentro de cada método.

[§]EPM = Erro padrão da média.

Letras na linha comparam médias entre método na mesma altura.

6.1.3. Acúmulo total e taxa de acúmulo de forragem

O acúmulo total de forragem (ATF) e a taxa média de acúmulo de forragem (TAF) foram afetados pelo método de pastejo ($P < 0,0001$ e $P = 0,0019$, respectivamente), sendo que para ambas as variáveis, o método de LC apresentou os maiores valores, enquanto LRL e LRS não diferiram entre si (Tabela 5).

Tabela 5. Acúmulo total de forragem (ATF) e taxa média de acúmulo (TAF) em resposta aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II

Método de pastejo	ATF	TAF
	kg MS ha ano ⁻¹	kg MS ha dia ⁻¹
LC	7409 a	86 a
LRL	3793 b	47 b
LRS	4848 b	58 b
<i>P</i> [†]	<0,0001	0,0019
EPM [§]	391,6	5,9

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito do método de pastejo.

[§]EPM = Erro padrão da média.

Letras comparam entre método.

6.1.4. Índice de área foliar

O índice de área foliar (IAF) foi afetado pela interação altura x método de pastejo ($P = 0,0029$). O valor de IAF para altura de 20 cm diferiu entre LC e os métodos de lotação rotativa, mas não variou entre a LRL e LRS. Já para altura de 30 cm houve diferença entre todos os métodos. As alturas foram afetadas por cada método de pastejo (LC, LRL e LRS com $P = 0,0054$, $P = 0,0101$ e $P < 0,0001$, respectivamente) (Tabela 6). Sendo assim, pode ser observado que à medida que a altura do dossel aumenta pelo método de pastejo, ocorre acréscimo no valor do IAF.

Tabela 6. Índice de área foliar em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) e aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II

Altura	Método de pastejo			EPM [§]
	LC	LRL	LRS	
cm	----- cm ² cm ⁻² -----			
20	3,3 b	5,4 a	5,6 a	0,37
30	4,2 c	6,7 b	8,9 a	0,37
<i>P</i> [†]	0,0054	0,0101	<0,0001	
EPM [§]	0,40	0,40	0,40	

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito da altura dentro de cada método.

[§]EPM = Erro padrão da média.

Letras na linha comparam médias entre método na mesma altura.

6.1.5. Ângulo da folhagem

O ângulo da folhagem foi afetado pela interação altura x método de pastejo ($P = 0,0097$). Para a altura de 20 cm o ângulo da folhagem não foi afetado pelos métodos de pastejo, mas para a altura de 30 cm houve diferença entre a LRS e os demais métodos (Tabela 7). Neste caso, plantas que

apresentam maior altura do dossel em relação ao método de pastejo tem um ângulo da folhagem menor, ou seja, as folhas encontram-se mais paralelas (na horizontal) em relação ao solo. Houve diferença no ângulo da folhagem entre as alturas médias apenas na LRS ($P = 0,0157$) (Tabela 7).

Tabela 7. Ângulo da folhagem em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) e aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II

Altura	Método de pastejo			EPM [§]
	LC	LRL	LRS	
cm	Graus em relação a horizontal			
20	43	42	44	0,59
30	44 a	44 a	41 b	0,59
$P^†$	0,1277	0,0646	0,0157	
EPM [§]	0,80	0,80	0,80	

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito da altura dentro de cada método.

[§]EPM = Erro padrão da média.

Letras na linha comparam médias entre método na mesma altura.

6.1.6. Distribuição vertical dos componentes morfológicos

Independentemente do tratamento, cerca de 50% da porção superior do dossel foi caracterizada pela predominância do componente folha. No estrato inferior do dossel ocorreu a predominância de material morto e colmo. Os pastos manejados sob LC (Figura 20 – A, B) apresentaram maior proporção de material morto ao longo do perfil vertical do dossel em relação aos pastos manejados sob LRL e LRS (Figura 20 – C, D, E, F). Entretanto, nos pastos manejados sob lotação rotativa, a presença de colmos foi mais distribuída (em termos de maior quantidade, em %) nos diferentes estratos, principalmente na LRS30 (Figura 20).

Figura 20. Distribuição espacial dos estratos em percentual (%) dos componentes morfológicos de pastos de capim Mulato II sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa)

6.1.7. Composição morfológica da massa de forragem

6.1.7.1. Proporção de folhas, material morto e relação folha:colmo

Houve efeito apenas do método de pastejo sobre as proporções de folha, material morto e relação folha:colmo ($P < 0,0001$, $P = 0,0004$ e $P < 0,0001$, respectivamente). A LRS apresentou maior proporção de folhas, 46%, seguida da LRL e da LC, com 42 e 32%, respectivamente. Entretanto, a LC apresentou a maior proporção de material morto, 35%, seguida da LRL com 29% e da LRS com 24% (Tabela 8). Para relação folha:colmo houve diferença apenas entre a LC e os demais métodos (Tabela 8). A relação folha:colmo foi afetada pela altura com 1,4 e 1,2 para as alturas de 20 e 30 cm, respectivamente ($P = 0,0014$; EPM: 0,06).

Tabela 8. Proporção dos componentes folha e material morto em relação aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II

Método de pastejo	Folha	Material Morto	Folha:Colmo
	----- % -----		
LC	32 c	35 a	0,9 b
LRL	42 b	29 b	1,4 a
LRS	46 a	24 c	1,5 a
$P^{\dagger}$	<0,0001	0,0004	<0,0001
EPM [§]	1,9	1,8	0,07

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito do método de pastejo.

[§]EPM = Erro padrão da média.
Letras comparam entre método.

6.1.7.2. Proporção de colmo

A proporção do componente colmo foi afetada pela interação altura x método de pastejo ($P = 0,0318$). Para a altura de 20 cm, houve diferença apenas entre a LC e os demais métodos de pastejo, e para a altura de 30 cm, houve diferença entre a LRL e as demais. Os três métodos de pastejo foram afetados pela altura, LC ($P < 0,0001$), LRL ($P = 0,0005$) e LRS ($P < 0,0001$) (Tabela 9). No entanto, a LC apresentou a maior proporção de colmos em ambas as alturas.

Tabela 9. Proporção de colmo em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) e aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II

Altura	Método de pastejo			EPM [§]
	LC	LRL	LRS	
cm	----- % -----			
20	30 a	27 b	27 b	0,3
30	35 a	31 b	34 a	0,3
<i>P</i> [†]	<0,0001	0,0005	<0,0001	
EPM [§]	0,8	0,8	0,8	

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito da altura dentro de cada método.

[§]EPM = Erro padrão da média.

Letras na linha comparam médias entre método na mesma altura.

6.1.8. Valor nutritivo da forragem em oferta

6.1.8.1. Proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica

O teor de proteína bruta (PB) e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foram afetados pela altura ($P = 0,0038$ e $P = 0,0048$, respectivamente) (Tabela 10) e pelo método de pastejo ($P = 0,0036$ e $P = 0,0110$, respectivamente) (Tabela 11). No entanto, essas duas variáveis não foram afetadas pela interação altura $\times$ método de pastejo ($P = 0,1835$). Tanto a PB quanto a DIVMO apresentaram maiores valores na altura de 20 cm (Tabela 10). Para os métodos de pastejo, a PB e a DIVMO foram maiores na LC do que na LRL, que apresentaram os maiores valores (Tabela 11).

Tabela 10. Concentração de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da forragem em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) em pastos de capim Mulato II

Altura	Proteína Bruta	DIVMO
cm	----- g kg ⁻¹ -----	
20	146	600
30	128	554
<i>P</i> [†]	0,0038	0,0048
EPM [§]	4,4	107

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito da altura.

[§]EPM = Erro padrão da média.

Tabela 11. Concentração de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da forragem em resposta aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II

Método de pastejo	Proteína Bruta	DIVMO
	----- g kg ⁻¹ -----	
LC	150 a	609 a
LRL	136 b	574 ab
LRS	124 b	549 b
<i>P</i> [†]	0,0036	0,0110
EPM [§]	5	12,5

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito do método de pastejo.

[§]EPM = Erro padrão da média.

Letras comparam entre método.

6.1.8.2. Fibra em detergente neutro

A concentração de fibra em detergente neutro (FDN) foi afetada pela interação altura x método de pastejo ($P = 0,0036$). Não houve diferença entre as alturas médias em LC ($P = 0,5638$), mas estas diferiram em LRL e LRS ($P = 0,0025$ e $P < 0,0001$) (Tabela 12). Para a altura de 20 cm, houve diferença entre a LC e as demais. Já para a altura de 30 cm, houve diferença entre os três métodos. Ao contrário da PB e da DIVMO em que os valores diminuíram à medida que a altura do dossel aumentou, neste caso, para a FDN, os valores aumentam à medida que a altura do dossel aumentou, uma vez que o pasto manejado mais alto apresentou valor de 597 g kg⁻¹, e o pasto manejado mais baixo apresentou valor de 531 g kg⁻¹ (Tabela 12).

Tabela 12. Concentração da fibra em detergente neutro (FDN) da forragem em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) e aos métodos de pastejo sob LC (Lotação contínua), LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) em pastos de capim Mulato II

Altura	Método de pastejo			EPM [§]
	LC	LRL	LRS	
cm	----- g kg ⁻¹ -----			
20	531 b	553 a	552 a	5,2
30	535 c	579 b	597 a	5,2
<i>P</i> [†]	0,5638	0,0025	<0,0001	5,2
EPM [§]	6,4	6,4	6,4	

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito da altura dentro de cada método.

[§]EPM = Erro padrão da média.

Letras na linha comparam médias entre método na mesma altura.

6.2. Pós-pastejo em lotação rotativa

6.2.1. Composição morfológica da forragem no pós-pastejo e índice de área foliar

6.2.1.1. Proporção de folhas e índice de área foliar

A proporção de folhas e o índice de área foliar (IAF) no pós-pastejo foram afetados pelo método de pastejo ($P = 0,0224$ e $P = 0,0014$, respectivamente) (Tabela 13). A proporção de folhas e o IAF foram menores nos pastos sob LRS.

Tabela 13. Proporção do componente folha e índice de área foliar em resposta aos métodos de pastejo sob LRL (Lotação rotativa leniente) e LRS (Lotação rotativa severa) no pós-pastejo em pastos de capim Mulato II

Método de pastejo	Folhas	Índice de área foliar
	%	cm ² cm ⁻²
LRL	16	1,3
LRS	11	0,7
$P^†$	0,0224	0,0014
EPM [§]	1,43	0,13

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito do método de pastejo.

[§]EPM = Erro padrão da média.

6.2.1.2. Proporção de colmo e de material morto

As proporções de colmo e de material morto no pós-pastejo foram afetadas pela altura ($P = 0,0211$ e $P = 0,0480$, respectivamente) (Tabela 14). A altura de 20 cm apresentou as menores proporções tanto de colmo quanto de material morto, ou seja, à medida que se aumenta a altura do dossel no pós-pastejo, aumentam as proporções de colmo e material morto.

Tabela 14. Proporção dos componentes colmo e material morto em resposta às alturas médias (20 e 30 cm) do pós-pastejo em pastos de capim Mulato II

Altura	Colmo	Material Morto
cm	----- % -----	
20	35	51
30	41	46
$P^†$	0,0211	0,0480
EPM [§]	1,58	1,60

[†]Valor de $P \leq 0,05$ indica o efeito da altura.

[§]EPM = Erro padrão da média.

Na condição de pós-pastejo não houve efeito de tratamento para interceptação de luz pelo dossel, ângulo da folhagem, e massa de forragem (MF) ($P > 0,05$). Os valores médios de interceptação luminosa para altura de dossel foram de 86,0 e 90,2 para as alturas médias de 20 e 30 cm, respectivamente, e, para os métodos de pastejo, foram de 90,2 e 86,0 para a LRL e LRS, respectivamente. Os valores médios de ângulo da folhagem foram de 48 e 46 para as alturas médias de dossel de 20 e 30 cm, respectivamente, e, para os métodos de pastejo, foram 46 e 48 para a LRL e LRS, respectivamente. Os valores médios de massa de forragem foram de 2424 e 2544 kg MS ha⁻¹ para as alturas médias de dossel de 20 e 30 cm, respectivamente, e, para os métodos de pastejo, foram 2412 e 2715 kg MS ha⁻¹ para a LRL e LRS, respectivamente.

7. DISCUSSÃO

Os métodos de pastejo mais comumente utilizados são os de lotação contínua e rotativa. Pastos manejados sob lotação contínua são influenciados pela intensidade de pastejo e pela frequência entre estações de pastejo. Já os pastos manejados sob lotação rotativa são influenciados pela intensidade de pastejo e pela frequência com que os animais voltam para um novo evento de desfolhação (intervalos de ocupação e descanso). O manejo do pastejo envolve o controle de diversas variáveis, desde características do local, escolha da espécie forrageira até a colheita e aproveitamento da forragem pelo animal. Variações em estrutura e condição do dossel forrageiro determinam e condicionam as respostas de plantas e de animais.

O índice de área foliar (IAF) é uma variável importante no manejo do pastejo por determinar algumas características estruturais do dossel, uma vez que as folhas compõem o principal órgão responsável pela interceptação de luz, e que a rebrotação pode ser determinada pelo IAF remanescente do dossel. Diante disto, Parsons et al. (1988a) descreveram que a forma com que a desfolhação é realizada, independentemente de ser severa ou leniente, a folha é o aparato fotossintético mais importante afetando também o valor nutritivo da forragem a ser consumida pelo animal.

A IL variou pouco entre as alturas (Tabela 2), mas variou entre métodos de pastejo (Tabela 3). Numericamente e estatisticamente houve diferença entre as alturas, pois, as medições de IL para cada tratamento foram muito próximas ou até mesmo iguais. Resultados semelhantes foram encontrados por Molan (2004) avaliando capim Marandu sob lotação contínua, onde para as alturas de 20 e 30 cm houve diferença de IL de 98,8 para 99,5%, respectivamente. O mesmo autor descreveu que isso pode ter ocorrido devido a IL não ter sido influenciada apenas pelo IAF, mas também por outras variáveis como a distribuição da área foliar no interior do dossel, o ângulo da folhagem e a densidade populacional de perfilhos. Além disso, o equipamento usado na medição de IL não distingue tecidos vivos de mortos e folhas de outros componentes, o que pode ter feito com que grande parte da interceptação tenha sido por outros componentes que não folhas, e que inclusive pudessem estar mortos. Entre os métodos de pastejo, a diferença foi significativa, demonstrando que em pastos de capim Mulato II mantidos mais altos, a interceptação de luz se aproxima de 100% (Tabela 3). De forma geral, a literatura mostra que os maiores valores de IL em pastos mais altos estão relacionados com aumento do IAF (BARBOSA et al., 2007; PEDREIRA et al., 2007). Segundo Hodgson (1990) a interceptação de luz é influenciada positivamente pela altura do dossel e pelo IAF. Isso foi reportado por Sbrissia (2004) e Molan (2004) em capim Marandu sob lotação contínua, Pedreira et al. (2007) em capim Xaraés sob lotação rotativa, Souza Jr. (2011) em capim Mulato I sob lotação rotativa e Yasuoka (2016) em capim Mulato II sob lotação contínua. No entanto, além do IAF, a distribuição dos componentes morfológicos, principalmente folhas, ao longo do perfil do dossel, também influenciam na capacidade do dossel em interceptar luz. Quanto maior a altura da vegetação, maior a proporção de colmo e material morto no estrato próximo ao nível solo, ou seja, a planta alonga colmo expondo suas novas folhas em ambiente livre de sombreamento, demonstrando que o manejo do pastejo influencia os padrões de resposta da comunidade de plantas. De acordo com Giacomini et al. (2009) e Martuscello

et al. (2009), como forma de aumentar a captação de luz pelo dossel, a elevação da altura dos pastos resulta em aumento no tamanho das folhas e, em contrapartida, ocorre diminuição na densidade populacional de perfilhos.

Carnevali et al. (2006) trabalharam com capim Mombaça, Barbosa et al. (2007) com capim Tanzânia e Pedreira et al. (2009) com capim Xaraés sob lotação rotativa observaram que a massa de forragem no pré-pastejo foi superior nos pastos manejados com meta de manejo de 100% de IL em comparação com os manejados a 95%, a maior MF estava associada a maior altura de dossel. Outros trabalhos descrevem esse mesmo padrão de resposta sob lotação contínua em capim Marandu (FLORES et al., 2008), capim Xaraés (FLORES et al., 2008; CARLOTO et al., 2011), capim Piatã (NANTES et al., 2013) e capim Mulato II (SILVA et al., 2016). O presente trabalho corrobora esses relatos, uma vez que maiores massas de forragem também estiveram associadas a maiores alturas de dossel e interpretação luminosa, quando comparados àqueles manejados mais baixos (Tabela 4). Valores altos na massa de forragem também foram acompanhados de elevada proporção de colmo em relação aos outros componentes morfológicos. No caso deste experimento, houve diferenças em massa de forragem entre as alturas médias de dossel sob LC. O mesmo foi reportado entre as massas de forragem do pré-pastejo nos métodos de pastejo sob LRL e LRS (Tabela 4). A maior altura do dossel foi registrada na condição de pré-pastejo da LRS30, 42 cm, e a menor em LC20, 20 cm, enquanto, os valores de massa de forragem foram de 11360 e 6551 kg MS ha ano⁻¹, respectivamente.

Segundo Pedreira (2002), a massa de forragem é a variável-resposta mais importante a ser considerada em termos quantitativos. De posse dos valores de massa de forragem, pode-se calcular outras respostas de interesse, como o acúmulo de forragem (PEDREIRA, 2002). No presente estudo pastos manejados sob LC apresentaram maior acúmulo de forragem e maior taxa de acúmulo de forragem em relação àqueles sob LRL e LRS, os quais não diferiram entre si (Tabela 5). Apesar dos pastos manejados mais altos terem apresentado maior MF (Tabela 4), esta foi resultado da alta proporção de colmos e folhas. Sendo assim, essa forragem apresenta valor nutritivo aquém dos pastos manejados mais baixos (GIMENES et al., 2011), embora os pastos mantidos mais altos tenham possuído maior proporção de folhas, isso pode não ter compensado a maior proporção também de colmo, que é o componente morfológico de menor valor nutritivo.

Variáveis estruturais, como altura do dossel e IAF, estão associadas entre si e apresentam relação direta com a IL e a capacidade fotossintética da comunidade de plantas, o que, consequentemente, afeta o acúmulo de forragem (PARSONS et al., 1983). Molan (2004), trabalhando com capim Marandu sob lotação contínua, registrou maior produção de forragem em pastos manejados a 20 cm de altura, comparados àqueles manejados a 40 cm. No trabalho de Silva et al. (2016) com capim Mulato II sob lotação contínua, a produção de forragem foi maior em pastos manejados a 40 cm de altura do que naqueles manejados a 10 cm. No entanto, esta maior produção foi associada a maiores perdas de forragem e menor eficiência de pastejo.

Dosséis mais baixos apresentam perfilhos menores e em maior densidade, assim, a luz consegue penetrar melhor na base do dossel (SBRISSIA & DA SILVA, 2008), ou seja, pastejos mais intensos estimulam o perfilhamento proporcionando maior densidade populacional de perfilhos (CARVALHO et al., 2000). O contrário acontece com pastos manejados mais altos, onde a densidade

populacional de perfilhos diminui à medida que aumenta a altura do dossel (BIRCHAM & HODGSON, 1983), apresentando perfilhos mais altos e com maior comprimento de colmo. A baixa incidência de luz na base do dossel nessas condições é determinante para que os perfilhos se tornem maiores, afetando a habilidade do perfilhamento (SBRISSIA & DA SILVA, 2008). Pedreira (2002) descreveu que maiores densidades populacionais de perfilhos acarretam eficientes intercepções luminosas. Yasuoka (2016) em capim Mulato II demonstrou que, a altura de 10 cm apresentou menor proporção de colmo, maior proporção de material morto e proporções similares de diferentes categorias de folhas em relação à altura de 25 cm. Apesar de a altura de 25 cm ter apresentado mais colmos do que a de 10 cm, apresentou também maior produção de forragem. Nestas alturas, os dosséis interceptavam 92,2 e 98,7% da luz incidente, respectivamente. Molan (2004) mostrou que em capim Marandu sob lotação contínua a altura de 20 cm durante o verão apresenta maior proporção de folhas, baixa produção de colmo e material morto e, conseqüentemente, apresenta maior taxa de acúmulo e produção de forragem. Nessa altura de manejo, o dossel interceptava 98,1%. A maior produção do capim Mulato II foi registrada quando o dossel interceptava aproximadamente 98% da luz, assim como nos trabalhos realizados por Molan (2004) e Yasuoka (2016).

Carnevali et al. (2006) trabalhando com capim Mombaça sob lotação rotativa, com os pastejos sendo realizados com 95 e 100% de IL, encontrou maior acúmulo líquido de folhas nos pastos manejados a 95% de IL. O acúmulo de colmo foi superior nos pastos manejados a 100% de IL, que também tiveram maior taxa de senescência de lâminas foliares. Como consequência, a produção de forragem foi superior nos pastos manejados a 95% de IL. Os resultados de Carnevali et al. (2006), bem como os de Barbosa et al. (2007) em pastos de capim Tanzânia e Pedreira et al. (2007) em pastos de capim Xaraés, demonstram a consistência da maior produção com interrupção da rebrotação quando o dossel intercepta 95% de luz incidente. No presente estudo, a diferença em acúmulo e taxa de acúmulo entre os métodos de pastejo (Tabela 5) pode ser explicada pelo fato de o período de descanso ter sido mais longo sob LRS30, condição na qual o IAF foi de 8,9 (Tabela 6). De acordo com Hodgson et al. (1981), a partir de determinado ponto, aumentos no IAF reduzem as taxas de acúmulo líquido de forragem devido ao aumento nas taxas de respiração, por conta da maior quantidade de tecidos com menor atividade fotossintética. O menor acúmulo líquido de forragem após os 95% de IL deve-se às maiores taxas de senescência foliar, resultantes da maior competição por luz. Com isso, há reflexo no alongamento de colmo, para que as folhas mais jovens sejam expostas no topo do dossel, o que resulta em sombreamento das folhas dos estratos inferiores. Para que a planta tenha vigor em sua rebrotação, os métodos de pastejo têm que garantir adequado IAF residual, conseqüentemente, maior intercepção luminosa (PEDREIRA et al., 2001).

Uma vez que a IL é positivamente associada à altura do dossel, ao IAF (PEDREIRA et al., 2007) e ao menor valor no ângulo da folhagem, a estratégia de pastejo sob LRS, por ter apresentado maior valor de IAF, menor ângulo da folhagem (Tabela 7), apresentou também maior IL (Tabela 6). Neste estudo, todos os valores apresentados de IAF foram superiores ao IAF "crítico" (Tabela 6), aquele equivalente a 95% de intercepção da luz incidente (BROUGHAM, 1957) e à máxima taxa de acúmulo líquido de forragem (PARSONS et al., 1988b). No presente trabalho, todas as alturas estudadas superaram o IAF "crítico", mostrando que o valor de IAF "crítico" deve ser menor que 4 para o capim

Mulato II, que nessa condição, interceptava 97,1% da luz incidente (Tabela 3). O ângulo da folhagem nos pastos de capim Mulato II foi menor (distribuição mais horizontal das folhas) para o pasto manejado com a maior altura do dossel, uma vez que este aumenta à medida que a altura do dossel diminui. O motivo para o menor ângulo ter sido reportado na maior altura de manejo pode estar associado ao hábito de crescimento, pois à medida que as folhas crescem, se tornam mais horizontais, sendo que a inserção da folha no pseudocolmo pode influenciar essa angulação, além do fato das folhas maiores serem mais pesadas. Isso se deve ao fato de que à medida que o pasto cresce, o entre nó se alonga, e a distância entre uma folha e outra aumenta. Em outras palavras, quanto mais alto é o dossel maior o tamanho do entrenó, e isso faz com que a folha tenha que percorrer maior caminho antes de concluir sua expansão, fazendo com que o tamanho das folhas seja maior. Pastos manejados mais baixos apresentaram maior média geral para ângulo da folhagem, ou seja, apresentam-se mais eretos que aquele manejado mais alto (Tabela 7). A forma com que as folhas se encontram na estrutura de um perfilho influencia a maneira como a luz penetra a comunidade de plantas, refletindo assim na sua eficiência em captar luz. Sendo assim, quanto menor o ângulo de inserção foliar, menor a penetração de luz no dossel (PEDREIRA et al., 2001).

A estrutura do dossel e a distribuição vertical dos componentes morfológicos são função do manejo e descrevem a forragem disponível ao animal. Colmos e material morto predominam na base do dossel, enquanto que folhas são predominantes nos estratos superiores. Sendo assim, folhas são situadas na metade superior do perfil vertical do dossel (SARMENTO, 2003), sendo, as folhas (MINSON, 1982), juntamente com demais partes jovens da planta, os principais componentes que os animais têm preferência em consumir, pois apresentam melhor valor nutritivo (SARMENTO, 2007). O padrão de resposta da distribuição dos componentes folha, colmo e material morto deste estudo (Figura 20) foi condizente com os de Molan (2004) e Trindade (2007), que estudaram capim Marandu sob lotação contínua e rotativa, respectivamente, e Souza Jr. (2011) que estudou o capim Mulato I sob lotação rotativa.

No presente trabalho, houve clara diferença na distribuição vertical dos componentes morfológicos do dossel entre os métodos de pastejo utilizados. Nos pastos manejados mais baixos, há maior proporção de colmo nos estratos inferiores (Figura 20 – A) e, nos pastos manejados mais altos, colmos são encontrados em mais estratos ao longo do dossel, por conta do seu alongamento para que as folhas consigam interceptar luz (Figura 20 – F). Nos pastos manejados sob LC, em especial nos de altura média de 30 cm (Figura 20 – B), observa-se que há material morto ao longo de quase todo o perfil do dossel, semelhante aos dados de Molan (2004). Os dados corroboram a informação de que para todos os tratamentos, o componente colmo esteve presente até metade da altura de manejo nos pastos de capim Mulato II. Sendo assim, a composição morfológica da forragem sofre influência da distribuição dos componentes morfológicos da planta forrageira no momento do pastejo, em que a predominância de folhas supre as necessidades nutricionais dos animais em pastejo (STOBBS, 1973b; CARVALHO et al., 2016). Além disso, a idade e o desenvolvimento morfológico das folhas em oferta também são responsáveis pela definição do valor nutritivo da dieta (RAMOS, 1997).

A proporção de folhas no pré-pastejo foi maior nos pastos manejados sob LRS em relação aos pastos manejados sob LC e LRL (Tabela 8). Folhas apresentam papel primordial para a planta

forrageira, uma vez que apresentam maior taxa fotossintética que outros componentes morfológicos, utilizando da energia solar para realizar reações de fixação de CO₂ (Taiz & Zeiger, 2004). Os métodos de pastejo impactam a eficiência fotossintética das folhas, de modo que após desfolhação sob lotação rotativa, as folhas remanescentes apresentam baixa eficiência fotossintética por serem mais velhas e terem se desenvolvido em ambiente de sombra. Em pastos manejados sob lotação contínua, como a desfolhação acontece constantemente, as folhas não se desenvolvem em ambiente sombreado, proporcionando elevada eficiência fotossintética (PEDREIRA et al., 2002). Os dados desse experimento demonstram que a maior proporção de folhas influenciou na relação folha:colmo, sendo maior para os pastos manejados sob LRS (Tabela 8). A composição morfológica da forragem é importante nas gramíneas forrageiras, principalmente nas tropicais, onde a massa da fração colmo tem um impacto considerável na estrutura do dossel, influenciando significativamente na MF, bem como na competição pela luz incidente na comunidade de plantas do interior do dossel (PEDREIRA et al., 2009). As elevadas proporções de colmo nos pastos manejados mais altos (LRS30) foram semelhantes aos pastos manejados sob LC30 (Tabela 9). Como mencionado anteriormente, dosséis mais baixos apresentam maior densidade populacional de perfilhos, enquanto o contrário é verificado em dosséis mais altos, que apresentam perfilhos grandes em menor quantidade. A proporção de colmos foi maior em pastos manejados sob LC para as duas alturas médias, seguida pelas alturas de 30 cm em LRS e LRL. A ausência de diferença na distribuição do componente morfológico entre a LRL20 e LRS20 pode ser atribuída ao fato das alturas no pré-pastejo entre os dois métodos de pastejo terem sido próximas (25 e 28 cm, respectivamente), possuindo proporção de colmo semelhante (Tabela 9). Zanini et al. (2012), trabalhando com capim Aruana manejado a 95 e 98% de IL sob lotação rotativa, demonstraram que quando o pastejo foi realizado e a altura de resíduo foi de 50% da altura de entrada, a proporção de colmo foi semelhante entre os dois tratamentos. No manejo sob LC onde os dosséis eram mantidos baixos, a proporção de material morto foi superior (Tabela 8). Isso provavelmente ocorreu devido a remoção dos meristemas apicais resultando em elevada morte de perfilhos (SILVA, 2015). Trabalhos com capim Marandu e Xaraés (FLORES et al., 2008), capim Piatã (NANTES et al., 2013) e capim Mulato II (SILVA et al., 2016) demonstram que dosséis manejados mais baixos apresentam renovação de folhas mais rápida e, conseqüentemente, a duração de vida das mesmas se torna menor (SBRISIA, 2004).

Em pastos sob lotação rotativa, quando a desfolhação é leniente, a remoção de forragem é menor, ou seja, apenas pequena porção do tecido produzido é removida (PEDREIRA et al., 2002), resultando em maior altura de resíduo, conseqüentemente, permanecendo uma proporção de folhas e um IAF relativamente altos. Essas folhas remanescentes após a colheita de forragem realizada pelos animais serão responsáveis pela atividade fotossintética da comunidade de plantas e, a partir disso, novas folhas serão emitidas. A quantidade de folhas remanescentes no pós-pastejo resulta do manejo adotado e, com o passar do tempo, essas folhas se tornaram mais velhas até senescer, contribuindo para proporção de material morto na massa de forragem. Parsons et al. (1988b) estudaram o momento ideal para interrupção da rebrotação de azevém perene, momento este onde as plantas interceptam 95% de luz pelo dossel forrageiro. Na literatura são encontrados estudos clássicos com gramíneas tropicais que foram análogos ao de plantas de clima temperado, como o de Carnevalli et al. (2006) em

capim Mombaça, Barbosa et al. (2007) em capim Tanzânia e Pedreira et al. (2007) em capim Xaraés, que descreveram que na rebrotação as plantas forrageiras primeiramente priorizam a formação e crescimento de novas folhas (aparato fotossintético) e, quando o dossel intercepta 95% de luz, começam a alongar colmos devido à competição por luz que, causa sombreamento das folhas que estão nos estratos inferiores do dossel, aumentando a proporção de material senescente. Em nenhum dos tratamentos deste estudo, tal efeito não foi registrado, pois as variações do pasto no tratamento LRS30 foram diferentes dos padrões de respostas que normalmente são encontrados na literatura. Neste caso em específico, em que o dossel interceptava próximo de 100% da luz incidente, a proporção de folhas foi mais alta, no entanto, esperava-se que, por conta do pasto ser manejado mais alto a proporção de material morto seria maior por conta do auto sombreamento, mas não foi o que ocorreu (Tabela 8). Possível explicação para tal constatação é o fato de, devido ao tempo de descanso ser excessivamente longo, lâminas foliares senesceram, se desprenderam do perfilho e foram decompostas, não podendo ser contabilizadas.

A concentração de nutrientes na forragem está diretamente relacionada com a composição morfológica da forragem que, por sua vez, é reflexo do manejo adotado (GEREMIA 2013). Os dados deste trabalho indicam que mesmo os pastos manejados mais baixos, em que a proporção de material morto é superior à proporção de folhas, as concentrações de PB e DIVMO são superiores às daquelas dos manejados mais altos (Tabela 10 e 11). Dados similares foram reportados nos trabalhos de Carnevali et al. (2001) com capim Tifton 85, Da Silva et al. (2013) com capim Marandu e Silva et al. (2016) com capim Mulato II mantidos com alturas contrastantes sob lotação contínua, em que valores mais altos para PB e DIVMO foram encontrados nos pastos manejados mais baixos. Sbrissia (2004) descreveu que em pastos manejados mais baixos o comprimento do colmo é menor, a taxa de aparecimento foliar é mais rápida, consequentemente, o valor de filocrono é menor, há menor duração de vida da folha e menor número de folhas por perfilho, fazendo com que as folhas que estão disponíveis aos animais em pastejo são sempre mais jovens. O contrário acontece para os pastos manejados mais altos que apresentaram menores valores de PB e DIVMO, por terem folhas com maturidade já avançada e colmos maiores, reflexo do longo período de descanso. De acordo com Andrade (2003) os menores valores encontrados para PB com o aumento da altura do dossel são devido às maiores taxas de aparecimento e senescência de folhas serem mais rápidas em pastos manejados mais baixos. Adicionalmente, esse padrão de resposta também pode ser descrito para a DIVMO, uma vez que as folhas mais jovens em dosséis baixos são mais digestíveis que as folhas mais velhas em dosséis altos (Tabela 10 e 11). O teor de FDN aumentou à medida que se aumentou a altura do dossel (Tabela 12), condicionada pela alta proporção de colmo nesses pastos (Tabela 9), embora nestes mesmos pastos, a proporção de folhas também foi maior (Tabela 8). Dosséis manejados mais altos apresentam elevada proporção tanto de colmo quanto de folha, mas essas folhas são fisiologicamente mais velhas favorecendo o aumento na parede celular que, como consequência, deprecia o valor nutritivo da forragem (NELSON & MOZZER, 1994). Pedreira et al. (2017) trabalhando com capim braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) encontraram teores de FDN superiores nos pastos manejados com 100% de IL, que, consequentemente, apresentaram menor digestibilidade. Silva et al. (2015) estudando três variedades de *Cynodon*, destacou que, quanto mais longo for o tempo para a colheita da forragem,

menor é o teor de PB, maior o de FDN e menor a DIVMO, corroborando com os dados do presente trabalho. O desenvolvimento da planta reflete no baixo teor da PB e da DIVMO (REIS et al., 1996), e no aumento de FDN. Em geral, o tempo (frequência) entre a colheita da forragem é chave no manejo da pastagem, pois o consumo do alimento realizado pelos animais em pastejo tem que ser feito no momento ideal, propiciando as melhores condições por meio da estrutura do pasto.

A proporção de folhas no pós-pastejo foi afetada pelo manejo, com a LRL apresentando maior proporção em relação aos pastos manejados sob LRS (Tabela 13). Como reflexo, o valor do IAF também foi afetado pelos métodos de pastejo (Tabela 13). Em pastos onde foram impostos pastejos menos intensos (LRL - 40% de intensidade de desfolhação) a proporção de folhas e o IAF no pós-pastejo foram maiores, o que condicionou maior interceptação de luz pelo dossel, que, conseqüentemente, chegaram mais rapidamente na meta de altura do pré-pastejo. O dossel que apresenta área foliar remanescente suficiente para interceptar luz em níveis que atendam sua demanda, mantém suas reservas e, caso as utilize, será em pouca quantidade. O oposto ocorreu para os pastos onde a intensidade de desfolhação foi de 57% (LRS), apresentando menor proporção de folhas e um IAF residual baixo (Tabela 13). Nessas condições, as plantas necessitam utilizar suas reservas orgânicas para produzir área foliar suficiente para que consigam interceptar luz e crescer. Nesses mesmos pastos, a forragem remanescente tem predominância de colmos e material senescente. A área foliar remanescente vai ser função da intensidade de desfolhação imposta pelo manejo (NABINGER, 1997). Trindade (2007) trabalhando com capim Marandu descrevem que pastejos menos intensos e mais frequentes resultam em maior área foliar remanescente, favorecendo assim a recuperação do pasto para o próximo pastejo. Com isso, permite-se melhor estrutura do dossel com maior proporção de folhas, tanto no pré quanto no pós-pastejo, contribuindo para manutenção da produção do pasto. De acordo com Cândido et al. (2005) o período de descanso entre ciclos de pastejo é o que sustenta o sucesso do manejo, ou seja, o intervalo entre desfolhação ideal é aquele que proporciona restauração da área foliar para interceptação de luz pelo dossel, produção de forragem e recuperação das reservas orgânicas. Isso se adequa ao proposto neste trabalho com a utilização do método de pastejo sob LRL, em comparação à LRS, em que períodos de descanso muito longos afetaram o valor nutritivo da forragem e a estrutura do dossel.

A proporção de material morto (MM) na massa de forragem pós-pastejo foi maior nos pastos manejados com menor altura de resíduo do que os pastos manejados com maior altura (Tabela 14). A meta de resíduo era excessivamente baixa, fez com que no período final do pastejo ocorresse grande proporção de MM e, principalmente de colmo, limitando o consumo pelos animais, resultando em prolongado no período de tempo de pastejo para realização do rebaixamento do pasto, o que pode ter acarretado em maior mortalidade de perfilhos devido à danos em função do pisoteio. O resíduo no pós-pastejo é importante para a rebrotação, pois a massa de forragem residual contribui para o restabelecimento para uma próxima condição de pré-pastejo. Condições estruturais como IAF residual e a interceptação de luz são primordiais para o sucesso dessa rebrotação. Segundo Pedreira et al. (2002), a quantidade de área foliar após uma desfolhação é função da intensidade do pastejo, de modo que, quanto maior a intensidade, maior a interferência na rebrotação do pasto, pois a maior parte do tecido fotossintetizante é removido pelo pastejo. Como consequência, a planta utiliza suas reservas

orgânicas para a produção de nova área foliar e com isso, demandando maior tempo para rebrotação. A quantidade e qualidade do resíduo são importantes para a rebrotação (CARNEVALLI et al., 2006), sendo o período de descanso, definido pela estrutura inicial de rebrotação, o ponto chave (CARVALHO et al., 2016). Neste contexto, para que se consiga produzir forragem e utilizá-la eficientemente, é necessário um planejamento afim de atribuir as melhores características à estrutura do dossel, principalmente acerca da área foliar remanescente, que é elemento principal para recuperação do pasto após a desfolhação (PORTELA, 2010).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura do dossel foi afetada pelos métodos de pastejo, de modo que pastos manejados mais baixos, principalmente sob LC a 20 cm, foram mais produtivos e a forragem produzida foi de melhor valor nutritivo.

Essas mesmas respostas foram encontradas para estrutura vertical dos componentes morfológicos. Foi marcante a presença predominante de folhas na metade superior do perfil do dossel. Em pastos que apresentaram maior altura de manejo (e.g. pré-pastejo de 42 cm), o componente colmo esteve presente em maior número de estratos do dossel e, neste tratamento em especial, o estrato mais inferior não apresentou folhas. Isso se deve ao fato de o alongamento dos colmos fazer com que novas folhas sejam emitidas no topo do dossel para receberem maior incidência luminosa.

A composição morfológica diferiu entre os tratamentos, com a maior proporção de folhas sendo apresentada pela LRS, e a menor, pela LC. Para o componente material morto, ocorreu o inverso do que foi registrado para o componente folha. Essa alta proporção de folhas e o alongamento de colmos acarretaram elevado valor de interceptação luminosa, chegando a 99,4%.

Os valores de interceptação de luz pelo dossel foram superiores ao IAF “crítico” para todos os tratamentos sob lotação rotativa, momento em que os pastos interceptariam 95% da luz incidente e lhes seriam conferidas as melhores características de composição morfológica e acúmulo líquido de forragem, o que se correlaciona de maneira direta com a altura de manejo. O ângulo da folhagem não variou entre os métodos de pastejo para a altura média de 20 cm, mas houve diferença entre a LRS e as demais para altura média de 30 cm.

Os resultados obtidos neste experimento mostram que pastos manejados sob lotação rotativa, tanto LRL, quanto LRS, não diferiram entre si, apresentando as menores taxas de acúmulo de forragem e, conseqüentemente, menores produções, comparados à LC. A maior produção e a maior taxa de acúmulo de forragem foram registradas nos pastos sob LC.

O método de pastejo sob LC e a altura média de 20 cm apresentaram os maiores valores de PB e DIVMO e o menor valor de FDN. Isso revela que pastos de capim Mulato II manejados mais baixos apresentam melhor valor nutritivo, pela renovação de folhas ser mais frequente em relação àqueles manejados mais alto.

9. CONCLUSÕES

Diante dos resultados encontrados neste experimento, podemos concluir que:

- ✓ O conhecimento de métodos de pastejo determinam características morfológicas, interceptação de luz pelo dossel e ângulos da folhagem.
- ✓ A estrutura do dossel é determinada pelo método de pastejo e influenciou nas variáveis de PB, FDN e DIVMO.
- ✓ Nas condições estudadas, a LC com altura média de dossel de 20 cm apresentou os melhores resultados.
- ✓ Capim Mulato II manejado sob LC conferiu maior produção e taxa de acúmulo de forragem.
- ✓ Os tratamentos sob lotação rotativa não favoreceram as características agronômicas e de produção do capim.
- ✓ O capim não apresentou flexibilidade de manejo, de modo que a meta de altura média de dossel para pré-pastejo em LRS30 foi excessiva, não acarretando boas características morfológicas, de produção e de interceptação de luz.
- ✓ O IAF “crítico” foi ultrapassado em todas as alturas pré-pastejo estudadas.

REFERÊNCIAS

- ADESOGAN, A.T.; GIVENS, D.I.; OWEN, E. Measuring chemical composition and nutritive value in forages. In: t'Mannetje, L.; Jones, R.M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Cambridge: AMA DataSet Ltd, 2000. p. 263-278.
- ALLEN, V.G.; BATELLO, C.; BERRETTA, E.J.; HODGSON, J.; KOTHMANN, M.; LI, X.; MCLVOR, J.; MILNE, J.; MORRIS, C.; PEETERS, A.; SANDERSON, M. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, Chichester, v. 66, n.1, p. 2-28, 2011.
- ALMEIDA, R.G.; COSTA, J.A.A.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A.H. **Taxas e métodos de semeadura para *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em safrinha**. Campo Grande: EMBRAPA CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM GADO DE CORTE (CNPGC), 2009. 12p. (EMBRAPA. Documentos, 113).
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F. **Síndrome da morte do capim-brizantão no Acre: características, causas e soluções tecnológicas**. Rio Branco: EMBRAPA ACRE, 2007. 41p. (EMBRAPA. Documentos, 105).
- ANDRADE, C.M.S.; ASSIS, G.M.L. ***Brachiaria brizantha* cv. Piatã: Gramínea Recomendada para Solos Bem-drenados do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA ACRE, 2010. 8p. (EMBRAPA. Circular Técnico, 54).
- ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 141p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.
- ANDRADE, R.P.; VALETIM, J.F. **A síndrome da morte do capim-braquiário**, 2004. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/a-sindrome-da-morte-do-capim-brachiarao-19859/>. Acesso em: 05 out. 2017.
- ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. FNP Consultoria/Agros Comunicação, São Paulo, SP. 2015, 400p.
- ARGEL, P.J.; MILES, J.W.; GUIOT, J.D.; LASCANO, C.E. **Cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061): Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos**. Cali, CO. Centro de Agricultura Tropical (CIAT), 2005. 28p.
- ARGEL, P.J.; MILES, J.W.; GUIOT, J.D.; CUADRADO, H.; LASCANO, C.E. **Cultivar Mulato II (*Brachiaria* híbrida CIAT 36087): Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada a solos tropicais ácidos e bem drenados**. Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), 2007. 22p.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C.; ZIMMER, A.H.; TORRES JÚNIOR, R.A.A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.
- BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; MARTHA JR., G.B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma

- de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. spe, p. 51-67, 2008.
- BLACK, J.N. The influence of varying light intensity on the growth of herbage plants. **Herbage Abstracts**, Farnham Royal, v. 27, n. 2, p. 89-98, 1957.
- BOTREL, M.A.; NOVAES, L.P.; ALVIM, M.J. **Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais**. Juiz de Fora: EMBRAPA CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM GADO DE LEITE (CNPGL), 1998. 35p. (EMBRAPA. Documentos, 66).
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Chichester, v. 38, n. 4, p. 323-331, 1983.
- BRAGA, G.J.; PEDREIRA, C.G.S.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C.; LIMA, C.G. Sward structure and herbage yield of rotationally stocked pastures of 'Marandu' palisadegrass [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf] as affected by herbage allowance. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 63, n. 2, p. 121-129, 2006.
- BRISKE, D.D. Plant responses to defoliation: morphological consideration and allocation priorities. In: Joss, J.W., Lynch, P.W., Williams, O.B. (Eds.). *Rangelands: A resource under siege*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 426-427.
- BROUGHAM, R.W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 7, n. 5, p. 377-387, 1956.
- BROUGHAM, R. W. Pasture growth rate studies in relation to grazing management. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, Mosgiel, v. 17, p. 46-55, 1957.
- BUENO, A.A.O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. 2003. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.
- 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**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 406-415, 2005.
- CANO, C.C.P.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; SANTOS, G.T.; GALBEIRO, S.; MARTINS, E.N.; MIRA, R.T. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n. 6, supl. 2, p. 1959-1968, 2004.
- CARLOTO, M.N.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G.S.; PAULA, C.C.L. Desempenho animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 1, p. 97-104, 2011.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; FAGUNDES, J.L.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton-85

- (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C. BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P.G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, St Lucia, v. 40, n. 3, p. 165-176, 2006.
- CARVALHO, A.L.S.; MARTUSCELLO, J.A.; ALMEIDA, O.G.; BRAZ, T.G.S., CUNHA, D.N.F.V.; JANK, L. Production and quality of Mombaça grass forage under different residual heights. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, PR, v. 39, n. 2, p. 143-148, 2017.
- CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em capim Tifton-85 submetido a pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 57, n. 4, p. 591-600, 2000.
- CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 567-575, 2001.
- CARVALHO, P.C.F.; GONDA, H.L.; WADE, M.H. MEZZALIRA, J.C.; AMARAL, M.F.; GONÇALVES, E.N.; SANTOS, D.T.; NADIN, L.; POLI, C.H.E.C. Características estruturais do pasto e o consumo de forragem: o quê pastar, quanto pastar e como se mover para encontrar o pasto. In: SIMPÓSIO ESTRATÉGICO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 4., 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2008. P. 101-130.
- CARVALHO, P.C.F.; MEZZALIRA, J.C.; FONSECA L.; WESP, C.L.; TRINTADE, J.K.; NEVES, F.P.; PINTO, C.E.; AMARAL, M.F.; BREMM, C.; AMARAL, G.A.; SANTOS, D.T.; CHOPA, F.S.; GONDA, H.; NABINGER, C.; POLI, C.H.E.C. Do bocado ao sítio de pastejo: manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 7., 2009, Lavras. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2009. p. 116-137.
- CARVALHO, P.C.F.; BREMM, C.; BONNET, O.J.F.; SAVIAN, J.V.; SCHONS, R.M.T.; SZYMCZAK, L.S.; BAGGIO, T.; MOOJEN, F.G.; SILVA, D.F.F.; MARIN, F.; GANDARA, L; BOLZAN, A.M.S.; NETO, G.F.S.; MORAES, A.; MONTEIRO, A.L.G.; SANTOS, D.T.; LACA, E.A. Como a estrutura do pasto influencia o animal em pastejo? Exemplificando as interações planta-animal sob as bases e fundamentos do Pastoreio "Rotatínuo". In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. 22., 2016, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2016. p. 1-21.
- CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**, 2017a. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/boi-gordo.aspx>>. Acesso em: 10 de out. 2017.
- CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**, 2017b. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/leite.aspx>>. Acesso em: 10 de out. 2017.

- CERVELLINI, A.; SALATI, E.; FERRAZ, E.S.B.; VILLA NOVA, N.A.; REICHARDT, K.; DEDICO, A.; OMETTO, J.C.; PEDRO JUNIOR, M.J. **Análise dos dados meteorológicos de Piracicaba**, Piracicaba: ESALQ/USP, 1973. 26p. (Boletim Científico, 36).
- CEZAR, I.M.; QUEIROZ, H.P.; THIAGO, L.R.L.S.; CASSALES, F.L.G.; COSTA, F. P. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate**. Campo Grande: EMBRAPA CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM GADO DE CORTE (CNPGC), 2005. 40p. (EMBRAPA. Documentos, 151).
- CORSI, M.; SANTOS, P.M. Potencial de produção de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1995. p. 275-304.
- DA SILVA, S.C. Condições edafo-climáticas para a produção de *Panicum* sp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1995. p.129-146.
- DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Fatores condicionantes e predisponentes da produção animal a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE O ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, SP: UNESP, 1997. p. 1-62.
- DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2003. p. 155-186.
- DA SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: MCGILLOWY, D.A. (Ed.). **Grassland: a Global Resource**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 81-95.
- DA SILVA, S.C. Manejo do pastejo para a obtenção de forragem de qualidade. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 7., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO: CBNA, 2005. p. 117-146.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. spe, p. 122-138, 2007.
- DA SILVA, S.C. Intensificação da produção animal em pasto por meio do manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 1., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: Sthampa Gráfica e Editora, 2011. p. 163-188.
- DA SILVA, S.C.; GIMENES, F.M.A.; SARMENTO, D.O.L.; SBRISSIA, A.F.; OLIVEIRA, D.E; HERNANDEZ-GARAY, A.; PIRES, A.V. Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 151, n. 5, p. 727-739, 2013.
- DAVIES, D.A.; FUTHERGILL, M.; MORGAN, C.T. Assessment of contrasting perennial ryegrasses with and white clover, under continuous stocking in the uplands. 5 – Herbage production, quality and intake in years 4-6. **Grass and Forage Science**, Chichester, v. 48, n. 3, p. 213-222, 1993.
- DIAS FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 2ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173p.

- DIAS-FILHO, M.B. **Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola**. Belém: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2010. 32p. (EMBRAPA. Documentos, 368).
- DIAS-FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. spe, p. 243-252, 2011.
- DIFANTE, G.S.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JR., D.; DA SILVA, S.C.; TORRES JR.; R.A.A.; SARMENTO, D.O.L. Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on Tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG.
- EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1995, p. 245-274.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B.; BARBOSA, R.A.; GONÇALVES, W.V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 12, p. 1805-1812, 2008a.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VALLE, C.B.; BARBOSA, R.A. Gramíneas cultivadas. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, S.G. (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPQC, 2008b. p.1071-1110.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R.A.; CACERE, E.R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 1, p. 98-106, 2009.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, EMBRAPA - produção de informação, 1999. 412p.
- EMBRAPA GADO DE CORTE. **Xaraés: *Brachiaria brizantha***. Campo Grande, 2004. 6p. Folder.
- FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Brazilian**, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#country/21>>. Acesso em: 14 de jul. 2017.
- FARIA FILHO, E.M. **Produção animal, valor nutritivo e aspectos morfológicos de braquiárias**. 2012. 54p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2012.
- FERRAZ, J.B.S.; FELÍCIO, P.E.D. Production systems - An example from Brazil. **Meat Science**, Savoy, v. 84, n.2, p. 238-243, 2010.
- FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRÃO, M.P.C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R.A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 8, 1355-1365, 2008.
- FONSECA, D.M.; SANTOS, M.E.R.; MARTUSCELLO, J.A. Importância das forrageiras no sistema de produção. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. p. 13-29.
- GALLAHER, R.N.; WELDON, C.O.; FUTRAL, J.G. An aluminum block digester for plant and soil analysis. **Soil Science Society of America Proceeding**, Madison. v. 39, n. 4, p. 803-806, 1975.

- GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: Review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture**, Basel, v. 5, n. 4, p. 1146-1171, 2015.
- GIACOMINI, A.A.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; ZEFERINO, C.V.; SOUZA JR.; S.J.; TRINDADE, J.K.; GUARDA, V.A.; NASCIMENTO JR., D. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermitent stocking. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 66, n. 6, p. 733-741. 2009.
- GIMENES, F.M.A.; DA SILVA, S.C.; FIALHO, C.A.; GOMES, M.B.; BERNDT, A.; GERDES, L.; COLOZZA, M.T.; Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 7, p. 751-759, 2011.
- GEREMIA, E.V. **Estrutura do dossel e taxa de consumo de forragem de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo**. 2013. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2013.
- HAMBLETON, L.G. Semiautomated method for simultaneous determination of phosphorus, calcium and crude protein in animal feeds. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Rockville, v. 60, p. 845-852, 1977.
- HERNÁNDEZ-GARAY, A.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C., MONTAGNER, D.B.; NANTES, N. N.; NASCIMENTO JR, D.; SOARES, C. O. Herbage accumulation and animal performance on Xaraés palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, Cali, v. 2, n. 1, p. 76-78, 2014.
- HODGSON, J.; BIRCHAM, J.S.; GRANT, S. A.; KING, J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, OCCASIONAL SYMPOSIUM, 13., 1981, Belfast, **Proccedings...** Belfast: British Grassland Society, 1981, p. 51-62.
- HODGSON, J. **Grazing management–science into practice**. Essex, England, Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.
- HODGSON, J.; CLARK.D.A.; MITCHELL, R.J. Foraging behavior in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY, G.C. (Ed.). **Forage quality and utilization**. Lincoln: American Society of Agronomy, 1994. p. 796-827.
- INYANG, U.; VENDRAMINI, J.M.B.; SELLERS, B.; SILVEIRA, M.L.A.; LUHPHA, A.; SOLLENBERGER, L.E.; ADESOGAN, A.; PAIVA, L.M. Harvest frequency and stubble height affect herbage accumulation, nutritive value, and persistence of ‘Mulato II’ brachiariagrass. **Forage and Grazinglands**. St Paul, v. 8, p. 1-7. 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2014. **Anuário Estatístico do Brasil**. v. 74. Rio de Janeiro: IBGE. 458p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatística da Produção Pecuária**, 2015. Disponível em: <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/agropecuaria/efetivos-da-pecuaria.html>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2016. **Produção da Pecuária Mundial**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf>. Acesso em: 11 de dez. 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2017. Indicadores IBGE, Estatística da Produção Pecuária. IBGE. 47p.
- JANK, L.; MARTUSCELLO, J.A.; VALLE, C.B.; SIMEÃO, R.M.; BARRIOS, S.C.L.; ALVES, G.F. Novas cultivares de forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO DE PASTAGEM E FORRAGICULTURA DO CAMPO DA VERTENTES, 1., 2013, São João del-Rei. **Anais...** São João del-Rei: UFSJ, 2013. p. 166-187.
- JANK, L.; BRAZ, T.G.S.; MARTUSCELLO, J.A. Gramíneas de clima tropical. In: REIS, R.S.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: Gráfica Multiplex, 2014a, p. 109-124.
- JANK, L.; BARRIOS, S.C.; VALLE, C.B.; SIMEÃO, R.M.; ALVES, G.F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop & Pasture Science**, Clayton, v. 65, n.11, p. 1132-1137, 2014b.
- KELLER-GREIN, G.; MAASS, B.L.; HANSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germoplasm collections. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). **Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA CNPQC, 1996, p. 16-42.
- LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: t'MANENETJE, L.; JONES, R.M. (Ed.). **Field and Laboratory methods for grassland and animal production research**. Cambridge: AMA DataSet Ltd, 2000. p. 103-122.
- LEITÃO FILHO, H.F.; ARANHA, C.; BACCHI, O. **Plantas invasoras de culturas no Estado de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1972. 291p.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) **The ecology and management of grazing systems**. Guilford: CAB International, 1996. p. 3-36.
- LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGUER, R.D.; SCHABENBERGER, O. **Sas for Mixed Models**. 2nd. ed. Cary: SAS Institute, 2006, 813p.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrado: pesquisa para desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGEM NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. 1995, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBZ. 1995. p. 28-62.
- MACKAY, J.H. **Register of Australian herbage plant cultivars**. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1982. 122p.
- MARTHA JR., G.B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 110, p. 173-177, 2012.
- MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M.; LAURA, V.A.; CUNHA, D.N.F.V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n. 7, p.1183-1190, 2009.
- MESQUITA, P.; DA SILVA, S.C.; PAIVA, A.J.; CAMINHA, F.O.; PEREIRA, L.E.T.; GUARDA, V.D.A.; NASCIMENTO JR., D. Structural characteristics of marandu palisadegrass swards subjected to

- continuous stocking and contrasting rhythms of growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 67, n.1, p. 23-30, 2010.
- MILES, J.W. Nuevos híbridos de *Brachiaria*. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 21, n. 2, p. 78-80, 1999.
- MINSON, D.J. Effect of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: HACKER, J.B. (Ed.) **Nutritional limits to animal production from pastures**. Queensland: Farnham Royal, CAB, 1982. p.167-182.
- MOLAN, L.K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua**. 2004. 159p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 2004.
- MOORE, J.E.; MOTT, G.O. Recovery of residual organic matter from in vitro digestion of forages. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 57, n. 10, p. 1258-1259, 1974.
- MOTT, G.O.; MOORE, J.E. Evaluating forage production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. (Ed.). **Forages - The science of grassland agriculture**, 4th ed. Iowa State University Press, Ames, 1985. p. 422-429.
- NANTES, N.N.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R.A.; GOIS, P.O. Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 1, p. 114-121, 2013.
- NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1997, p. 213-251.
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-771.
- NASCIMENTO JR., D.; ADESE, B. Acúmulo de Biomassa na Pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 289-346.
- NELSON, C. J.; MOZZER, L.E. Plant factors affecting forage quality. In: FAHEY JUNIOR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994. p. 115–154.
- NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I.O.; GOMES, D.T. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Campo Grande, MS: EMBRAPA/CPNGC, 1984. 31p (EMBRAPA. Documentos, 21).
- NOLLER, C.H.; NASCIMENTO JR., D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1996. p. 319-352.
- PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLET, B.; STILES, W. The physiology of grass production under grazing. I. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, Chichester, v. 20, n. 1, p. 117-126, 1983.

- PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; WILLIAMS, J.H.H. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. **Grass and Forage Science**, Chichester, v. 43, n. 1, p. 1-14, 1988a.
- PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, Chichester, v. 43, n. 1, p. 49-59, 1988b.
- PARSONS, J.J. Spread of African pasture grasses to the American tropics. **Journal of Range Management**, Denver, v. 25, n. 1, p. 12-17, 1972.
- PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.
- PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S. C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, p. 618-625, 2009.
- PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 772-807.
- PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C.; BRAGA, G.J.; SOUZA NETO, J.M.; SBRISSIA, A.F. Sistemas de pastejo na exploração pecuária brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002, p.197-234.
- PEDREIRA, C.G.S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 100-150.
- PEDREIRA, C.G.S.; BRAGA, G.J. PORTELA, J.N. Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (*Brachiaria decumbens*) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light interception. **Crop & Pasture Science**, Clayton, v. 68, n. 1, p. 62-73, 2017.
- PEQUENO, D.N.L.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E.; FARIA, A.F.C.; SILVA, L.S. Forage accumulation and nutritive value of brachiariagrasses and Tifton 85 bermudagrass as affected by harvest frequency and irrigation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 107, n. 5, p. 1741-1749, 2015.
- PORTELA, J.N. **Intensidade e frequência de desfolhação como definidores da estrutura do dossel, da morfogênese e do valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk sob lotação intermitente.** 2010. 177p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2010.
- QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, J.A.; MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 1. Digestibilidade *in vitro* e Composição Química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 53-60, 2000.

- RAMOS, A.K.B. **Avaliação do crescimento, componentes produtivos e composição mineral de três gramíneas forrageiras tropicais**. 1997. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. 1997.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. Suplementação como estratégia para o manejo das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DAS PASTAGENS, 13., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 123-150.
- RENVOIZE, S.A.; CLAYTON, W.D.; KABUYE, C.H.S. Morphology, taxonomy and natural distribution of *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). **Brachiaria: Biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA CNPQC. 1996. p. 1-15.
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 6, n.1, p. 133-137, 1998.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; EUCLIDES, V.P.B.; RIBEIRO JR., J.I.; NASCIMENTO JR., D.; MOREIRA, L.M. Produção de bovinos em pastagens de capim-braquiária diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, p. 635-642, 2009.
- SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2003. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.
- SARMENTO, D.O.L. **Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. 2007. 144p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2007.
- SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. 2004. 171p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2004.
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.
- SILVA, L.S. **Tiller population density and demography dynamics of Convert HD 364 brachiariagrass in response to canopy height and growth rate under continuous stocking**. 2015. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2015.
- SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E.; CARVALHO, M.S.S.; TONATO, F.; BASTO, D.C. Seasonal herbage accumulation and nutritive value of irrigated ‘Tifton 85’, Jiggs, and Vaquero bermudagrasses in response to harvest frequency. **Crop Science**, Madson, v. 55, n. 6, p. 2886-2894, 2015.
- SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E.; SILVA, L.S.; YASUOKA, J.I.; ALMEIDA, I.C. Canopy Height and Nitrogen Affect Herbage Accumulation, Nutritive Value, and Grazing Efficiency of ‘Mulato II’ Brachiariagrass. **Crop Science**, Madson, v. 56, n. 4, p. 2054-2061, 2016.

- SMETHAM, M. L. The management of pastures for grazing. **Pastos**, v. 24, n. 1, p. 5-30, 1994.
- SERRÃO, E.A.A.; SIMÃO NETO, M.S. **Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia: *B. decumbens* Stapf. e *B. ruziziensis* Germain et Everard**. Belém: IPEAN, 1971. 31p. (Série Estudos sobre forrageiras na Amazônia, 1).
- SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1994. p. 25-48.
- SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute State University Press, 1990. 422p. (Soil Management Support Services Technical Monograph, 19).
- SOUZA, O.C.; ZIMMER, A.H.; VALLE, L.C.S.; KOLLER, W.W. **Diagnóstico de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* nas regiões de Araguaína, TO e Redenção, PA**. Campo Grande: EMBRAPA CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM GADO DE CORTE (CNPGC), 2000. 11p. (EMBRAPA. Documentos, 96).
- SOUZA JR, S.J. **Modificações na estrutura do dossel, comportamento ingestivo e composição da dieta de bovinos durante o rebaixamento do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo**. 2011. 181p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2011.
- SOLLENBERGER, L.E.; CHERNEY, D.J.R. Evaluating forage production and quality. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON C.J. (Ed.). **Forages: The science of grassland agriculture**. Ames: Iowa State University. Press. 1995. p. 97-110.
- SOLLENBERGER, L.E.; AGOURIDIS, C.T.; VANZANT, E.S.; FRANZLUEBBERS, A.J.; OWENS, L.B. Prescribed grazing on pasturelands. In: NELSON, C.J. (Ed.). **Conservation outcomes from pastureland and hayland practices: Assessment, recommendations, and knowledge gaps**. Allen Press, Inc., Lawrence, KS. 2012. p. 111-204.
- STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 24: n. 6, p. 809-819, 1973a.
- STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 24, n. 6, p. 821-829, 1973b.
- TAIZ, J.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.
- TEIXEIRA NETO, J.F.; SIMÃO NETO, M.; COUTO, W.S.; DIAS-FILHO, M.B.; SILVA, A.B.; DUARTE, M.L.R.; ALBUQUERQUE, F. C. **Prováveis causas da morte do capimbrizantão (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) na Amazônia Oriental: relatório técnico**. Belém: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2000. 20 p. (EMBRAPA. Documentos, 36).
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publications in climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

- TOWNSEND, C.R.; TEIXEIRA, C.A.D.; SILVA NETTO, F.G.; PEREIRA, R.D.A.; COSTA, N.D.L. **Cigarrinhas-das-pastagens em Rondônia: diagnóstico e medidas de controle**. Rondônia: EMBRAPA RONDÔNIA, 2001. 29p. (EMBRAPA. Documento, 59).
- TRINDADE, J.K. **Modificações na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado**. 2007. 162p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 2007.
- VALENTIM, J.F.; AMARAL, E.F.; MELO, A.W.F. **Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Acre**. Acre: EMBRAPA ACRE, 2000. 26p. (EMBRAPA. Boletim de Pesquisa, 29).
- VALLE, C.B. **Coleção de germoplasma de espécies de *Brachiaria* no CIAT. Estudos básicos visando ao melhoramento genético**. Campo Grande: EMBRAPA CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM GADO DE CORTE (CNPGC), 1990. 33p. (EMBRAPA. Documentos, 46).
- VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; PEREIRA, J.M.; VALÉRIO, J. R.; PAGLIARINI, M.S.; MACEDO, M.C.M.; LEITE, G.G.; LOURENÇO, A.J.; FERNANDES, C.D.; DIAS-FILHO, M.B.; LEMPP, B; POTT, A.; SOUZA, M.A. **O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens** Campo Grande: EMBRAPA CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM GADO DE CORTE (CNPGC), 2004. 36p. (EMBRAPA. Documentos, 149).
- VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; VALÉRIO, J.R.; MACEDO, M.C.M.; FERNANDES, C.; DIAS-FILHO, M.B. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. **Seed News**, Belém, v. 11, n. 2, p. 28-30, 2007.
- VALLE, C.B.; SIMIONI, C.; RESENDE, R.M.S.; JANK, L.; CHIARI, L. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; JANK, L. (Ed.). **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. Campo Grande: Embrapa. 2008. p. 13-53.
- VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. **Gênero *Brachiaria***. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. p. 30-77.
- ZANINI, G.D.; SANTOS, G.T.; SCHMITT, D., PADILHA, D.A.; SBRISSIA, A. F. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim Aruana e azevém anual submetidos a pastejo intermitente por ovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 42, n. 5, p. 882-887, 2012.
- WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, Oxford, v. 11, n. 41, p. 41-76, 1947.
- WARREN WILSON, J. Inclined point quadrat. **New Phytologist**, Oxford, v. 58, n. 1, p. 92-101, 1960.
- WELLES, J.M.; NORMAN, J.M. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, n. 5, p. 818-825, 1991.
- WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics-Simulation and Computation**, Nova York, v. 22, n. 4, p. 1079-11-6. 1993.

- WRIGHT, I.A.; WHYTE, T.K. Effects of sward surface height on the performance of continuously stocked spring-calving beef cows and their calves. **Grass and Forage Science**, Chichester, v. 44, n. 3, p. 259-266, 1989.
- YASUOKA, J.I. **Acúmulo de forragem e contribuição relativa de categorias de folhas na fotossíntese do dossel do capim Mulato II pastejado sob taxas contrastantes de crescimento e alturas do dossel**. 2016. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2016.

APÊNDICES

A realização da calibração do prato ascendente foi feita por meio de curvas de calibração utilizando regressão linear entre a massa de forragem e a leitura do prato ascendente (Clicks). Os dados obtidos foram agrupados entre os dois tratamentos sob lotação contínua (Apêndice A), e entre os pré-pastejos (Apêndice B) e pós-pastejos (Apêndice C) nos quatro tratamentos sob lotação rotativa. As equações geradas pela regressão foram utilizadas para as estimativas de massa de forragem a acúmulo de forragem, para todos os tratamentos. Nas figuras encontram-se as equações e seus respectivos coeficientes de determinação (r^2).

APÊNDICE A.
contínua

Curva de calibração do prato ascendente dos dados dos pastos manejados sob lotação

APÊNDICE B.
lotação rotativa

Curva de calibração do prato ascendente dos dados dos pastos de pré-pastejo sob

APÊNDICE C.
lotação rotativa

Curva de calibração do prato ascendente dos dados dos pastos de pós-pastejo sob