

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Morfogênese, Características Estruturais, Acúmulo e
Composição Química da Forragem do Capim-estrela
Manejado sob Estratégias de Lotação Intermitente**

Pablo Giliard Zanella

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**MORFOGÊNESE, CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS, ACÚMULO E
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FORRAGEM DO CAPIM-ESTRELA
MANEJADO SOB ESTRATÉGIAS DE LOTAÇÃO INTERMITENTE**

PABLO GILIARD ZANELLA

Sob a Orientação do Professor
Carlos Augusto Brandão de Carvalho

e Co-orientação do Pesquisador
Sergio Trabali Camargo Filho

e do Pesquisador
Domingos Sávio Campos Paciullo

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção e Conservação de Plantas Forrageiras.

Seropédica, RJ
Julho de 2014.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PABLO GILIARD ZANELLA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção e Conservação de Plantas Forrageiras.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM __/__/____

Carlos Augusto Brandão de Carvalho. Dr. UFRRJ
(Orientador)

João Carlos de Carvalho Almeida. Dr. UFRRJ

André Fischer Sbrissia. Dr. UDESC

DEDICO

Aos meus pais, Anelice Isolde Lermen e Gilberto Luiz Zanella
Às minhas irmãs Grace Kelly e Iully Ane
Ao meu irmão Cassio Alex
Ao amigo “Bira”
À Deus!

OFEREÇO

Ao meu orientador,
Carlos Augusto Brandão de Carvalho
Ao meu co-orientador,
Sergio Trabali Camargo Filho
Ao minha colega de guerra,
Ludmila Lacerda Campana
A todos os amigos e familiares!

Fazemos o que gostamos porque é a melhor forma de chegar onde queremos, mesmo com todos os percalços, chegaremos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por me conceder a vida, por guiar meus passos nos mais laboriosos caminhos, por me possibilitar as escolhas e permitir mostrar quem eu realmente sou, e por colocar pessoas especiais em minha vida, que me entendem, me apoiam e me aceitam do jeito que sou.

Aos meus pais Anelice Isolde Lermen e Gilberto Luiz Zanella, por ter me criado com muito amor, carinho e dedicação, pela educação, exemplos e ensinamentos, essenciais para vencer as dificuldades que a vida nos impõe.

Aos meus irmãos e ao meu padrasto, pelo apoio, mesmo que a distância, por muitas vezes me lembrar de onde vim e da razão de eu estar aqui, fundamental para que eu pudesse seguir em frente.

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto Brandão de Carvalho, pela orientação e preocupação constante no andamento dos trabalhos, incentivando, guiando os passos e esclarecendo as dúvidas que surgiam. Obrigado pela paciência, amizade e bons conselhos.

Ao Dr. Sergio Trabali Camargo Filho, pela co-orientação, pelo suporte na realização dos trabalhos, pelas dúvidas sanadas, amizade e valiosos conselhos.

Ao Dr. Domingos Sávio Campos Paciullo, pela co-orientação, auxílio na idealização do experimento, discussão dos dados e revisão da escrita.

À colega de experimento e braço direito nas avaliações a campo, Ludmila Lacerda Campana. Muito obrigado pelo apoio, dedicação, paciência e amizade. Eternamente grato.

Às colegas de mestrado Carol, Camila e Aline, e aos estagiários Anderson, Vinicius, Ronan, Eduardo (Dudu), Jessika, Aline, Laís, Livia, Liliam, Roberta, Marcelo, Gepatrik, Gustavo, Dayane (Day), Otávio, Wagner (SePETIBA), Tarcísio, Thais, Frida, Gecele, Jessica, Nailza, Raul, e a todos os demais que de certa forma contribuíram na realização deste trabalho. Sem a ajuda de vocês seria impossível coletar o montante de informações e alcançar os resultados obtidos.

Aos amigos de alojamento Felipe Cipriano, Pedro Oliveira, Felipe Garcia, Matheus (Nerso), Guilherme (Zé), Carlos (Cirilo) e Flávio (Ganso), pela convivência e companheirismo.

Aos “Gaúchos” Anderson Ferrari, Derique Biassi, Fernando Zuchello (Fofão), Sidnei Beutler (Paraná) e Rafael Presotto, pela amizade e momentos de descontração (churrascos).

Aos funcionários da Pesagro-Rio, Adarley, Carlão e Paulinho, pela amizade e por sempre ter ajudado quando preciso.

Ao professor Bonifácio, pelo acolhimento, sábios conselhos e ensinamentos, por mostrar o valor do conhecimento e a importância da cultura.

À todas as instituições de ensino que tive o privilégio em estudar, especialmente à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, pela graduação em Zootecnia e pelo mestrado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia – PPGZ, fundamentais para a minha formação.

À fundação CAPES, pela concessão de bolsa de estudos.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro – Pesagro-Rio, pela área experimental fornecida, pelo apoio e moradia.

À todos que contribuíram para mais essa conquista.

BIOGRAFIA

Pablo Giliard Zanella, nascido em 15 de abril de 1989 na cidade de Arabutã – SC. Em 2008, ingressou no ensino superior no curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ – Seropédica), com conclusão no final de 2011. Durante a graduação, estagiou no Departamento de Nutrição Animal e Pastagens (DNAP/IZ/UFRRJ) sob a orientação do Dr. João Carlos de Carvalho Almeida; foi bolsista de Iniciação Científica da FAPERJ, e monitor nas disciplinas de Anatomia Vegetal (IB - 610) e Pastagens (IZ – 110). No primeiro semestre de 2012 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRRJ com bolsa da CAPES e desenvolveu pesquisa na área de manejo e ecofisiologia de plantas forrageiras.

"A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo"
Nelson Mandela

*"O saber a gente aprende com os mestres e com os livros. A sabedoria se aprende
é com a vida e com os humildes."* **Cora Carolina**

RESUMO GERAL

ZANELLA, Pablo Giliard. **Morfogênese, características estruturais, acúmulo e composição química da forragem do capim-estrela manejado sob estratégias de lotação intermitente.** 2014. 120p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

O objetivo desse estudo foi avaliar a morfogênese, as características estruturais, o acúmulo e composição química da forragem de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados com duas interceptações luminosas em pré-pastejo (90 e 95% de IL), e duas alturas de resíduo em pós-pastejo (20 e 30 cm) durante as estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013. O experimento foi conduzido no campo experimental da Pesagro-Rio, Seropédica - RJ, em 16 piquetes com 300 m² cada, dispostos em delineamento de blocos completos casualizados, em arranjo fatorial 2x2, com quatro repetições. Foram avaliadas as características morfogênicas e estruturais do dossel, assim como o acúmulo de forragem a partir do fluxo de tecidos. Também foram avaliadas as características estruturais, o acúmulo de forragem, a eficiência de colheita e a composição química da forragem por amostragens quantitativas (cortes). Os dados foram analisados a partir do PROC MIXED do SAS®, versão 9.2 para Windows, e as médias dos tratamentos estimadas pelo LSMEANS e comparadas pela PDIFF (p<0,05). As características morfogênicas variam em função da interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano, e as melhores condições de crescimento no verão refletiram em maiores TApF, TAILF e TAIC e menores FIL e LLF, que determinaram maior número de FVP e CMLF e, conseqüentemente, maior IAF e maiores TCLF, TCC, TC, TALF e TALLF que nas demais estações. O manejo com 90% IL e 20 cm proporcionou elevadas TApF, TAILF e TAIC, com maiores taxas de crescimento e de acúmulo de forragem em todas as estações do ano. A interceptação luminosa e a altura de resíduo alteraram as características estruturais e produtivas, e a interceptação luminosa alterou, de forma isolada, a eficiência de colheita da forragem do capim-estrela. A elevada produção de colmos refletiu em baixa relação lâmina foliar:colmo, com vantagem para o manejo com 95% IL e 30 cm no outono e inverno. A falta de um padrão definido de variação dos componentes morfológicos pode estar relacionada tanto ao hábito de crescimento e estrutura morfológica do capim-estrela, quanto aos níveis de interceptação luminosa testados. A interceptação luminosa e a altura de resíduo afetam de forma conjunta a composição química da forragem, pois alteram o estágio fisiológico das plantas e a proporção da forragem removida pelos animais, de modo que pastejos com 90% IL, associados a alturas de resíduo de 30 cm, proporcionam melhor composição química da forragem durante as estações do ano.

Palavras-chave: *Cynodon nlemfuensis*, estrutura do pasto, manejo do pastejo

GENERAL ABSTRACT

ZANELLA, Pablo Giliard. **Morphogenesis, structural characteristics, forage accumulation and chemical composition of stargrass under intermittent stocking management.** 2014. 120p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

The aim of this study was to evaluate the morphogenesis, the structural characteristics, the accumulation and chemical composition of forage of the stargrass pastures (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico), managed with two light interceptions in pre-grazing (90 and 95% of LI), and two stubble height in post-grazing (20 and 30 cm) during the autumn, winter and spring of 2012 and summer of 2013 seasons. The experiment was carried out at Pesagro - Rio experimental area, Seropédica - RJ, in 16 paddocks with 300 m² each, arranged in a randomized complete block design, in a 2x2 factorial arrangement, with four replications. The morphogenesis and structural characteristics of the canopy and forage accumulation were evaluated from the tissue flow. The structural characteristics, the forage accumulation, the forage harvest efficiency and the chemical composition also were evaluated from quantitative sampling (harvest). The data were analyzed by SAS[®]PROC MIXED, 9.2 version for Windows, and the means of the treatments estimated by LSMEANS and compared by PDIFF(p<0.05). The morphogenetic characteristics varied with the interaction between light interception, stubble height and seasons, and the best grow conditions promoted higher TApF, TAILF and TAIC and lower FIL and LLF, who determined higher number of FVP and CMLF, consequently, higher IAF, TCLF, TCC, TC, TALF and TALLF in summer than other seasons. The management with 90% LI and 20 cm provide highest TApF, TAILF and TAIC, with highest growth rates and forage accumulation in all seasons. The structural and productive characteristics of stargrass were altered by the light interception and stubble height, and the forage harvesting efficiency was altered only by the light interception. The high stem production reflected in low leaf blade:stem ratio, with advantage for the management with 95% LI and 30 cm in autumn and winter. The lack of a defined pattern of the morphological components variation may be due to both the growth habit and morphological structure of the stargrass, as well the levels of light interception tested. The light interception and stubble height jointly affect the forage chemical composition, because to alter the plants physiological stage and the proportion of forage removed by animals, so that grazing with 90% LI association with 30 cm stubble height provide the best forage chemical composition during the seasons.

Key words: *Cynodon nlemfuensis*, Grazing management, sward structure

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Taxa de aparecimento de folhas (TApF) e filocrono (FIL) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.....	19
Tabela 2 Taxa de alongamento de lâminas foliares (TAILF) e longevidade das lâminas foliares (LLF) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.20	20
Tabela 3 Taxa de alongamento de colmos (TAIC) e taxa de aumento senescente das lâminas foliares (TASLF) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	21
Tabela 4 Folhas vivas por perfilho (FVP) e comprimento médio de lâminas foliares (CMLF) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.....	23
Tabela 5 Taxas de crescimento de lâminas foliares (TCLF) e de colmos (TCC), de crescimento (TC) e senescência (TS), de acúmulo líquido de forragem (TALF) e de lâminas foliares (TALLF) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	27
Tabela 6 Massa de forragem (MF) em pré-pastejo e percentuais de massas secas de lâminas foliares (PMSLF), de colmos (PMSC) e de material morto (PMSMM) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico), manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.....	55
Tabela 7 Massas secas de lâminas foliares (MSLF) e de colmos (MSC) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.....	56
Tabela 8 Densidade volumétrica de forragem (DVF) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	58
Tabela 9 Massa de forragem em pós-pastejo (MF _{PÓS}) e seus percentuais de massas secas de lâminas foliares (PMSLF _{PÓS}), de colmos (PMSC _{PÓS}) e de material morto (PMSMM _{PÓS}), de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.....	58
Tabela 10 Massa de forragem de perdas (MF _{PER}) e seus percentuais de massas secas de lâminas foliares (PMSLF _{PER}), de colmos (PMSC _{PER}) e de material morto (PMSMM _{PER}) durante o pastejo em pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	59
Tabela 11 Acúmulo de forragem (AF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	61
Tabela 12 Eficiência de colheita da forragem (ECF) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	62
Tabela 13 Teores de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) da forragem de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	88

Tabela 14 Teores de proteína bruta (PB) da forragem de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	89
Tabela 15 Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (LIG) da forragem de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	90
Tabela 16 Análise química de terra referente a fase inicial do experimento, coletada em Dezembro de 2011.	104
Tabela 17 Análise química de terra referente a fase final do experimento, coletada em Abril de 2013.	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Relações entre características morfogênicas e estruturais do dossel (Adaptado de Chapman e Lemaire, 1993).	9
Figura 2 Vista da área experimental localizada na granja da Pesagro-Rio, Seropédica - RJ..	11
Figura 3 Precipitação acumulada mensal (■), temperatura máxima (—) e temperatura mínima (- - -) de março de 2012 a março de 2013, segundo dados do INMET.....	12
Figura 4 Extrato do balanço hídrico durante o período experimental (março de 2012 a março de 2013), segundo fonte do INMET.....	13
Figura 5 Monitoramento da interceptação luminosa (A) e altura do dossel forrageiro (B) com uso de aparelho analisador do dossel AccuPAR LP - 80 e planilhas de controle (C).....	14
Figura 6 Interceptação Luminosa (IL) de dosséis em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados com interceptações luminosas e alturas de resíduo pós-pastejo nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013. ..	15
Figura 7 Alturas dos dosséis (ALT) em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados com interceptações luminosas e alturas de resíduo pós-pastejo nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.....	15
Figura 8 Alturas dos dosséis (ALT) em pós-pastejo de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados interceptações luminosas e alturas de resíduo pós-pastejo nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	16
Figura 9 Intervalos de desfolha (dias) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados com interceptações luminosas e alturas de resíduo pós-pastejo nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	16
Figura 10 Área onde foi realizada a morfogênese demonstrando a transecta (A), estaca da localização (B), perfilho identificado com fita e folhas numeradas (C) e medição com uso de régua graduada em milímetros (D).....	17
Figura 11 Densidade populacional de perfilhos (DPP) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	22
Figura 12 Índice de área foliar AccuPAR (IAF _{AC}) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	23
Figura 13 Índice de área foliar AccuPAR (IAF _{AC}) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	24
Figura 14 Índice de área foliar (IAF) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente de março de 2012 a março de 2013.	25
Figura 15 Índice de área foliar (IAF) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	25
Figura 16 Área foliar específica (AFE) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	26
Figura 2 Vista da área experimental localizada na granja da Pesagro-Rio, Seropédica - RJ..	46
Figura 3 Precipitação acumulada mensal (■), temperatura máxima (—) e temperatura mínima (- - -) de março de 2012 a março de 2013, segundo dados do INMET.....	47

Figura 4 Extrato do balanço hídrico durante o período experimental (março de 2012 a março de 2013), segundo fonte do INMET.....	48
Figura 5 Monitoramento da interceptação luminosa (A) e altura do dossel forrageiro (B) com uso de aparelho analisador do dossel AccuPAR LP - 80 e planilhas de controle (C).....	49
Figura 6 Interceptação Luminosa (IL) de dosséis em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	50
Figura 7 Alturas dos dosséis (ALT) em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.....	50
Figura 8 Alturas dos dosséis (ALT) em pós-pastejo de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.....	51
Figura 9 Intervalos de desfolha (dias) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	51
Figura 17 Mensuração da altura do dossel forrageiro (A), corte de amostra de massa de forragem (B), área de coleta de perdas, delimitada com moldura e estacas (C) e separação dos componentes morfológicos do pasto (D).....	52
Figura 18 Altura dossel (ALT) em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	54
Figura 19 Relação lâmina foliar: colmo (RLFC) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	57
Figura 2 Vista da área experimental localizada na granja da Pesagro-Rio, Seropédica - RJ. .	80
Figura 3 Precipitação acumulada mensal (■), temperatura máxima (—) e temperatura mínima (- - -) de março de 2012 a março de 2013, segundo dados do INMET.....	81
Figura 4 Extrato do balanço hídrico durante o período experimental (março de 2012 a março de 2013), segundo fonte do INMET.....	82
Figura 5 Monitoramento da interceptação luminosa (A) e altura do dossel forrageiro (B) com uso de aparelho analisador do dossel AccuPAR LP - 80 e planilhas de controle (C).....	83
Figura 6 Interceptação Luminosa (IL) de dosséis em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	84
Figura 7 Alturas dos dosséis (ALT) em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.....	84
Figura 8 Alturas dos dosséis (ALT) em pós-pastejo de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.....	85
Figura 9 Intervalos de desfolha (dias) de pastos de capim-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.	85
Figura 20 Secagem das amostras em estufa de ventilação forçada (A), moinho tipo “Willey” (B) e destilador para determinação de proteína bruta (C).....	86

Figura 21 Procedimentos utilizados para determinação dos compostos fibrosos: preparação das amostras com detergente em frascos de 100 ml (A), filtragem (B), secagem em estufa (C) e determinação de lignina com uso de permanganato de potássio (D)..... 87

LISTA DE ABREVIACOES

AF	Acúmulo de forragem;
AFE	rea foliar específica;
ALT	Altura do dossel;
CEL	Celulose;
CMLF	Comprimento médio de lâminas foliares;
DPP	Densidade populacional de perfilhos;
DVF	Densidade volumétrica de forragem;
ECF	Eficiência de colheita da forragem;
FDA	Fibra insolúvel em detergente cido;
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro;
FIL	Iscrono;
FVP	Folhas vivas por perfilho;
IAF	ndice de área foliar;
IAF _{AC}	ndice de área foliar – Acuar;
IL	Interceptação Luminosa;
LIG	Lignina;
LLF	Longevidade de lâminas foliares;
MF	Massa de forragem;
MF _{PER}	Massa de forragem das perdas;
MF _{PS}	Massa de forragem pós-pastejo;
MM	Matéria mineral;
MS	Matéria seca;
MSC	Massa seca de colmos;
MSLF	Massa seca de lâminas foliares;
PB	Proteína bruta;
PMSC	Percentual de massa seca de colmos;
PMSC _{PER}	Percentual de massa seca de colmos nas perdas;
PMSC _{PS}	Percentual de massa seca de colmos em ps-pastejo;
PMSLF	Percentual de massa seca de lâminas foliares;
PMSLF _{PER}	Percentual de massa seca de lâminas foliares nas perdas;
PMSLF _{PS}	Percentual de massa seca de lâminas foliares em ps-pastejo;
PMSMM	Percentual de massa seca de material morto;
PMSMM _{PER}	Percentual de massa seca de material morto nas perdas;
PMSMM _{PS}	Percentual de massa seca de material morto em ps-pastejo;
RFA	Radiação fotossinteticamente ativa;
RLFC	Relação lâmina foliar:colmo;
TAF	Taxa de acúmulo de forragem;
TAIC	Taxa de alongamento de colmos;
TAILF	Taxa de alongamento de lâminas foliares;
TALF	Taxa de acúmulo líquido de forragem;
TALLF	Taxa de acúmulo líquido de lâminas foliares;
TASLF	Taxa de alongamento senescente de lâminas foliares;
TApF	Taxa de aparecimento de folhas;
TC	Taxa de crescimento;
TCC	Taxa de crescimento de colmos;
TCLF	Taxa de crescimento de lâminas foliares;
TS	Taxa de senescência;
UE	Unidade experimental.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I.....	5
MORFOGÊNESE E ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-ESTRELA MANEJADO SOB ESTRATÉGIAS DE LOTAÇÃO INTERMITENTE.....	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1 Área experimental.....	11
2.2 Espécie vegetal e histórico da área	11
2.3 Dados climáticos	12
2.4 Delineamento experimental e tratamentos	13
2.5 Monitoramento das condições experimentais.....	14
2.6 Avaliações	17
2.7 Análise estatística	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
3.1 Resultados.....	19
3.1.1 Características Morfogênicas	19
3.1.2 Características Estruturais	21
3.1.3 Crescimento e Acúmulo de Forragem	27
3.2 Discussão	29
3.1.1 Características Morfogênicas	29
3.1.2 Características Estruturais	30
3.1.3 Crescimento e Acúmulo de Forragem	32
4 CONCLUSÕES	34
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
CAPÍTULO II.....	41
CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-ESTRELA MANEJADO SOB ESTRATÉGIAS DE LOTAÇÃO INTERMITENTE	41
RESUMO	42
ABSTRACT	43
1 INTRODUÇÃO.....	44
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	46
2.1 Área experimental.....	46
2.2 Espécie vegetal e histórico da área	46
2.3 Dados climáticos	47
2.4 Delineamento experimental e tratamentos	48
2.5 Monitoramento das condições experimentais.....	49
2.6 Avaliações	52

2.7 Análise estatística	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
3.1 Resultados.....	54
3.1.1 Características estruturais	54
3.1.2 Acúmulo de forragem.....	60
3.1.2 Eficiência de colheita da forragem	61
3.2 Discussão.....	62
3.2.1 Características estruturais	62
3.2.2 Acúmulo de forragem.....	66
3.2.3 Eficiência de colheita da forragem	67
4 CONCLUSÕES	68
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
CAPÍTULO III	74
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FORRAGEM DO CAPIM-ESTRELA MANEJADO SOB ESTRATÉGIAS DE LOTAÇÃO INTERMITENTE.....	74
RESUMO	75
ABSTRACT	76
1 INTRODUÇÃO.....	77
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	80
2.1 Área experimental.....	80
2.2 Espécie vegetal e histórico da área	80
2.3 Dados climáticos	81
2.4 Delineamento experimental e tratamentos	82
2.5 Monitoramento das condições experimentais.....	83
2.6 Avaliações	86
2.7 Análise estatística	87
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
3.1 Resultados.....	88
3.2 Discussão.....	91
4 CONCLUSÕES	93
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
CONCLUSÕES GERAIS	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
ANEXO A – Análises químicas de terra nas fases inicial e final do experimento.....	104

INTRODUÇÃO GERAL

O agronegócio brasileiro é responsável por parte expressiva da economia nacional, segundo dados do CEPEA (2012) a participação do agronegócio no PIB brasileiro em 2011 foi de 22,15% (R\$ 917,654 bilhões), e destes, 28,8% foram referentes à pecuária, que em grande parte é representada pela bovinocultura de corte e leite. O Brasil possui aproximadamente 170 milhões de hectares de pastagens, dos quais 100 milhões são formados por espécies forrageiras introduzidas e 70 milhões por nativas (FONSECA e MARTUSCELLO, 2010), o que caracteriza a nossa pecuária como “pecuária verde”, pois grande parte da carne e do leite produzidos no país tem como base o uso de pastagens.

Contudo, muitas dessas áreas de pastagem encontram-se em algum estágio de degradação e/ou são subutilizadas por ineficiências de manejo (SBRISSIA e DASILVA, 2001), revalando que nosso país apresenta grande potencial de aumento da produtividade animal nesses sistemas de produção. Uma alternativa para melhorar essa situação, é investir em estratégias de manejo do pastejo, com base nos conhecimentos da ecofisiologia (DA SILVA et al., 2008), o que aumentará a eficiência de utilização do recurso forrageiro, com maior produção e qualidade da forragem e garantia de perenidade do pasto.

Em uma revisão sobre a evolução das pastagens cultivadas no Brasil, Costa et al., (2008) relataram que uma série de gramíneas foram utilizadas com o intuito de adentrar em regiões não ocupadas do país (Centro-oeste, Amazônia), principalmente com a atividade da pecuária de corte e, neste sentido, foram testadas forrageiras de diferentes gêneros visando encontrar o “capim milagroso”, que produzisse bem em condições precárias e se adaptasse às variações de clima. Desta forma, foram cultivadas inicialmente pastagens de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), capins colômbio e guiné (*Panicum maximum*), capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e, capim-quicuí (*Pennisetum clandestinum*). Mais tarde foram testados capins do gênero *Digitaria* (pangola, transvala, swazi), o capim-guatemala (*Tripsacum laxum*) e o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*). Porém, foram as braquiárias que passaram a ser utilizadas em maior escala, principalmente as *B. decumbens* e *B. humidicula*, por serem tolerantes a solos ácidos e encharcados, respectivamente.

O Brasil é um país continental, com grande variação de clima e solo em sua extensão, o que permite que sejam utilizadas uma gama de recursos forrageiros. Esse fato evidencia a necessidade de práticas de manejo distintas para cada espécie, as quais variam em função do sistema de criação e dos recursos disponíveis.

As gramíneas do gênero *Cynodon* começaram a ser utilizados a partir da década de 60, em menor escala que as brachiárias e os panicuns, devido à maior exigência em adubação e também à forma de propagação (mudas). De acordo com Pedreira (2010), os capins desse gênero são uma boa alternativa para produção de ruminantes, pois apresentam boa produção de massa de forragem com elevado valor nutricional, e podem ser utilizados tanto para pastejo quanto para a produção de forragem conservada (feno e silagem), permitindo a obtenção de elevados índices produtivos. Segundo Alvim et al. (1996), esses capins apresentam elevado acúmulo de forragem, boa relação folha:colmo e excelente valor nutritivo. Além disso, esse gênero tem grande capacidade de adaptação à diferentes ambientes e à diversas condições de clima e solo, o que possibilita também uma maior resistência às variações no manejo que lhe são impostas (LIMA e VILELA, 2005). As forrageiras do gênero *Cynodon* apresentam grande potencial para utilização em sistemas intensivos de produção animal, pois reúnem características nutricionais e produtivas que permitem elevada produção animal por área, além de elevado desempenho individual (VILELA et al., 1996; ALVIM et al., 1997; VILELA e ALVIM, 1998; ALVIM et al., 1999; VILELA et al., 2002, 2003).

O capim-estrela é originário do Quênia, e os primeiros estudos foram realizados na Universidade de Porto Rico em 1957. Posteriormente, foi levado para a Flórida, onde foi estudado e melhorado, sendo o capim-flórico (*Cynodon nlemfuensis* Vanderylist var. *nlemfuensis* cv. Florico) lançado comercialmente nos EUA em 1989, de acordo com denominação científica proposta por Harlan (1992), e foi introduzido no Brasil possivelmente no final da década de 1990 (PEDREIRA, 2010). Esse capim possui porte alto e textura relativamente grosseira quando comparado aos demais capins do mesmo gênero, apresenta alta produção de massa seca, bom valor nutritivo e se adapta bem à variações ambientais e de manejo (MISLEVY et al., 1989).

Essa capacidade do capim-estrela de se adaptar em diferentes condições, principalmente de manejo, é fundamental para garantir a sustentabilidade do sistema, pois é impossível alcançar concomitantemente máximos rendimentos vegetal e animal, já que ocorre um conflito de interesses onde o animal necessita remover área foliar constantemente e a planta depende de área foliar para realizar a fotossíntese (HODGSON, 1990). Portanto, a geração de conhecimento com base em estudos sobre características morfogênicas e estruturais, é necessária para que hajam bons desempenhos e se atinja um equilíbrio entre os componentes vegetal e animal do sistema. De acordo com Fagundes et al. (2005), os fatores do meio, como temperatura, luminosidade, disponibilidade hídrica e fertilidade do solo, são determinantes na expressão das características morfogênicas, estruturais e de acúmulo de massa seca, mas estas podem ser fortemente influenciadas pelas condições de manejo.

As características morfogênicas e estruturais estão integradas, de modo que não devem ser estudadas isoladamente, pois qualquer mudança estrutural resulta em respostas morfogênicas e vice-versa (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), e essas variações são de grande importância pois não somente definem as estratégias com que as plantas buscam os recursos tróficos necessários ao seu desenvolvimento, mas também influenciam a composição morfológica do pasto e a forma como os animais a colhem (CARVALHO et al., 2005). Nesse sentido, observa-se que a estrutura do pasto apresenta alta correlação com o consumo animal, e provoca variações também no valor nutritivo da forragem (STOBBS, 1973; MAZZANTI et al., 1994), conseqüentemente, no desempenho dos animais em pastejo.

Segundo Whiteman (1980), os principais fatores que afetam o crescimento, desenvolvimento e a composição química das plantas forrageiras são fatores climáticos, edáficos, espécie forrageira e manejo da pastagem, e estes interagem entre si constituindo o complexo solo-planta-animal-clima. Como forma de alcançar maior produtividade animal, o homem pode interferir, de forma direta ou indireta, sobre alguns desses fatores, mas deve se ater primeiramente em garantir a persistência produtiva da pastagem, para que essa possa suportar elevada produtividade animal.

Em uma mesma espécie forrageira, pode-se observar variações que, dependendo do manejo e das condições ambientais, podem modificar os padrões de crescimento e desenvolvimento do pasto. Esse fenômeno é denominado de plasticidade fenotípica, que, de acordo com Derner e Briske (1998), modificam tanto o arranjo estrutural dos componentes morfológicos ao longo do perfil vertical do dossel, quanto o potencial de exploração de nutrientes e a capacidade de ocupação da superfície do solo.

As plantas forrageiras não crescem como indivíduos isolados, mas sim como membros de uma população, sendo necessário o entendimento das interações competitivas bem como das respostas dessas populações ao pastejo (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Dependendo do padrão de desfolhação dos indivíduos (perfilhos) em uma pastagem, o pasto pode se apresentar de diferentes formas, isso dependerá principalmente da intensidade com que é realizada a desfolha. Desta maneira, a adequação do manejo do pastejo, com base nas características morfológicas e fisiológicas das plantas, é essencial para estabelecer um equilíbrio que respeite os limites específicos de cada espécie forrageira, de modo a garantir a

perenidade do pasto e elevada produção de forragem (JACQUES, 1973; EUCLIDES et al., 2010).

De acordo com Da Silva et al. (2008), o manejo do pastejo tem sido alvo de grande preocupação nos últimos anos, porém os índices de produção ainda deixam a desejar, pois, por muito tempo esse assunto foi tratado de forma simplista e/ou equivocada, utilizando muitas vezes o tempo cronológico como critério de manejo, fato também reconhecido por Moraes et al. (1995) e Nabinger (1996, 1997), ao recomendarem o estudo das características ecofisiológicas das pastagens na busca de melhores estratégias de manejo.

Nesse contexto, Hodgson (1990) definiu que três componentes podem ser identificados em um sistema de pastagem, com relação à possibilidade de ação no manejo e que influenciam diretamente na eficiência energética do sistema: o crescimento, a colheita e a conversão da forragem em produto animal; dessas três etapas, a colheita da forragem assume papel fundamental, pois é responsável por 40 a 80% das variações que podem ocorrer no rendimento final do sistema produtivo.

Com base nessas premissas, tem-se buscado estabelecer um ponto “ótimo” de colheita da forragem produzida, condição esta que, de acordo com Da Silva et al. (2008), é quando ocorre maior acúmulo líquido de folhas, antes da intensificação do processo de alongamento de colmos e de perdas pelo processo de senescência, desta forma pode-se observar a importância de acertar o manejo do pastejo. A intensidade com que o pastejo é realizado define o padrão de crescimento das plantas, pois a recuperação da superfície fotossintética é influenciada pelo índice da área foliar residual, interferindo diretamente no acúmulo de forragem (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Portanto, para que se façam ajustes no manejo do pastejo, é necessário conhecer as respostas adaptativas das plantas a desfolhação e os padrões de crescimento das plantas até que seja realizada uma nova interrupção no ciclo de rebrota.

O uso da interceptação luminosa como estratégia de manejo do pastejo visando definir o momento ideal de colheita das plantas, tem gerando resultados positivos e favorecido o acúmulo de grande quantidade de forragem de valor nutritivo elevado, além de garantir uma colheita eficiente da forragem (CARNEVALLI et al., 2006; DA SILVA e NASCIMENTO JR., 2007). Nesse contexto, a estrutura do dossel, que foi definida por Laca e Lemaire (2000) como sendo o arranjo e distribuição espacial das partes da planta em comunidade sobre o solo, tem papel fundamental no estudo das pastagens, pois exerce grande efeito sobre a forma como o dossel irá interceptar a radiação solar.

De acordo com Hodgson (1990), as variáveis do pasto que apresentam maior consistência sobre a produção de forragem são a altura e o índice de área foliar (IAF). O índice de área foliar é uma variável de extrema importância na avaliação de plantas, pois é responsável pela interceptação da luz solar (BROUGHAM, 1958). Este foi definido inicialmente por Watson (1947), como sendo a relação entre a área de uma das faces das folhas e a área de solo ocupada por elas. Nesse sentido, aumentos no IAF levam a aumentos na interceptação luminosa e, conseqüentemente, na eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa, que culmina em aceleração na taxa de crescimento dos pastos em condições ambientais favoráveis (HUMPHREYS, 1966; BROWN e BLASER, 1968).

Quando se trabalha com espécies forrageiras de crescimento prostrado, que é o caso do capim-estrela, pequenas variações na altura do dossel podem apresentar proporcionalmente maiores variações no IAF que em espécies de maior porte, conseqüentemente, também podem ocorrer maiores variações no acúmulo de forragem. Hodgson et al. (1981) definiram o acúmulo de forragem da pastagem como sendo um processo dinâmico e resultado do balanço entre crescimento e senescência/decomposição de tecidos, esse acúmulo de forragem na pastagem após a desfolhação, na ausência de animais é, portanto, resultado do fluxo de novos tecidos, definido como crescimento bruto, e do fluxo de senescência e decomposição, principalmente de folhas mais velhas. Segundo Da Silva e Pedreira (1997), o acúmulo de

ferragem em pastagens é o resultado de interações complexas advindas da combinação dos atributos genéticos de uma dada espécie e os efeitos do ambiente sobre seus processos fisiológicos e características morfofisiológicas para a determinação da produtividade.

O conhecimento dos padrões de crescimento e acúmulo de ferragem das plantas forrageiras torna-se essencial, sobretudo por permitir o controle da composição da ferragem produzida, por meio de ajustes no intervalo de desfolha dos pastos, sendo o intervalo ideal aquele que ocorre quando o acúmulo de folhas é elevado, porém antes do início do acúmulo acentuado de colmos e de material morto (HODGSON, 1990).

Com o objetivo de melhorar o aproveitamento das áreas de pastagem, visando desenvolver tecnologias face ao aumento da produtividade e sustentabilidade desses sistemas de produção, um crescente esforço tem sido observado pelas escolas nacionais, de modo a alavancar os índices zootécnicos, que ainda deixam a desejar em nosso país. Neste sentido, uma série de trabalhos vem sendo desenvolvidos, levando-se em consideração o uso da interceptação luminosa e dos conhecimentos de ecofisiologia, visando entender melhor os fenômenos das relações existentes no complexo sistema denominado “pastagem”. Os trabalhos iniciais com envolvendo esses preceitos foram desenvolvidos na Esalq-USP, coordenados pelo professor Sila Carneiro da Silva, em pastagens do gênero *Cynodon* (Tifton 85, Florakirk e Coast-cross), sob lotação contínua (5, 10, 15 e 20 cm de altura), onde foram estudados aspectos de ambiente luminoso e arquitetura foliar (FAGUNDES et al., 1999), dinâmica de perfilhamento (CARVALHO et al., 2000), mecanismos de competição intraespecífica (SBRISSIA et al., 2001), fluxo de tecidos (PINTO et al., 2001) e interface planta animal (CARNEVALLI et al., 2001a e b).

Esses estudos, assim como os demais que os sucederam, levando-se em consideração esses preceitos tiveram grande expressão no cenário nacional, e geraram melhorias em relação ao manejo do pastejo. Porém, ainda não se tem conhecimento em ambiente nacional, de estudos com capins do gênero *Cynodon* que avaliassem a interceptação luminosa e altura de resíduo como critério de manejo. Com base neste contexto, objetivou-se estudar as características morfofisiológicas ligadas à morfogênese, características estruturais, acúmulo de ferragem e composição química da ferragem de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

CAPÍTULO I

MORFOGÊNESE E ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-ESTRELA MANEJADO SOB ESTRATÉGIAS DE LOTAÇÃO INTERMITENTE

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar as características morfogênicas e estruturais, e o acúmulo de forragem em pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados com duas interceptações luminosas em pré-pastejo (90 e 95% de IL), e duas alturas de resíduo pós-pastejo (20 e 30 cm) nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013. O experimento foi conduzido na Pesagro-Rio, Seropédica - RJ, em 16 piquetes de 300 m² cada, sob delineamento de blocos completos casualizados, em arranjo fatorial 2x2, com quatro repetições. Foram avaliadas as: taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FIL), taxa de alongamento de lâminas foliares (TAILF), longevidade de lâminas foliares (LLF), taxa de alongamento de colmos (TAIC), taxa de aumento senescente de lâminas foliares (TASLF), densidade populacional de perfilhos (DPP), número de folhas vivas por perfilho (FVP), comprimento médio de lâminas foliares (CMLF), índice de área foliar (IAF_{AC} e IAF), área foliar específica (AFE), taxas de crescimento de lâminas foliares (TCLF) e de colmos (TCC), taxas de crescimento (TC) e senescência (TS), e taxas de acúmulo líquido de forragem (TALF) e de lâminas foliares (TALLF). Os dados foram analisados a partir do PROC MIXED do SAS®, versão 9.2, e as médias dos tratamentos estimadas pelo LSMEANS e comparadas pela PDIFF (p<0,05). As condições favoráveis de crescimento no verão proporcionaram maiores TApF (0,62 folha perfilho⁻¹ dia⁻¹), TAILF (9,7 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) e TAIC (2,9 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), e menores FIL (2,0 dias folha⁻¹ perfilho⁻¹) e LLF (22,2 dias folha⁻¹). Maiores TApF foram observadas com 20 cm para 90 e 95% IL em todas as estações (média de 0,39 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹). A LLF foi menor no verão (média de 22,2 dias folha⁻¹), e maiores com 95% IL que com 90% IL para ambas as alturas de resíduo (48,2 e 41,3 dias folha⁻¹, respectivamente). Pastos manejados com 90% IL e 20 cm apresentaram elevadas TAIC em todas as estações (média de 1,4 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). A DPP foi maior no inverno em pastos manejados com 20 cm (1583 perfilhos m⁻²). No verão foram observadas maior número de FVP (12,5 folhas perfilho⁻¹) e CMLF (12,5 cm). Maiores IAF_{AC} foram observados sob 95% IL e menores valores com 90% IL (4,6 e 3,7, respectivamente). O IAF foi maior com 30 cm que com 20 cm, com maior valor para 95% IL (4,9). Maior IAF ocorreu no verão (média de 6,6). Maiores AFE ocorreram com 20 cm no outono (201 cm² g⁻¹ MS) e para todos tratamentos no verão (média de 194 cm² g⁻¹ MS). Maiores TCLF, TCC, TC, TALF e TALLF ocorreram com 90% IL e 20 cm (médias de 162, 392, 534, 509 e 132 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente), com maiores valores observados no verão para todos os tratamentos (médias de 297, 669, 938, 913 e 272 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente). Maior disponibilidade de fatores de crescimento no verão propiciaram maiores TCLF, TCC, TC, TALF e TALLF, com maiores valores para pastos manejados com menores interceptação luminosa e altura de resíduo.

Palavras-chave: Crescimento do pasto, estratégias de desfolhação, fluxo de tecidos

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the morphogenetic and structural characteristics, and forage accumulation of stargrass pastures (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) managed with two light interceptions in pre-grazing (90 and 95% of LI), and two stubble height in post-grazing (20 and 30 cm) during the autumn, winter and spring of 2012 and summer of 2013 seasons. The experiment was carried out at Pesagro-Rio, Seropédica-RJ, in 16 paddocks with 300 m² each, under a randomized complete block design in a 2x2 factorial arrangement with four replications. Were evaluated the: Leaf appearance rate (TApF), phyllochron (FIL), leaf blades elongation rate (TAILF), leaf blades longevity (LLF), stem elongation rate (TAIC), leaf blade senescent rate (TASLF), tiller population density (DPP), number of living leaves per tiller (FVP), leaf blades average length (CMLF), leaf area index (IAF_{AC} and IAF), specific leaf area (AFE), leaf blade (TCLF) and stem (TCC) growth rates, growth (TC) and senescence (TS) rates, forage (TALF) and leaf blades (TALLF) net accumulation rates. The data were analyzed by SAS[®] PROC MIXED, 9.2 version, and the means of treatments estimated by LSMEANS and compared by PDIFF (p<0.05). The highest TApF (0.62 leaf tiller⁻¹ day⁻¹), TAILF (9.7 cm tiller⁻¹ day⁻¹) and TAIC (2.9 cm tiller⁻¹ day⁻¹), and lowest FIL (2.0 days leaf tiller⁻¹) and LLF (22.2 days leaf⁻¹) occurred in summer due the favorable grow conditions. Highest TApF were observed with 20 cm to 90 and 95% LI in all seasons (average 0.39 leaves tiller⁻¹ day⁻¹). The LLF was lowest in summer (average 22.2 days leaf⁻¹), and higher with 95% than with 90% LI for both post-grazing height (48.2 and 41.3 days leaf⁻¹, respectively). Swards grazed with 90% LI and 20 cm showed highest TAIC (average 1,4 cm tiller⁻¹ day⁻¹) in all seasons. The DPP was highest in winter in pastures managed with 20 cm (1583 tillers m⁻²). The highest values of FVP (12.5 leaves tiller⁻¹) and CMLF (12,5 cm) occurred in summer. The highest IAF_{AC} were observed with 95% LI and lowest with 90% LI (4.6 and 3.7, respectively). The IAF was higher with 30 cm than with 20 cm, with highest value to 95% LI (4.9). Highest IAF occurred in summer (average 6.6). Highest AFE occurred with 20 cm in autumn (201 cm² g⁻¹ DM) and for all treatments in summer (average 194 cm² g⁻¹ DM). Highest TCLF, TCC, TC, TALF and TALLF occurred with 90% LI and 20 cm (average 162, 392, 534, 509 and 132 kgha⁻¹ day⁻¹ DM, respectively), with highest values observed in summer for all treatments (averages 297, 669, 938, 913 and 272 kg ha⁻¹ day⁻¹ DM, respectively). High growing factors in summer favored the morphogenesis and provided highest TCLF, TCC, TC, TALF and TALLF, with height values to pastures managed under lower light interception and stubble height.

Keywords: Pasture growth, strategies of defoliation, tissues flow

1 INTRODUÇÃO

Estudos sobre morfogênese em plantas forrageiras tropicais são de grande importância, pois tornam possível avaliar o crescimento e acúmulo de forragem de diferentes espécies de plantas em ambientes específicos, e com base nisso traçar estratégias de manejo adequadas. Voltolini et al. (2010) relatam que o uso de estratégias de manejo do pastejo baseadas nas características ecofisiológicas em plantas de clima tropical tem apresentado alta similaridade com os resultados obtidos em plantas de clima temperado, pois, independente do tipo de planta, os processos fisiológicos e fenológicos tendem a seguir um mesmo padrão.

De acordo com Chapman e Lemaire (1993), a dinâmica da geração (genesis) e da expansão da forma da planta (morphos) no espaço definem a morfogênese das plantas, que é basicamente descrita por três características: a taxa de aparecimento de folhas, a taxa de alongamento foliar e a duração de vida das folhas. Essas características influenciam o tamanho das folhas, o número de folhas vivas por perfilho e a densidade populacional de perfilhos, denominadas de características estruturais, e o produto dessas três características determinam diretamente o índice de área foliar do dossel.

Neste sentido, Chapman e Lemaire (1993) afirmam que a morfogênese pode ser definida como o estudo da origem e desenvolvimento dos diferentes órgãos de uma planta e suas transformações no espaço ao longo do tempo e, com base nessas informações, torna-se possível avaliar as taxas de aparecimento de novos órgãos, expansão e senescência. Carnevalli et al. (2006) afirmam ainda que as características morfogênicas e estruturais dos pastos revelam o potencial fotossintético de seus dosséis, o que possibilita boas perspectivas de manejo e utilização das plantas forrageiras em climas tropicais.

Segundo Gomide (1988), os perfilhos de gramíneas forrageiras apresentam diferentes tipos de folhas: as folhas adultas, totalmente expandidas e com as lígulas expostas; as folhas em expansão, que ainda estão em crescimento e não expuseram a lígula; e as folhas em senescência, que já atingiram certa longevidade e começam a senescer, principalmente devido ao sombreamento causado pelas folhas superiores. Essa sucessão de folhas causa variação na quantidade e qualidade da luz ao longo do perfil, que são percebidas pelos indivíduos da população e podem gerar variações na estrutura do dossel (BALLARÉ et al., 1988). Gomide e Gomide (1999) reforçam ainda que a contínua emissão de folhas e perfilhos promove a restauração da área foliar após a desfolhação, essencial para assegurar a produtividade e perenidade da pastagem.

Como as características morfogênicas e estruturais estão integradas, não devem ser estudadas isoladamente, e de acordo com Chapman e Lemaire (1993), algumas merecem destaque, como é o caso da taxa de aparecimento de folhas, já que esta influencia diretamente nas três características estruturais do relvado. Conforme observado por Zarroug et al. (1984), existe uma correlação negativa entre a taxa de aparecimento e o alongamento das folhas, indicando que quanto maior a taxa de aparecimento, menor o tempo para o alongamento, conseqüentemente, menor o tamanho das folhas. Somado a isso, sabe-se que as folhas apresentam um tempo de vida limitado, o qual é determinado por características genéticas e influenciado por fatores de ambiente e de manejo (HODGSON et al., 1981).

Os fatores do ambiente, como luz, temperatura, água e nutrientes exercem grande influência sobre a expressão das características morfogênicas, influenciando as características estruturais do dossel, principalmente o número, tamanho das folhas e a densidade de perfilhos, que determinam de fato a estrutura do relvado (MINSON, 1981; LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

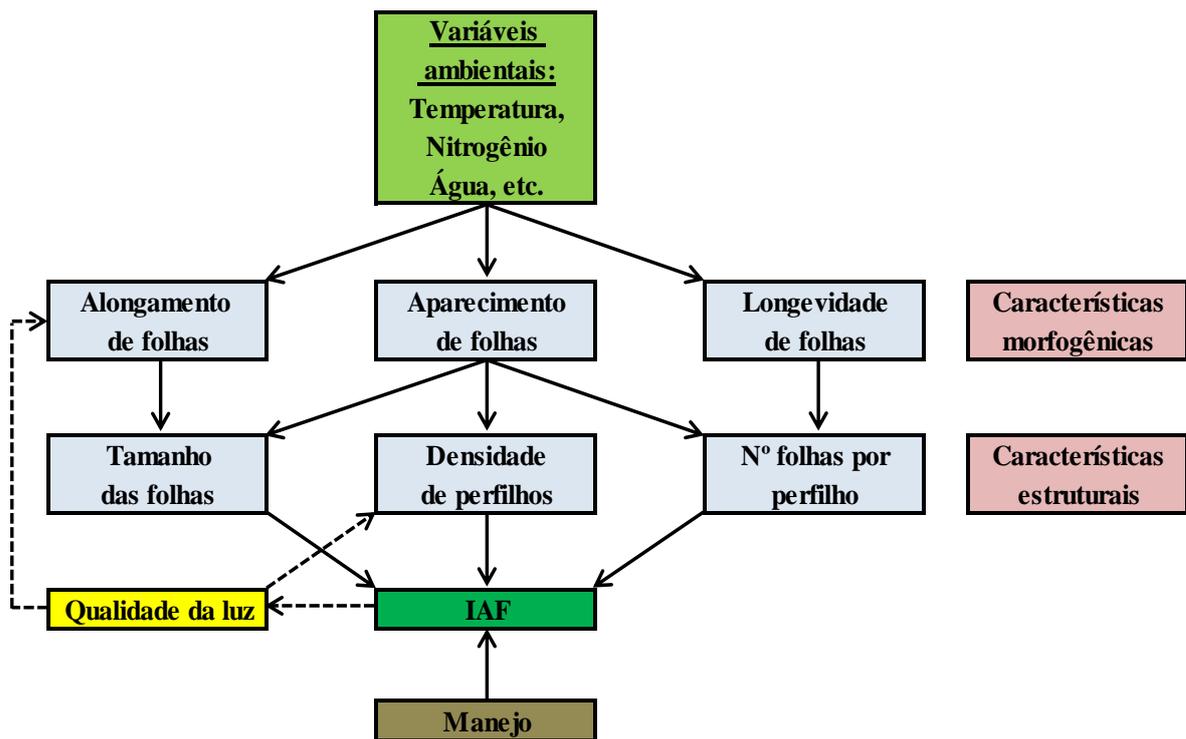


Figura 1 Relações entre características morfológicas e estruturais do dossel (Adaptado de Chapman e Lemaire, 1993).

Em gramíneas tropicais e subtropicais, pode ser acrescentada outra característica na avaliação dessas plantas, o alongamento de hastes (colmos), a qual é bastante expressiva e, dependendo das condições ambientais e de manejo, atuam de forma marcante nas variáveis estruturais do dossel, como por exemplo, a altura e a relação lâmina foliar/colmo (SBRISSIA e DA SILVA, 2001). Portanto, deve-se ater ao manejar os pastos porque, a partir de um certo limiar, o alongamento de colmos em detrimento aquele de folhas passa a ser o principal dreno de assimilados na planta, e tanto o sombreamento das folhas localizadas na base do dossel como a maior idade de vida destas, atuam no aumento dos processos de senescência (DURU e DUCROCQ, 2000). Esse limiar seria determinado pelo IAF, onde em um ponto “ótimo” há interceptação de aproximadamente toda luz incidente, com um mínimo de auto sombreamento, proporcionando a máxima taxa de crescimento da cultura (WATSON, 1958; BROWN e BLASER, 1968; RHODES, 1973). Porém, de acordo com Parsons e Penning (1988), a interrupção do crescimento das plantas deveria ser realizada antes desse momento, quando a taxa de acúmulo está ligeiramente abaixo do máximo, definido como IAF crítico (95% da IL), já que até esse momento, a formação de folhas é maior do que sua senescência.

Sbrissia e Da Silva (2001) comentam que a densidade populacional de perfilhos é o componente do IAF que permite maior flexibilidade de ajuste perante diferentes regimes de desfolhação. Tanto as condições de ambiente quanto aquelas de manejo são determinantes na variação do número de perfilhos, sendo que a perenidade da pastagem é alcançada a partir do momento que o número de indivíduos se torna constante dentro da população de plantas (HODGSON et al., 1981).

De acordo com Korte (1986) e Bullock (1996), ocorre um processo dinâmico em relação ao ajuste das populações de perfilhos, podendo haver variações no número de perfilhos/m² devido o balanço entre aparecimento e morte ao longo do ano, ocorrendo padrões temporais de variação na população de perfilhos ao longo de um determinado período (BAHMANI et al., 2003), e que podem variar em função da espécie forrageira, condições do ambiente e regime de desfolhação utilizado (MATTHEW et al., 2000). Pode haver também,

variações no tamanho dos perfilhos, que em menores ofertas de forragem, tendem a apresentar menor tamanho, porém em maior número (GRANT et al., 1988).

Esse conjunto de fatores altera as taxas de crescimento do pasto, que expressa elevados valores à custa de altas taxas fotossintéticas, condição que, em contrapartida, favorece a ocorrência de elevadas taxas respiratórias e de senescência foliar (PARSONS et al., 1983). Neste sentido, Hodgson et al. (1981) se referem ao acúmulo de forragem como um processo dinâmico, resultado do balanço entre crescimento e senescência/decomposição de tecidos, que segundo Da Silva et al. (2008), está relacionado com as interações presentes na população de plantas, principalmente à competição por luz. Assim, verifica-se que o estudo das taxas de crescimento e senescência caracteriza a dinâmica do processo de produção de forragem e seu balanço resulta no acúmulo líquido de forragem, o que reflete a quantidade produzida em determinado período e suas variações de acordo com as práticas de manejo e estações do ano (FAGUNDES et al., 2005).

Com base nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar as características morfogênicas, estruturais e de acúmulo de forragem de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob duas interceptações luminosas e duas alturas de resíduo pós-pastejo nas estações de outono, inverno e primavera de 2012, e de verão de 2013.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental

O experimento foi conduzido no campo experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio), situada no km 09 da Rodovia BR 465, município de Seropédica, RJ. As coordenadas geográficas aproximadas são 22°46' de latitude ao Sul, 43°39' de longitude a Oeste e a 27 metros de altitude. A área apresenta uma leve inclinação (5 a 10% de declividade) e solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006). O clima da região é do tipo AW pela classificação de Köppen, com uma estação seca de abril a setembro e outra chuvosa de outubro a março.



Figura 2 Vista da área experimental localizada na granja da Pesagro-Rio, Seropédica - RJ.

2.2 Espécie vegetal e histórico da área

A espécie forrageira utilizada foi o capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico), implantada no início de 2009. No preparo da área foram realizadas aração e gradagem, e o solo foi corrigido a partir de calagem com base na análise química do solo, seguida do plantio das mudas e a aplicação de 400 e 120 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e de cloreto de potássio, respectivamente, segundo indicações contidas no manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro (DE POLI et al., 1990). Também foram realizadas aplicações de fertilizante nitrogenado nos meses de março, junho, outubro e dezembro em doses equivalentes a 100 kg de N ha⁻¹ em cada aplicação e pastejos realizados eventualmente por novilhas e por vacas secas. Em dezembro de 2011 foi realizada uma amostragem do solo (Tabela 16, pág. 104) e,

com base nesses resultados, e dos objetivos do estudo, foi realizada adubação de cobertura, com aplicação em dose única de 300 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, e 100 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de cloreto de potássio e de ureia fracionados em quatro aplicações (parcelas) durante o ano, uma no outono/inverno (julho) e três na primavera/verão (outubro, dezembro e fevereiro). Foi realizada outra amostragem de solo, no dia 05/04/2013, para avaliar a análise química do solo no final da fase experimental (Tabela 17, pág. 104).

2.3 Dados climáticos

Os dados meteorológicos do período experimental foram obtidos do conjunto de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à estação Ecologia Agrícola, Seropédica - RJ. Conforme apresentado na Figura 3, observa-se que no mês de março de 2012 não houve precipitação, durante a estação seca do ano (abril a setembro de 2012), a precipitação e a temperatura foram menores em relação à estação chuvosa (demais meses do ano). No mês de outubro, apesar da precipitação não ter aumentado, observou-se aumento na temperatura, tanto da máxima quanto da mínima, e nos meses seguintes houve aumento na precipitação, com evidência para o mês de janeiro de 2013, com 363 mm, quando houve a redução na temperatura, com média de 26,1 °C.

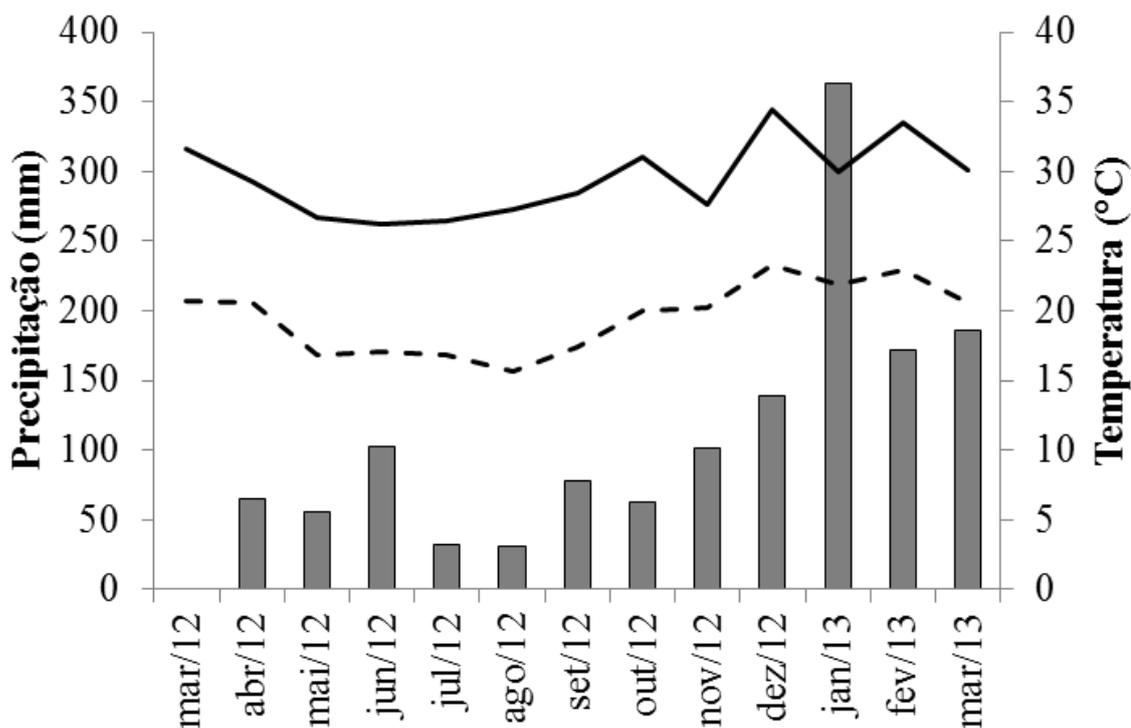


Figura 3 Precipitação acumulada mensal (■), temperatura máxima (—) e temperatura mínima (- -) de março de 2012 a março de 2013, segundo dados do INMET.

O balanço hídrico (Figura 4) foi calculado conforme método de Thornthwaite, modificado por Camargo et al. (1999).

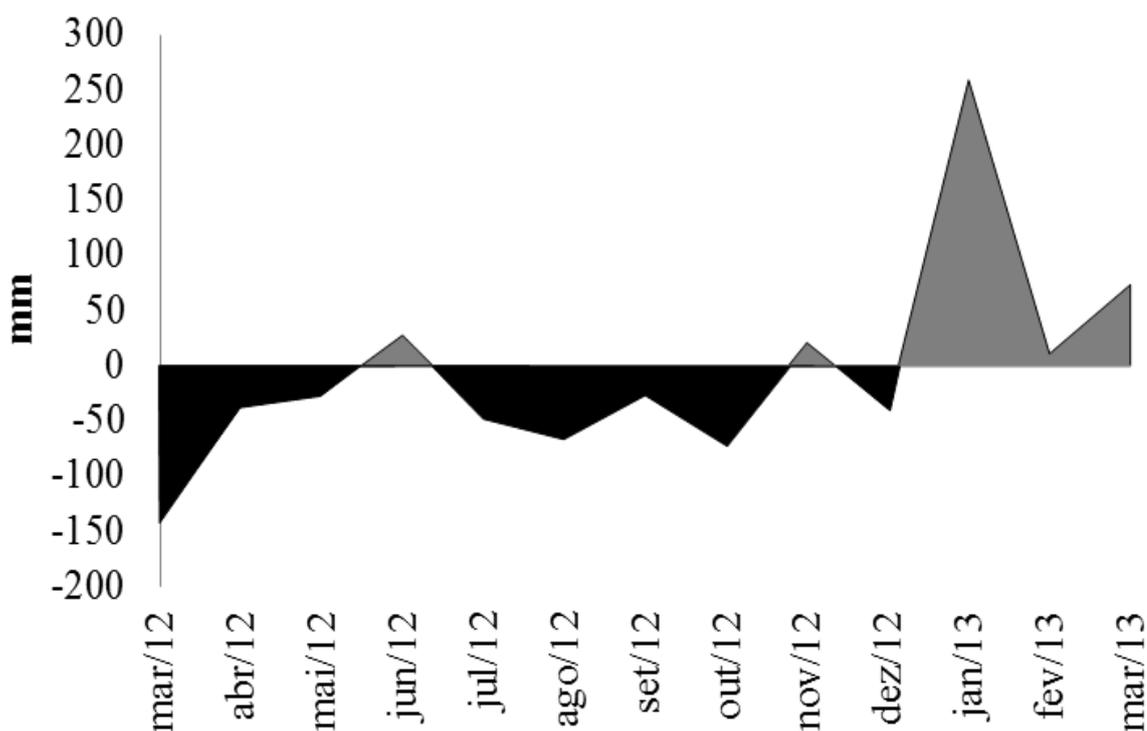


Figura 4 Extrato do balanço hídrico durante o período experimental (março de 2012 a março de 2013), segundo fonte do INMET.

Durante o período experimental observou-se déficit hídrico que se estendeu do início do período experimental até o mês de dezembro de 2012, com uma pequena ressalva para o mês de junho, devido à precipitação de 103 mm, e para o mês de novembro (101 mm). Apesar de já estar na estação chuvosa e ter ocorrido precipitação de 139 mm, o mês de dezembro apresentou balanço hídrico negativo, consequência das temperaturas elevadas (média de 29,1 °C).

2.4 Delineamento experimental e tratamentos

A área experimental foi constituída por 16 piquetes de aproximadamente 300 m² cada (Unidade Experimental - UE), alocados em delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições, sendo os blocos distribuídos em função da posição na topossequência (declividade da área). Foi utilizado o arranjo fatorial 2x2, com os tratamentos constituídos pela combinação de duas interceptações luminosas (90 e 95% de IL em pré-pastejo) e duas alturas de resíduo pós-pastejo (20 e 30 cm), em análise de medidas repetidas no tempo. Os trabalhos tiveram início em novembro de 2011, com a divisão da área e instalação das cercas e aguadas. De 17 a 23/01/2012 foi realizado o corte de uniformização, rente ao solo, com o uso de roçadeira costal, seguido do início da fase de ajuste do manejo dos pastos conforme tratamentos pré-determinados. A meta pós-pastejo estabelecida inicialmente foi de 10 e 20 cm de altura para retirada dos animais, porém, como não foi possível atingir esta meta devido ao grande desenvolvimento de estolões, e após maior entendimento da estrutura do dossel (média de 50 cm de altura), essa meta foi modificada para 20 e 30 cm (40 e 60% da altura pré-pastejo). O período de avaliação iniciou-se em 26/03/2012 e se estendeu até 26/03/2013, compreendendo as estações de Outono, Inverno e Primavera de 2012, e de Verão de 2013.

2.5 Monitoramento das condições experimentais

O monitoramento da IL pelo dossel forrageiro foi realizado a partir da mensuração da 20 pontos por UE, de forma sistemática em quatro linhas de avaliação, com o uso do aparelho analisador de dossel AccuPAR Linear PAR/LAI *ceptometer*, modelo LP - 80 (Figura 5), em intervalos semanais até que se atingisse um valor 5% abaixo das metas estipuladas, a partir do qual as avaliações eram realizadas com maior frequência (a cada três ou dois dias), de forma a assegurar que as metas de 90% e 95% de IL fossem alcançadas com maior critério (Figura 6). Nas mesmas datas das avaliações de IL, assim como em pós-pastejo, foram realizadas 40 medidas por UE da altura do dossel, de forma sistemática em quatro linhas de avaliação, utilizando régua graduada em mm e folha de acetato (Figura 5, B), conforme metodologia descrita por Carnevalli e Da Silva (1999).

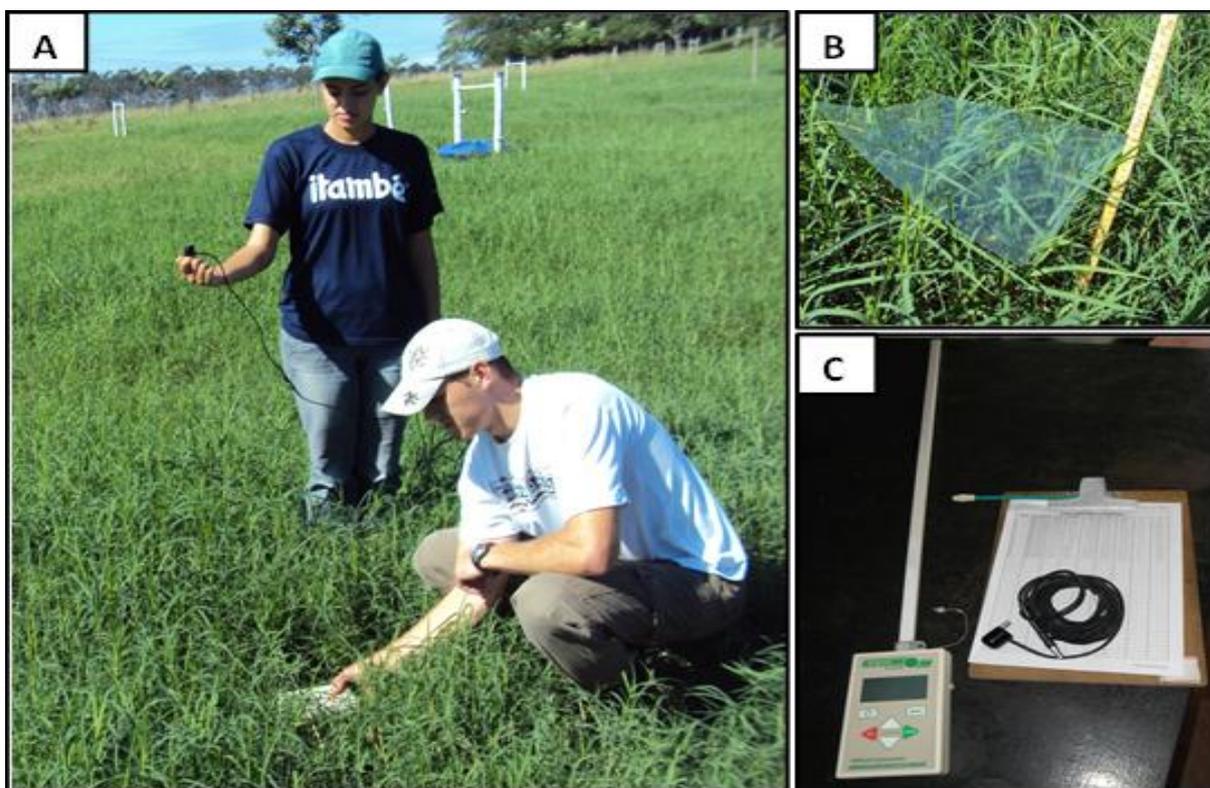


Figura 5 Monitoramento da interceptação luminosa (A) e altura do dossel forrageiro (B) com uso de aparelho analisador do dossel AccuPAR LP - 80 e planilhas de controle (C).

A desfolha foi realizada com uso da técnica “mob grazing”, a partir do rebaixamento da vegetação via pastejo por vacas mestiças, das raças Holandesa e Gir (peso médio de 450 Kg), que tinham acesso aos pastos quando a média das quatro repetições atingia 90% ou 95% de IL, conforme o tratamento pré-estabelecido para cada UE. O número de animais utilizados por piquete para rebaixamento dos pastos foi determinado com base nas ofertas de forragem ($\% = \text{kg massa seca de forragem}/100 \text{ kg peso corporal dos animais}$). Esse número variou de quatro a sete animais por piquete, que permaneciam nos mesmos até que fossem rebaixadas às alturas de resíduo de 20 e 30 cm (Figura 8), em no máximo dois dias de pastejo.

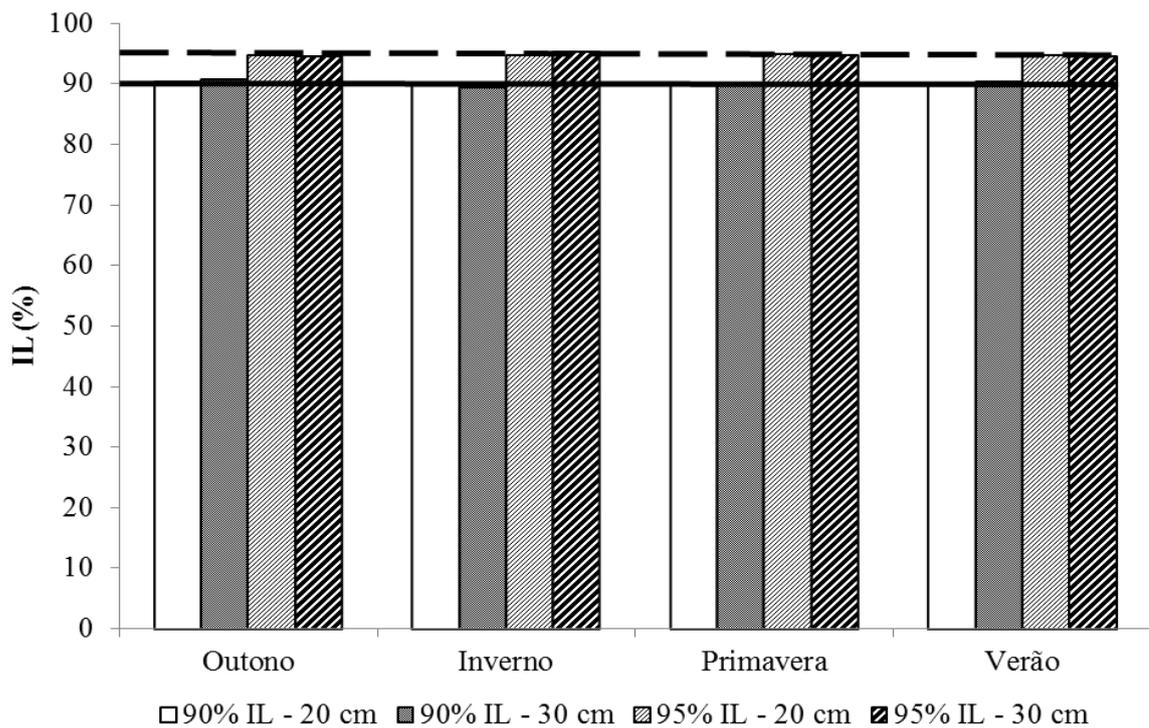


Figura 6 Intercepção Luminosa (IL) de dosséis em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados com intercepções luminosas e alturas de resíduo pós-pastejo nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

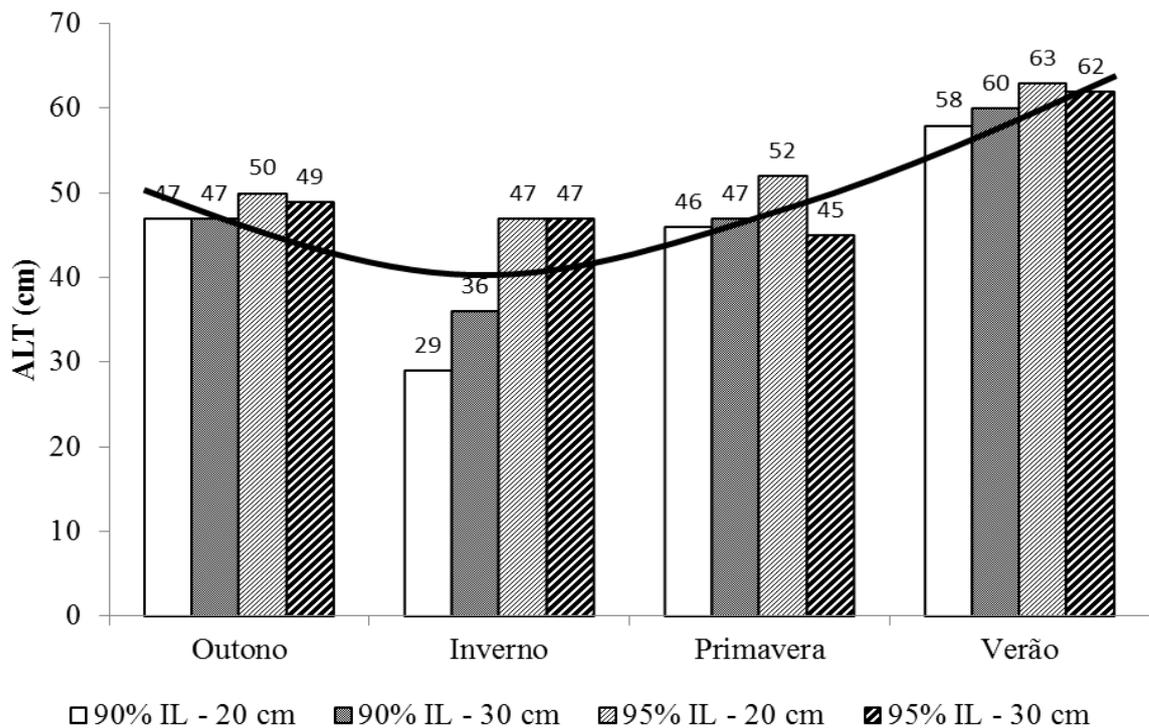


Figura 7 Alturas dos dosséis (ALT) em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados com intercepções luminosas e alturas de resíduo pós-pastejo nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

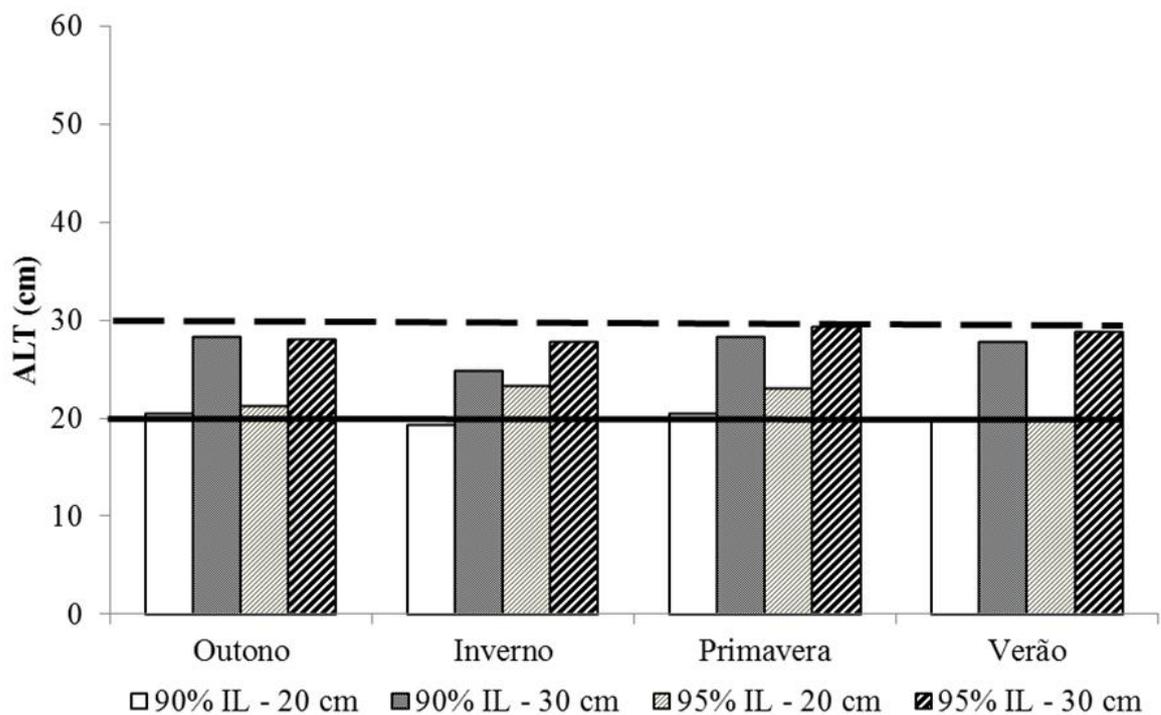


Figura 8 Alturas dos dosséis (ALT) em pós-pastejo de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados com interceptações luminosas e alturas de resíduo pós-pastejo nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

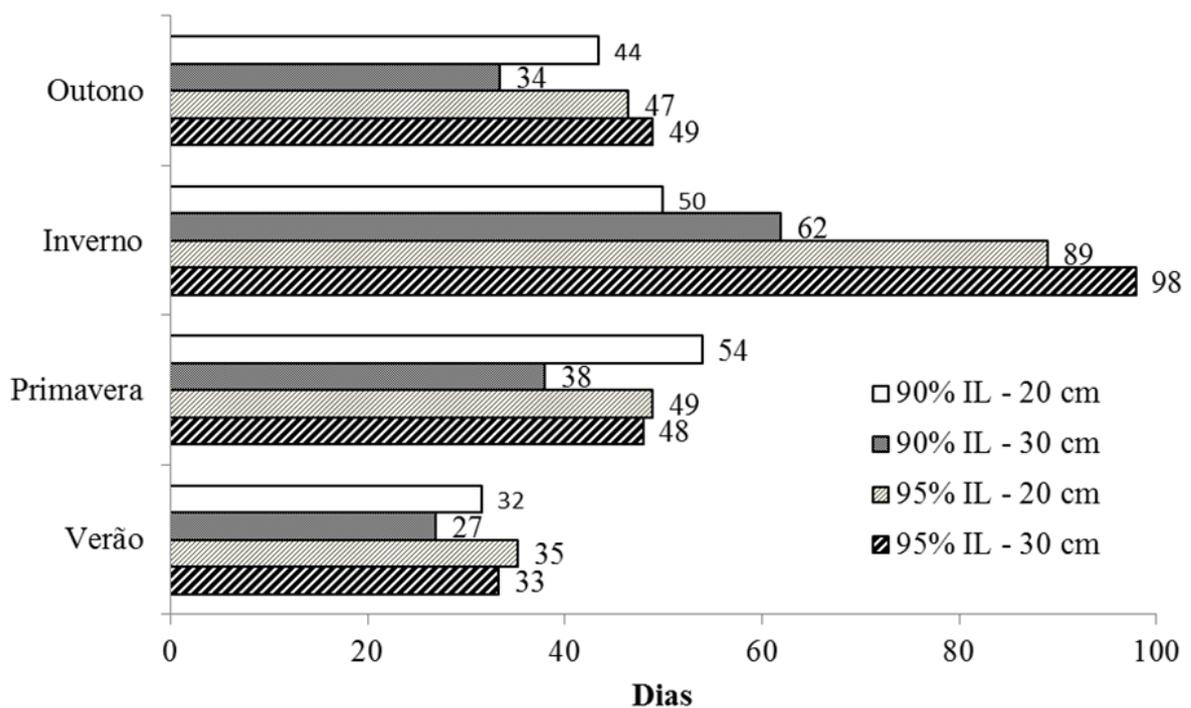


Figura 9 Intervalos de desfolha (dias) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados com interceptações luminosas e alturas de resíduo pós-pastejo nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Como os intervalos de desfolha foram distintos em relação ao tratamento e época do ano (Figura 9), foram observados diferentes números de ciclos de pastejo: 8 ciclos para 90% IL com 20 cm; 9 ciclos para 90% IL com 30 cm; e 7 ciclos para 95% IL com 30 cm e para 95% IL com 30 cm. O critério para organizar os dados e fazer as médias foi em função da fase de rebrota, agrupando em uma mesma estação, os ciclos de pastejo que apresentaram maior parte do seu crescimento na mesma.

2.6 Avaliações

As avaliações de morfogênese e dinâmica do acúmulo de massa seca foram realizadas a partir da marcação de 20 perfilhos por UE, em duas áreas representativas da condição média do pasto (altura e cobertura), com o auxílio de régua graduada a cada 20 cm (transectas) (Figura 10, A), totalizando 10 perfilhos por régua, delimitadas com estacas para facilitar a localização (Figura 10, B), e os perfilhos identificados a partir fita colorida amarrada na base do colmo (Figura 10, C). Foram realizados quatro períodos de avaliação, um por estação, em intervalos semanais (± 7 dias) que permitissem no mínimo quatro leituras (avaliações) por ciclo de pastejo, com a primeira iniciada sete dias após o pastejo. As folhas foram numeradas e classificadas inicialmente como expandidas ou em alongamento (com base na exposição da lígula), em seguida as lâminas foliares foram medidas com régua graduada em milímetros (Figura 10, D) e, a cada nova avaliação, foram mensurados o comprimento verde das mesmas a fim de determinar o crescimento e senescência.



Figura 10 Área onde foi realizada a morfogênese demonstrando a transecta (A), estaca da localização (B), perfilho identificado com fita e folhas numeradas (C) e medição com uso de régua graduada em milímetros (D).

Foram mensuradas, para folhas completamente expandidas, as distâncias do ápice das lâminas foliares até as respectivas lígulas. No caso de folhas em alongamento, as medições se deram do ápice até a lígula da última folha expandida e, no caso de folhas senescentes, da lígula até a última porção verde da lâmina foliar. Foi avaliado também o alongamento dos colmos, com medições realizadas ao nível do solo até a lígula da última folha expandida (perfilhos basais), ou da inserção no perfilho que lhe deu origem até a lígula da última folha expandida (perfilhos aéreos). Desta forma foi possível estimar o filocrono (FIL) e as taxas de aparecimento de folhas (TApF), o número de folhas vivas por perfilho (FVP), o comprimento médio das lâminas foliares (CMLF), as taxas de alongamento das lâminas foliares (TAILF), as taxas de aumento senescente de lâminas foliares (TASLF), a longevidade das lâminas foliares (LLF) e as taxas de alongamento de colmos (TAIC).

O índice de área foliar (IAF) dos pastos foi estimado de duas formas: uma com o uso do aparelho analisador do dossel AccuPAR LP – 80 (IAF_{AC}), à partir das leituras de IL (não destrutiva), e outra por meio de metodologia destrutiva, com uso de um medidor de área foliar LAI - 3100 (IAF). Para tal análise, foi coletada uma amostra de massa de forragem por UE, em corte rente ao solo, com uso de tesoura e moldura de 0,09 m² (30 x 30 cm), onde foram contabilizados os perfilhos e estimada a densidade populacional de perfilhos (DPP). Estes foram fracionados em lâminas foliares e colmos e o IAF foi estimado a partir da leitura da área das lâminas foliares em integrador de área foliar LI-COR (LAI – 3100). As lâminas foliares foram aderidas à folhas de acetato, antes das medições de área, para se evitar o enrolamento das mesmas e a obtenção de valores de IAF subestimados. A área foliar específica (AFE) foi estimada com base no quociente obtido entre a área foliar das lâminas foliares e suas respectivas massas secas obtidas após secagem em estufa de ventilação forçada de ar, a 55 °C, por um período de 72 horas.

Ao final de cada período de avaliação, todos os perfilhos marcados na UE e mais 20 perfilhos semelhantes foram cortados, ao nível do solo, separados em lâminas foliares verdes, lâminas foliares senescentes (mortas) e colmos. Em seguida, com uso de régua graduada em milímetros, foram medidos os comprimentos totais de todas as frações e as mesmas secas em estufa de ventilação forçada de ar, a 55 °C, durante 72 horas, possibilitando o cálculo do índice gravimétrico (mg mm⁻¹) para cada componente (fração) e a transformação das medidas de campo (mm perfilho⁻¹ dia⁻¹), em mg perfilho⁻¹ dia⁻¹. Desta forma, foi possível estimar as taxas de crescimento de lâminas foliares (TCLF), de crescimento de colmos (TCC), de crescimento (TC), de senescência (TS), de acúmulo líquido de forragem (TALF), e de lâminas foliares (TALLF), segundo metodologia descrita por Bircham e Hodgson (1983).

2.7 Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.2 para Windows. A escolha de matriz de variância e de covariância foi feita com base no Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993), e as análises de variância feitas com base nas seguintes causas de variação: interceptação luminosa, altura de resíduo pós-pastejo, estações do ano e as interações entre elas. Os efeitos de interceptação luminosa, altura de resíduo pós-pastejo, estação do ano e suas interações foram considerados fixos e, os efeitos de blocos e de suas interações, considerados como aleatórios. As médias dos tratamentos foram estimadas pelo LSMENS e comparadas pela PDIFF (p<0,05).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados

3.1.1 Características Morfogênicas

A TApF e o FIL (Tabela 1) variaram com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p < 0,0001$ e $p < 0,0001$, respectivamente).

Tabela 1 Taxa de aparecimento de folhas (TApF) e filocrono (FIL) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Altura pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
TApF (folha perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)					
Outono	0,35 aB	0,23 cB	0,30 abB	0,29 bB	0,02
Inverno	0,32 aB	0,22 bB	0,19 bC	0,19 bC	0,01
Primavera	0,26 abC	0,22 bB	0,27 aB	0,27 aB	0,02
Verão	0,67 bA	0,57 cA	0,76 aA	0,54 cA	0,02
FIL (dias folha ⁻¹ perfilho ⁻¹)					
Outono	3,7 bA	8,3 aA	4,4 bB	4,4 bB	0,5
Inverno	4,1 bA	5,7 bB	8,7 aA	8,7 aA	0,6
Primavera	4,6 aA	6,5 aAB	6,0 aB	6,1 aB	0,8
Verão	2,0 abB	2,1 abC	1,7 bC	2,2 aC	0,1

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF ($p < 0,05$). EPM: erro padrão da média.

No outono, pastos manejados com 20 cm apresentaram maior TApF (média de 0,33 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹), e menor para aqueles com 90% IL e 30 cm (0,23 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹). Não houve variação na TApF para pastos manejados com 95% IL em ambas as alturas de resíduo (média de 0,30 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹). No inverno, pastos manejados com 90% IL e 20 cm apresentaram maior TApF (0,32 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) que os demais tratamentos (média de 0,20 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹). Na primavera, pastos manejados com 95% IL apresentaram maior TApF (média de 0,27 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) que aqueles manejados com 90% IL e 30 cm (0,22 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹), porém não diferiram daqueles com 90% IL e 20 cm de altura pós-pastejo (0,26 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹). As TApF foram maiores no verão em relação as demais estações para todos os tratamentos e, nesta mesma estação, maior TApF ocorreu em pastos manejados com 95% IL e 20 cm (0,76 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) e menores com 30 cm de altura pós-pastejo (média de 0,56 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹).

No outono, maior FIL ocorreu em pastos manejados com 90% IL e 30 cm (8,3 dias folha⁻¹ perfilho⁻¹) e menor para os demais tratamentos (média de 4,2 dias folha⁻¹ perfilho⁻¹). Já no inverno, maiores FIL foram observados em pastos manejados com 95% IL (média de 8,7 dias folha⁻¹ perfilho⁻¹) em relação aqueles manejados com 90% IL (média de 4,9 dias folha⁻¹ perfilho⁻¹). Na primavera não houve variação em relação à interceptação luminosa e altura de resíduo (média de 5,8 dias folha⁻¹ perfilho⁻¹). Os valores de FIL foram menores no verão quando comparados aos das demais estações para todos os tratamentos e, nesta mesma estação, não foi observada diferença em relação à interceptação luminosa (média de 2,0 dias folha⁻¹ perfilho⁻¹). Porém, quando manejados com 95% IL, os pastos apresentaram maior

valor com 30 cm e menor com 20 cm de altura pós-pastejo (2,2 e 1,7 dias folha⁻¹ perfilho⁻¹, respectivamente).

A TAILF e a LLF (Tabela 2) variaram com a interação entre interceptação luminosa e estação do ano ($p < 0,000$ para ambas). Para LLF, observou-se também efeito da interação entre interceptação luminosa e altura de resíduo ($p = 0,0386$).

Tabela 2 Taxa de alongamento de lâminas foliares (TAILF) e longevidade das lâminas foliares (LLF) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano/ Altura pós-pastejo	Interceptação Luminosa		EPM
	90% IL	95% IL	
	TAILF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)		
Outono	2,9 bB	3,4 aB	0,2
Inverno	2,0 aC	1,3 bD	0,1
Primavera	3,2 aB	2,8 aC	0,2
Verão	9,5 aA	9,8 aA	0,3
	LLF (dias folha ⁻¹)		
Outono	44,8 aA	38,2 bC	2,2
Inverno	43,4 bA	52,3 aA	1,3
Primavera	45,3 aA	44,3 aB	2,4
Verão	22,9 aB	21,4 bD	0,4
20 cm	37,2 bB	45,9 aA	2,2
30 cm	45,3 bA	50,4 aA	1,3

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIF ($p < 0,05$). EPM: erro padrão da média.

No outono, pastos manejados com 95% IL tiveram maior TAILF (3,4 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) que aqueles manejados com 90% IL (2,9 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), enquanto que, no inverno, houve comportamento inverso (2,0 e 1,3 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ para 90 e 95% IL, respectivamente). Nas estações da primavera e verão, não houve diferença em relação à interceptação luminosa (médias de 3,0 e 9,7 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente). Pastos manejados com 90% IL apresentaram maior TAILF no verão e menor no inverno (9,5 e 2,0 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente), e intermediárias no outono e primavera (média de 3,1 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). Quando manejados com 95% IL, a TAILF também foi maior no verão e menor no inverno (9,8 e 1,3 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente), porém, no outono foi maior que na primavera (3,4 e 2,8 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente).

No outono e no verão, pastos manejados com 90% IL tiveram maior LLF (44,8 e 22,9 dias folha⁻¹, respectivamente) que pastos manejados com 95% IL (38,2 e 21,4 dias folha⁻¹, respectivamente). No inverno, foi observado comportamento inverso (43,4 e 52,3 dias folha⁻¹ para 90% e 95% IL, respectivamente). Já na primavera, não houve variação em relação à interceptação luminosa (média de 44,8 dias folha⁻¹). No verão foram observados, para ambas as interceptações luminosas, menores LLF. Pastos manejados com 95% IL apresentaram maior LLF que pastos com 90% IL, tanto para 20 como para 30 cm de altura pós-pastejo. Quando manejados com 90% IL, maior LLF foi observada para 30 cm (45,3 dias folha⁻¹) e menor para 20 cm de altura pós-pastejo (37,2 dias folha⁻¹). Para 95% IL, não houve diferença em relação a altura de resíduo (média de 48,2 dias folha⁻¹).

A TAIC e a TASLF (Tabela 3) variaram com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p = 0,0010$ e $p = 0,0066$, respectivamente).

Tabela 3 Taxa de alongamento de colmos (TAIC) e taxa de aumento senescente das lâminas foliares (TASLF) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Resíduo pós pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
TAIC (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)					
Outono	0,9 aB	0,4 bB	0,9 aB	0,8 aB	0,1
Inverno	0,6 aC	0,5 bB	0,4 bC	0,3 cC	0,1
Primavera	0,9 aB	0,5 bB	0,7 abB	0,8 aB	0,1
Verão	3,2 aA	2,6 bA	3,3 aA	2,5 bA	0,2
TASLF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)					
Outono	1,1 aB	0,9 aB	0,9 aB	0,9 aC	0,2
Inverno	1,4 abAB	1,3 bA	1,6 aA	1,4 abB	0,1
Primavera	1,7 bA	1,0 cBA	1,4 bcAB	2,2 aA	0,2
Verão	1,5 aA	1,3 aA	1,3 aAB	1,1 aBC	0,2

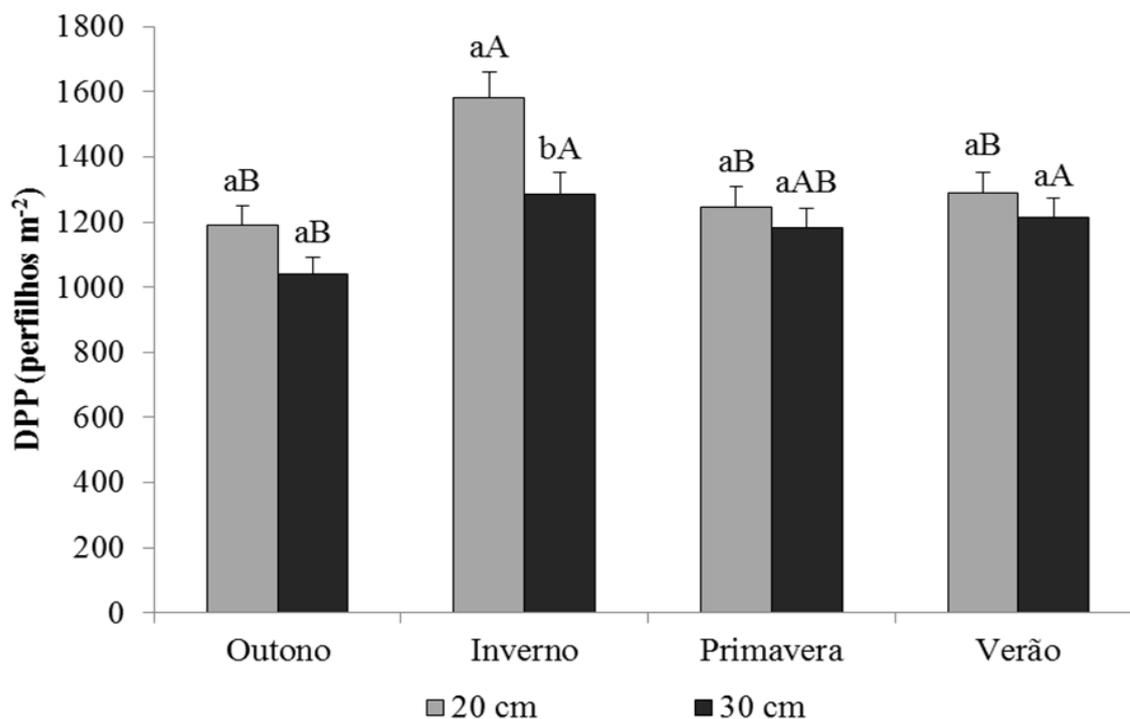
Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF ($p < 0,05$). EPM: erro padrão da média.

No outono, pastos manejados com 90% IL e 30 cm apresentaram menor TAIC (0,4 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) que os demais tratamentos (média de 0,9 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). Já no inverno, menor TAIC foi observada com 95% IL e 30 cm e maior com 90% IL e 20 cm (0,3 e 0,6 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente). Na primavera, quando manejados com 90% IL, menor TAIC ocorreu para 30 cm (0,5 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) e maior para 20 cm de altura pós-pastejo (0,9 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), ambos não diferiram daqueles manejados com 95% IL (média de 0,8 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). No verão, foram observadas maiores TAIC para todos os tratamentos, e nesta estação, o manejo mais severo (20 cm), proporcionou maiores TAIC que o pastejo mais leniente (médias de 3,3 contra 2,6 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente).

Para TASLF, não foi observada variação em relação à interceptação luminosa e altura de resíduo no outono e verão (médias de 0,9 e 1,3 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente). No inverno, pastos manejados com 90% IL e 30 cm apresentaram menor TASLF (1,3 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) que aqueles com 95% IL e 20 cm (1,6 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). Na primavera, maior TASLF foi observada em pastos manejados com 95% IL e 30 cm e menores para aqueles com 90% IL e 30 cm e com 95% IL e 20 cm (média de 1,2 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹).

3.1.2 Características Estruturais

A DPP (Figura 11) variou com a interação entre altura de resíduo e estação do ano ($p = 0,0475$). No outono, não houve diferença entre as alturas de resíduo (média de 1114 perfilhos m⁻²), já no inverno, pastos manejados com 20 cm apresentaram maior DPP do que aqueles com 30 cm de altura pós-pastejo (1583 e 1287 perfilhos m⁻², respectivamente). Quando manejados com menor altura de resíduo (20 cm), a DPP foi maior no inverno (1583 perfilhos m⁻²) em relação às demais estações (média de 1241 perfilhos m⁻²), e sob maior altura de resíduo (30 cm), a DPP não diferiu entre as estações de inverno, primavera e verão (média de 1228 perfilhos m⁻²), porém foi menor no outono (1039 perfilhos m⁻²). Na primavera e no verão, também não houve diferença em relação à altura de resíduo, com médias de 1215 e 1251 perfilhos m⁻², respectivamente.



Letras minúsculas comparam as colunas dentro de cada estação e letras maiúsculas comparam o mesmo tipo de coluna entre as estações (PDIF, $p < 0,05$).

Figura 11 Densidade populacional de perfilhos (DPP) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

O número de FVP e o CMLF (Tabela 4) variaram com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p < 0,0001$ e $p = 0,0001$, respectivamente). No outono, menor número de FVP foi observado em pastos manejados com 90% IL e 30 cm (8,5 folhas perfilho⁻¹), e maiores para os demais tratamentos (média de 10,6 folhas perfilho⁻¹). No inverno, maior número de FVP foi observado em pastos manejados com 90% IL e 20 cm (11,5 folhas perfilho⁻¹), e menores para os demais tratamentos (média de 8,4 folhas perfilho⁻¹). Na primavera, o tratamento com 90% IL e 20 cm apresentou maior número de FVP que o tratamento com 90% IL e 30 cm (10,0 e 8,9 folhas perfilho⁻¹, respectivamente), ambos não diferiram dos tratamentos com 95% IL (média de 9,6 folhas perfilho⁻¹). O número de FVP foi maior no verão em relação às demais estações para todos os tratamentos, nesta estação, os pastos manejados com 95% IL, menor valor ocorreu para altura pós-pastejo de 30 cm (11,3 folhas perfilho⁻¹) e maior para 20 cm (13,1 folhas perfilho⁻¹). Para a 90% IL, não foi observada diferença (média de 12,8 folhas perfilho⁻¹).

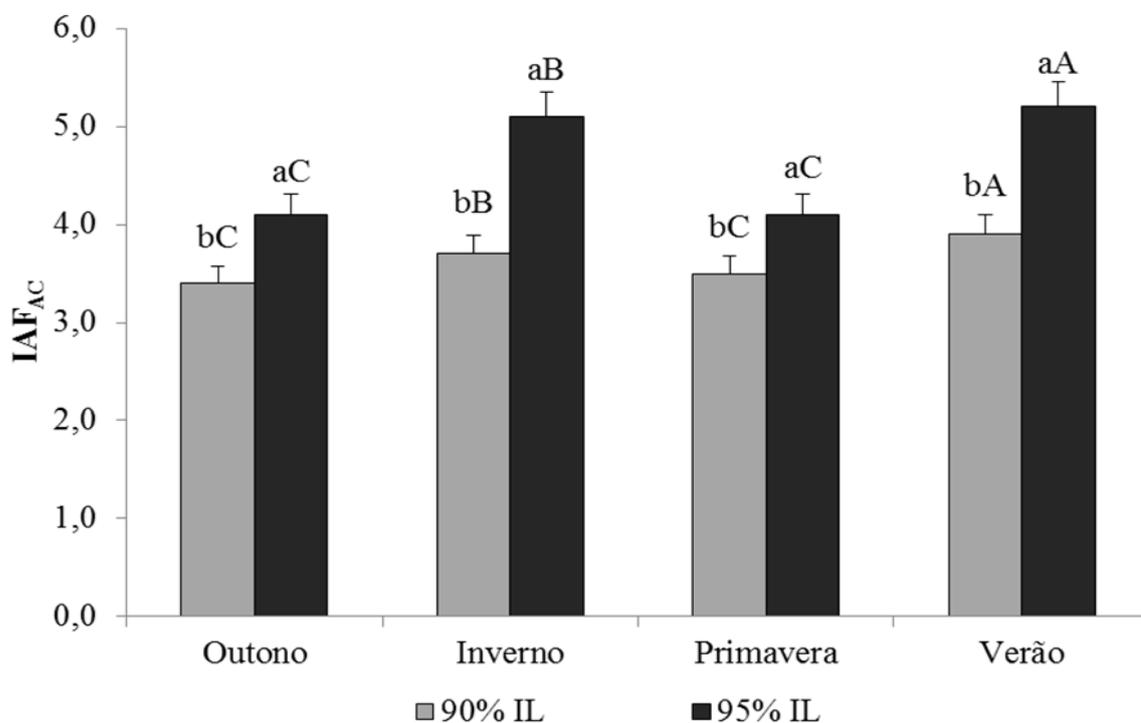
Maiores valores de CMLF foram observados no verão (média de 6,5 cm) e menores no inverno para todos os tratamentos (média de 6,6 cm) em relação às demais estações. Na primavera, maiores valores foram verificados em pastos manejados com 90% IL e 20 cm (10,5 cm) em relação aos demais tratamentos (média de 8,3 cm), enquanto que, no outono, não houve variação no CMLF em relação à interceptação luminosa e altura de resíduo (média de 8,8 cm). No inverno, pastos manejados com 90% IL e 20 cm apresentaram maior CMLF (7,5 cm) que aqueles com 95% IL (média de 6,0 cm). Já no verão, pastos com 90% IL e 20 cm tiveram menor CMLF, com maiores valores para aqueles manejados maior altura de resíduo (média de 13,5 cm).

Tabela 4 Folhas vivas por perfilho (FVP) e comprimento médio de lâminas foliares (CMLF) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Altura pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
FVP (folhas perfilho ⁻¹)					
Outono	11,0 aB	8,5 bB	10,4 aB	10,4 aB	0,4
Inverno	11,5 aB	8,9 bB	8,0 bC	8,4 bC	0,4
Primavera	10,0 aC	8,9 bB	9,6 abB	9,5 abB	0,3
Verão	12,7 abA	12,9 aA	13,1 aA	11,3 bA	0,5
CMLF (cm)					
Outono	8,4 aB	8,7 aB	9,1 aB	9,0 aB	0,5
Inverno	7,5 aC	6,9 abC	5,9 bD	6,0 bC	0,4
Primavera	10,5 aA	8,1 bB	8,1 bC	8,6 bB	0,4
Verão	10,8 cA	13,1 abA	12,1 bA	13,8 aA	0,4

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF ($p < 0,05$). EPM: erro padrão da média.

O IAF_{AC} (Figura 12) variou com a interação entre interceptação luminosa e estação do ano ($p < 0,0001$).

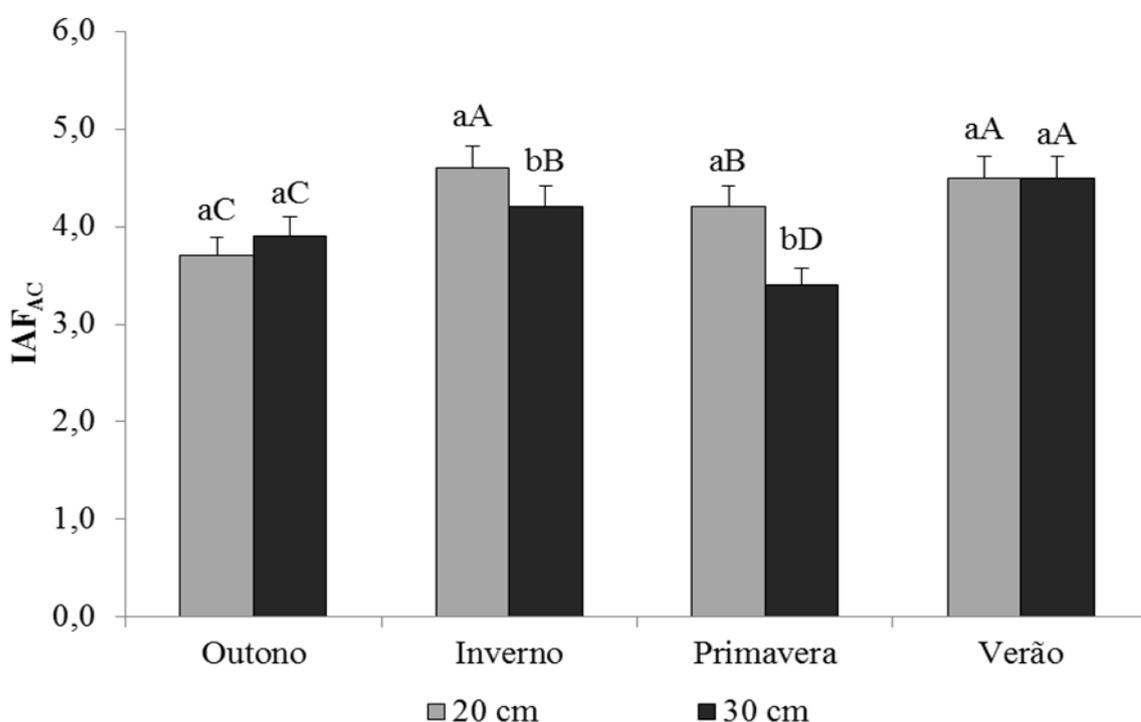


Letras minúsculas comparam as colunas dentro de cada estação e letras maiúsculas comparam o mesmo tipo de coluna entre as estações (PDIFF, $p < 0,05$).

Figura 12 Índice de área foliar AccuPAR (IAF_{AC}) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Para todas as estações do ano, o IAF_{AC} foi maior quando os pastos foram manejados com 95% IL. Para 90% IL, foi observado maior IAF_{AC} no verão (3,9), seguido do inverno (3,7), outono e primavera (média de 3,5). Mesmo comportamento foi observado para pastos manejados com 95% IL, com valores de 5,2; 5,1; e média de 4,1 para as estações de verão, inverno, e de outono e primavera, respectivamente.

O IAF_{AC} (Figura 13) variou também com a interação entre altura de resíduo e estação do ano ($p < 0,0001$). Foi observada diferença no IAF_{AC} em relação à altura de resíduo somente nas estações de inverno e primavera, com maior valor para pastos manejados sob menor altura de resíduo (20 cm) em ambas as estações. Em pastos manejados com 20 cm de altura pós-pastejo, foram observados maiores IAF_{AC} no inverno e no verão (média de 4,6), seguidos da primavera (4,2) e do outono (3,7). Já para maior altura de resíduo (30 cm), maior IAF_{AC} foi observado no verão (4,5), seguido do inverno (4,2), outono (3,9) e primavera (3,4).

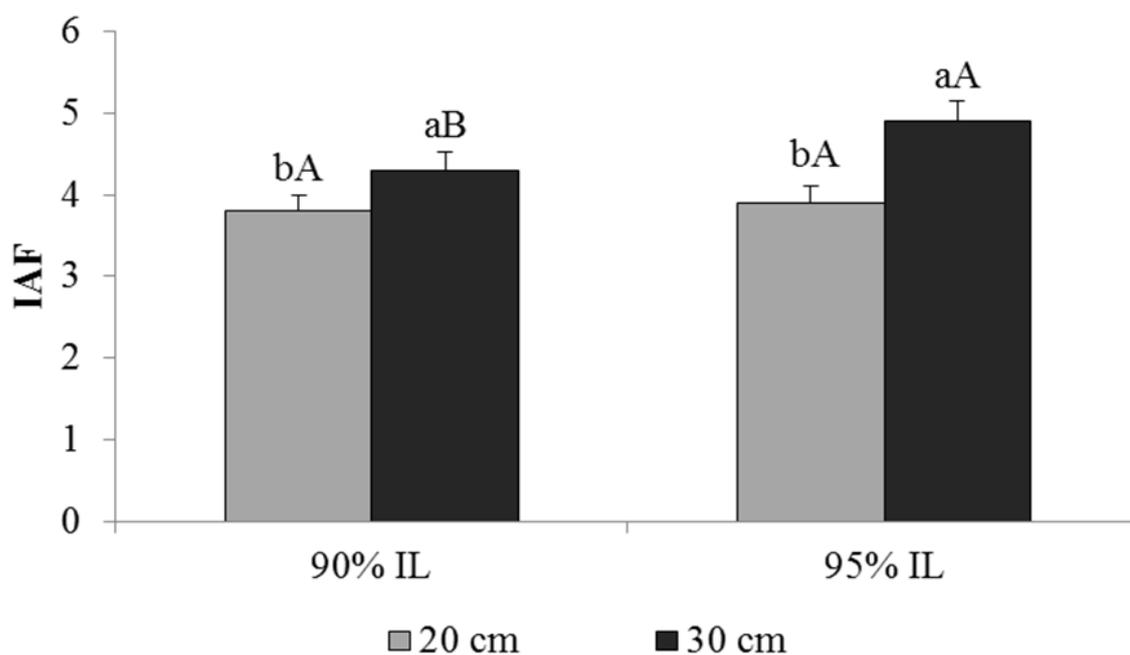


Letras minúsculas comparam as colunas dentro de cada estação e letras maiúsculas comparam o mesmo tipo de coluna entre as estações (PDIFF, $p < 0,05$).

Figura 13 Índice de área foliar AccuPAR (IAF_{AC}) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

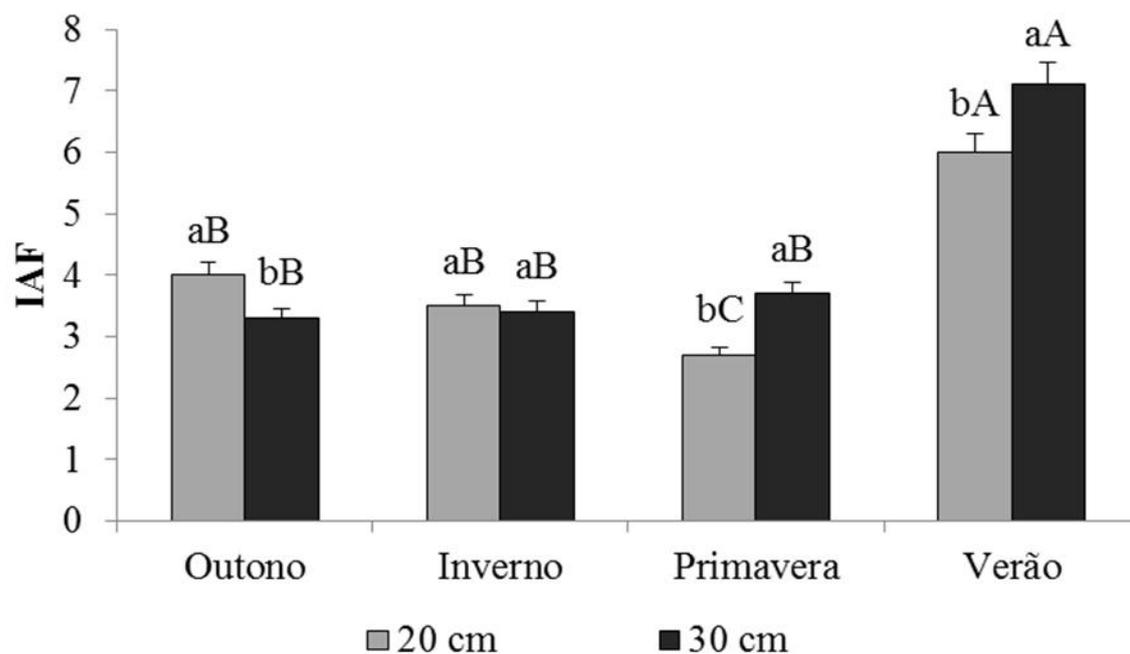
O IAF (Figura 14) variou com a interação entre interceptação luminosa e altura de resíduo ($p = 0,0003$). Para ambas as interceptações luminosas (90 e 95% IL), pastos manejados com 30 cm tiveram maior IAF do que aqueles com 20 cm de altura pós-pastejo. Não houve diferença em relação à interceptação luminosa quando manejados com 20 cm (média de 3,9), já para 30 cm, o IAF foi maior para 95% IL que para 90% IL (4,9 e 4,3, respectivamente).

O IAF (Figura 15) também variou com a interação entre altura de resíduo e estação do ano ($p < 0,0001$).



Letras minúsculas comparam as colunas entre as interceptação luminosa e letras maiúsculas comparam o mesmo tipo de coluna entre as alturas de resíduo (PDIFF, $p < 0,05$).

Figura 14 Índice de área foliar (IAF) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente de março de 2012 a março de 2013.

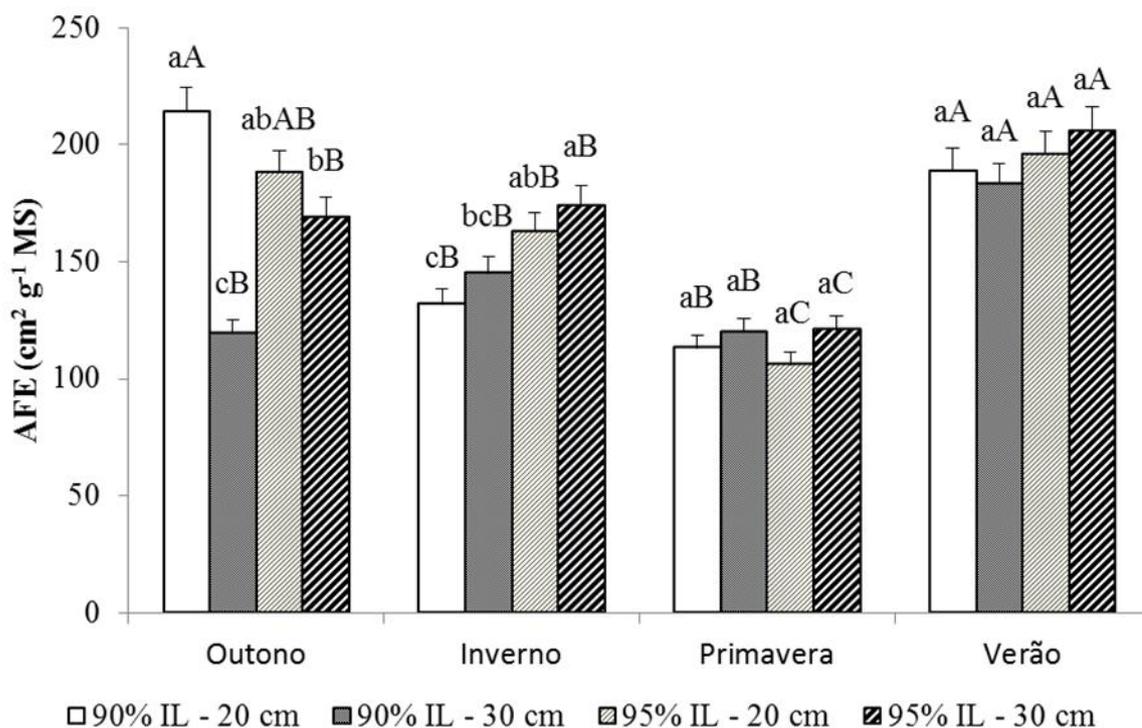


Letras minúsculas comparam as colunas dentro de cada estação e letras maiúsculas comparam o mesmo tipo de coluna entre as estações (PDIFF, $p < 0,05$).

Figura 15 Índice de área foliar (IAF) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

No outono, maior IAF foi observado em pastos manejados com 20 cm (4,0) em relação aqueles manejados com 30 cm (3,3). No inverno, o IAF não variou em função da altura de resíduo (média de 3,5), enquanto que, na primavera e no verão, maiores IAF foram observados em pastos manejados com 30 cm (3,7 e 7,1; respectivamente) e menores com 20 cm de altura pós-pastejo (2,7 e 6,0; respectivamente). Quando manejados com 20 cm de altura pós-pastejo, o IAF foi maior no verão (6,0), seguido do outono e inverno (média de 3,8), e menor na primavera (2,7). Para a altura pós-pastejo de 30 cm, também foi observado maior IAF no verão (7,1), não variou nas demais estações (média de 3,5).

A AFE (Figura 16) variou com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p=0,0275$).



Letras minúsculas comparam as colunas dentro de cada estação e letras maiúsculas comparam o mesmo tipo de coluna entre as estações (PDIF, $p<0,05$).

Figura 16 Área foliar específica (AFE) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

No outono, pastos manejados com 90% IL e 20 cm apresentaram maior AFE ($214 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ MS}$) que aqueles manejados com 30 cm para 90 e 95% IL (119 e $169 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente), porém não diferiram daqueles com 90% IL e 30 cm ($188 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ MS}$). No inverno, não houve diferença entre as alturas de resíduo para ambas as interceptações luminosas, com maior AFE para pastos manejados com 95% IL e 30 cm e menor com 90% IL e 20 cm (174 e $132 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente). Na primavera e verão, não foram observadas variações em relação à interceptação luminosa e altura de resíduo, porém a AFE foi maior no verão em relação à primavera (médias de 194 e $115 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente).

3.1.3 Crescimento e Acúmulo de Forragem

As TCLF, TCC, TC, TS, TALF e TALLF (Tabela 5) variaram com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p=0,0425$, $p<0,0001$, $p<0,0001$, $p=0,0031$, $p=0,0007$, e $p=0,0196$, respectivamente).

Tabela 5 Taxas de crescimento de lâminas foliares (TCLF) e de colmos (TCC), de crescimento (TC) e senescência (TS), de acúmulo líquido de forragem (TALF) e de lâminas foliares (TALLF) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Altura pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
TCLF (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ MS)					
Outono	99 aB	51 cB	87 abB	73 bB	6
Inverno	66 aC	49 bB	38 cC	30 dC	4
Primavera	116 aB	60 bB	90 aB	87 abB	10
Verão	365 aA	231 bA	348 aA	243 bA	14
TCC (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ MS)					
Outono	239 aB	55 cD	122 bC	114 bC	11
Inverno	140 aC	83 bC	61 cD	45 dD	4
Primavera	265 aB	108 cB	156 bB	174 bB	12
Verão	922 aA	465 cA	753 bA	536 cA	25
TC (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ MS)					
Outono	309 aB	106 cB	209 bBC	185 bC	20
Inverno	193 aC	132 bB	98 cC	75 dD	10
Primavera	348 aB	168 bB	246 abB	312 aB	40
Verão	1287 aA	695 cA	1043 bA	728 cA	55
TS (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ MS)					
Outono	21 aB	19 aC	10 bC	10 bC	3
Inverno	35 aA	28 bB	22 cAB	17 dB	2
Primavera	33 aAB	15 bC	31 aA	41 aA	5
Verão	28 bB	37 aA	19 cB	15 cBC	3
TALF (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ MS)					
Outono	288 aB	87 cB	198 bB	175 bC	21
Inverno	176 aC	104 bB	77 cC	58 dD	5
Primavera	315 aB	153 bB	215 abB	271 aB	37
Verão	1258 aA	658 cA	1024 bA	713 cA	46
TALLF (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ MS)					
Outono	78 aB	32 cB	76 aB	62 bB	5
Inverno	31 aC	21 bC	16 bD	13 bC	4
Primavera	84 aB	45 bB	59 bC	46 bB	8
Verão	336 aA	194 bA	329 aA	227 bA	15

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIF (p<0,05). EPM: erro padrão da média.

No outono, pastos manejados com 20 cm de altura pós-pastejo apresentaram maior TCLF (média de 93 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS). Já para pastos manejados com 30 cm de altura pós-pastejo, menor TCLF ocorreu para 90% em relação à 95% IL (51 e 73 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS,

respectivamente). No inverno, maiores TCLF foram observadas em pastos manejados com 90% em relação à 95% IL (médias de 58 e 34 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente), porém, para ambas as intercepções luminosas, maiores TCLF ocorreram em pastos manejados com 20 cm (média de 52 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS) em relação aqueles com 30 cm (média de 40 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS). Na primavera, em pastos manejados com 90% IL, também foram observados maiores valores para 20 que para 30 cm (116 e 60 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente). Já com 95% IL, não foi observado diferença entre as alturas pós-pastejo (89 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS). No verão, foram verificados maiores TCLF em relação às demais estações (médias de 297 e 99 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente) e, nesta estação, para ambas as intercepções luminosas, foram observadas maiores TCLF em pastos manejados com 20 cm em relação aqueles manejados com 30 cm de altura pós-pastejo (médias de 357 e 237 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente).

O manejo com 90% IL e 20 cm apresentou maiores TCC em todas as estações do ano (média de 392 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS) e, no verão, também foram observados maiores TCC em relação às demais estações para todos os tratamentos (médias de 669 e 130 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente). Menores valores de TCC foram observados no outono e na primavera para pastos manejados com 90% IL e 30 cm (55 e 108 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente), no inverno para aqueles com 95% IL e 30 cm (45 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS) e, no verão, para aqueles manejados com 30 cm de altura pós-pastejo (média de 5001 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS).

Também foram observados maiores TC no verão para todos os tratamentos em relação às demais estações (médias de 938 e 198 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente), assim como para pastos manejados com 90% IL e 20 cm em todas as estações do ano (média de 534 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS). Contudo, além destes, pastos manejados com 95% IL também apresentaram maior TC na primavera (média de 279 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS).

No outono, maior TS foi observada em pastos manejados com 90% IL e menor com 95% IL (médias de 20 e 10 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente). Já no inverno, maior TS ocorreu em pastos manejados com 90% IL e 20 cm, e menor com 95% IL e 30 cm (35 e 17 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente). Na primavera, menor TS ocorreu em pastos manejados com 90% IL e 30 cm de altura de resíduo (15 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS) e maiores nos demais tratamentos (média de 35 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS). No verão, pastos manejados com 95% IL apresentaram menor TS (média de 17 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS), com maior valor para pastos manejados com 90% IL e 30 cm (37 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS).

A TALF apresentou mesmo padrão que a TC, com maiores valores de TALF no verão para todos os tratamentos em relação às demais estações do ano (médias de 913 e 176 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente). Pastos manejados com 90% IL e 20 cm apresentaram maiores valores em todas as estações, contudo, durante a primavera, foram observados valores semelhantes para pastos manejados com 95% IL em ambas as alturas de resíduo pós-pastejo. Comportamento similar ocorreu para TALLF, porém para esta variável, maiores valores e semelhantes aqueles do tratamento com 90% IL e 20 cm, também foram encontrados para pastos manejados com 95% IL e 20 cm no outono e no verão.

3.2 Discussão

3.1.1 Características Morfogênicas

O estudo das características morfogênicas tem papel fundamental no entendimento das variações ocorridas no dossel forrageiro em função do manejo de desfolhação. Neste sentido, Lemaire e Chapman (1996) reforçam a importância de se estudar a taxa de aparecimento de folhas, ou o filocrono (seu inverso), pois essas características morfogênicas interferem diretamente nas variáveis estruturais do pasto, as quais afetam os padrões de crescimento das plantas, constituindo-se num dos parâmetros determinantes na busca por estratégias de manejo mais eficientes.

As maiores TApF ocorridas no verão são explicadas pelas maiores temperaturas e precipitações (Figura 3), além do balanço hídrico positivo, observados nesta estação do ano (Figura 4). De fato, a TApF é diretamente influenciada pela temperatura, conforme relatos de Gastal et al. (1992) e Barbosa et al. (2011), os quais observaram maiores TApF no verão e menores no inverno. Ficou caracterizado para a estação do verão que, pastos manejados com menor altura de resíduo apresentam maiores TApF, fenômeno este que também ocorreu no outono e inverno para pastos manejados com 90% IL (Tabela 1), demonstrando que quanto maior o estrato removido, maior a necessidade da planta em gerar novas folhas e refazer área foliar, e que quanto melhores as condições e/ou necessidade de crescimento, maior a TApF. Nesse mesmo sentido, Sbrissia (2004) também observou maiores TApF em pastos de capim-marandu manejados mais baixos, o que evidencia a maior necessidade de emissão de folhas em condição de menor altura de resíduo, mesmo com método de lotação contínua, como descrito pelo autor. No presente estudo, não foi possível observar um padrão característico em relação à interceptação luminosa, porém Barbosa et al. (2011) observaram maiores TApF quando em pastejos com 90% IL. De forma geral, a TApF tende a diminuir com o avanço do estágio de desenvolvimento da planta (VILELA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2007), motivo pelo qual maiores intervalos de desfolha tendem a diminuir a taxa de aparecimento de folhas.

Os menores FIL ocorridos no verão em relação às demais estações (Tabela 1), foram consequência, sobretudo, do balanço hídrico positivo observado nesta estação (Figura 4). Este fato, está relacionado à forte influência negativa do déficit hídrico sobre o plastocrono (BAUER et al., 1984; BAKER et al., 1986; NELSON, 2000). Já no inverno, as condições de crescimento desfavoráveis (balanço hídrico negativo e temperaturas baixas), associadas ao maior intervalo de desfolha dos pastos manejados com 95% IL, provocaram maior intervalo entre surgimento de novas folhas, confirmando os resultados de Barbosa et al. (2011), os quais encontraram para o capim-tanzânia, maiores filocronos no inverno e menores no verão. Zanini et al. (2012) também observaram menor FIL no verão em relação ao outono, além de menores valores em pastejos com 90% IL e 30 cm. Os maiores FIL ocorridos em pastos manejados mais altos (30 cm) para 90% IL no outono e no verão para 95% IL, podem ter ocorrido devido à sobreposição das bainhas foliares, aumentando o percurso necessário para que as mesmas fossem expostas, determinando, consequentemente, maior intervalo entre o surgimento de novas folhas (WILSON e LAIDLAW, 1985; SKINNER e NELSON, 1995).

As TAILF foram maiores no verão e menores no inverno (Tabela 2), devido principalmente à maior disponibilidade de fatores de crescimento como água, temperatura e luminosidade, corroborando com Barbosa et al. (2011), que em trabalho com capim-tanzânia, observaram o mesmo comportamento em relação às estações do ano. Essa grande diferença entre as estações é devido principalmente às variações no balanço hídrico. A expansão de folhas é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico, devido à forte influência da pressão de turgor sobre o crescimento e a divisão celular Ludlow e Ng (1977). Não foi observado efeito de altura de resíduo para TAILF, assim como relatado por Pereira

(2013) em estudo com capim-elefante, indicando que essa variável, independentemente do gênero ou espécie, pode estar mais sujeita à variações da interceptação de luz.

As menores LLF verificadas no verão em relação às demais estações (Tabela 2) são consequência dos processos fisiológicos mais acelerados, proporcionado pelas melhores condições de crescimento, e explicadas também pelas maiores TApF e TAILF, pois com o aumento no número e no tamanho de folhas, maior o sombreamento e o processo de senescência das folhas nos estratos inferiores do dossel (GOMIDE, 1988). Ocorreu também que, em pastos manejados com 95% IL, a LLF foi maior que com 90% IL, para ambas as alturas de resíduo, evidenciando que quanto maior a interceptação luminosa, maior a longevidade das folhas. Neste sentido, Zanini et al. (2012) observaram maior longevidade de folhas no outono, com maior valor para pastos manejados com 95% IL, sugerindo que essa possa ser uma adaptação das plantas para manter sua área foliar a partir de ajustes no balanço entre os processos de crescimento e senescência (NABINGER, 1997). De acordo com Pinto et al. (1994) e Zarrouh et al. (1984), a duração de vida das folhas é determinada principalmente pelo genótipo, porém, os fatores ambientais, além do manejo, apresentam forte influência sobre essa variável (DAVIES, 1974; GRANT et al., 1981; COLLINS e JONES, 1988; PARSONS e PENNING, 1988; VAN LOO, 1992; LAWLOR, 1995; BARBOSA et al., 1996; PEREIRA, 2013).

Os maiores valores de TAIC que ocorreram no verão são explicados pelas melhores condições de crescimento (Figura 3 e Figura 4). Nesta estação, os pastos manejados com menor altura de resíduo apresentaram maiores TAIC, provavelmente devido à maior remoção do dossel forrageiro (10 cm a mais que em pastejos lenientes), tornando-se necessário investir na produção de colmos para restabelecer sua estrutura, uma vez que as alturas pré-pastejo foram semelhantes em relação à interceptação luminosa (Figura 7). Neste sentido, o mesmo comportamento foi observado para as demais estações em manejo com 90% IL e no inverno com 95% IL, já que com 90% IL foram observadas menores alturas (Figura 7). Esse comportamento parece ser uma particularidade do capim-estrela, pois de acordo com Corsi et al. (1996), o manejo do pastejo tem sido a forma mais utilizada para controlar o alongamento de colmos e que, segundo Zanini et al. (2012), foi mais eficiente com pastejos mais frequentes e mais intensos. Segundo Da Silva et al. (2009), o alongamento de colmos passa a ser mais expressivo a partir dos 95% IL, pois é o ponto onde começa a haver competição por luz dentro do dossel forrageiro.

A TASLF variou de 0,9 à 2,2 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, e não apresentou um padrão de resposta definido em função das estratégias de manejo. O maior valor foi observado no inverno para pastos manejados com 95% IL e 30 cm de altura. Essa variação pode não ter sido observada porque, de acordo com Da Silva et al. (2009), o aumento na senescência e acúmulo de material morto acontece a partir do momento em que 95% da RFA é interceptada pelo dossel forrageiro. Em condições de manejo de 95 e 98% IL, Zanini et al. (2012) observaram maiores taxas de senescência para o maior nível de IL. No mesmo trabalho os autores observaram maiores valores no verão em relação ao outono, possivelmente devido às condições de crescimento favoráveis no verão, que promoveram maior senescência em consequência da maior renovação de tecidos.

3.1.2 Características Estruturais

A variação que houve na DPP no inverno (Figura 11) pode ter ocorrido devido a alterações na estrutura do dossel, já que para essa estação as TAIC foram menores (Tabela 3) e refletiram em menores alturas pré-pastejo (Figura 7), isso possivelmente permitiu maior penetração da RFA, principalmente nos dosséis manejados com menor altura de resíduo, alterando a relação vermelho/vermelho distante que chega na base do dossel forrageiro e permitindo maior desenvolvimento de gemas basílares (MATTHEW et al., 2000) e,

consequentemente, novos perfilhos. Esse comportamento também pode ter ocorrido devido ao mecanismo de compensação tamanho/densidade de perfilhos, descrito inicialmente por Yoda et al. (1963), a qual o maior número de perfilhos verificados em pastos manejados com 20 cm no inverno pode ter sido reflexo direto do menor desenvolvimento dos mesmos nesta estação em relação às demais. Apesar da TApF ser um fator determinante, pois expressa o potencial de geração de novos perfilhos (DAVIES, 1974; MAZZANTI et al., 1994), essa não foi efetiva para a DPP, pois só ocorreram variações no inverno, assim como observado por Barbosa et al. (2011), e as maiores TApF ocorridas no verão não refletiram em maiores DPP, possivelmente devido a competição intra-específica por luz, inibindo o desenvolvimento de novos perfilhos. A redução da DPP na primavera em relação ao inverno, é resultado da maior mortalidade de perfilhos, uma vez que a população de perfilhos se ajusta às condições do meio (BRISKE, 1991). Essa redução na DPP na primavera também foi observada por Giacomini (2007) em trabalho com capim-marandu, que além de variações sazonais, observou também efeito de interceptação luminosa, como maiores DPP para 90% IL.

O número de FVP foi maior no verão (Tabela 4), provavelmente porque nesta estação ocorreu uma maior TApF (Tabela 1), e apesar da LLF ter sido baixa (Tabela 2), o surgimento de novas folhas ocorreu em ritmo mais acelerado que a morte das folhas mais velhas. Pinto (2000), trabalhando com cultivares do gênero *Cynodon*, e Mazzanti (1997), com *Lolium multiflorum* Lam. (azevém anual), também observaram variações sazonais no número de folhas por perfilho, demonstrando que essa variável é altamente influenciada por fatores climáticos. Além disso, a estratégia de manejo também apresentou efeito sobre o número de FVP, mostrando-se mais favorável sob 20 cm para todas as estações do ano, exceto no inverno para 95% IL, reflexo direto das maiores TApF (Tabela 1). Deve-se considerar que, apesar do número de FVP ser geralmente constante para um mesmo genótipo (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; MATTHEW et al., 2000; NABINGER, 1996), podem ocorrer variações em função das condições climáticas e de manejo (PINTO, 2000; MAZZANTI, 1997).

O maior CMLF no verão pode ser explicado pelas maiores TAILF ocorridas nesta estação (Tabela 2), superando o efeito negativo da TApF sobre o comprimento final das lâminas foliares (BARBOSA et al., 2011), que também foram maiores no verão (Tabela 1), uma vez que o comprimento das folhas expandidas é o produto entre taxa de aparecimento e alongamento de folhas (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000). Os maiores CMLF observados no verão em pastos manejados sob 30 cm, podem ser explicados pela sobreposição de bainhas foliares em pastos manejados mais altos, aumentando o percurso necessário para que as mesmas sejam expostas, determinando, consequentemente, maior tamanho destas (WILSON e LAIDLAW, 1985; SKINNER e NELSON, 1995). Neste sentido, Barbosa et al. (2011) observaram maior comprimento de lâmina foliar em todas as estações para pastos manejados com maiores alturas de resíduos, fenômeno este que também pode ter ocorrido pela redução na fase de multiplicação de células de pastos manejados mais baixos (DURU e DUCROCQ, 2000). De acordo com Lemaire e Chapman (1996), o comprimento das lâminas foliares é uma característica plástica responsiva à intensidade de desfolhação e é considerada como uma estratégia morfogênica das plantas para evitar que os meristemas apicais sejam pastejados. Variações em relação à interceptação luminosa foram observadas por Barbosa et al. (2011), com menores comprimentos finais de folhas para manejos com 90% IL, que só não foram menores no inverno pois nesta estação foi observada maior TApF. Em contradição aos autores acima citados, foram observados elevados CMLF em pastos manejados com menores interceptação luminosa e altura de resíduo, comportamento esse que pode ser explicado pelas elevadas TApF e TAILF observadas nessas condições.

No presente estudo, não foi observado valores superestimados de IAF_{AC} em relação aqueles de IAF (médias gerais de 4,1 e 4,2, respectivamente). Porém, sabe-se que o IAF obtido a partir do aparelho AccuPAR está sujeito a erros, pois os componentes colmo e

material morto presentes no dossel também interceptam luz, e dependendo da proporção desses componentes, o IAF pode ser superestimado em relação à outros métodos aceitos como padrão (SBRISSIA e DA SILVA, 2008). Contudo, essa diferença não foi detectada, possivelmente devido aos aparelhos utilizados nos referidos trabalhos (Canopy Analyser por Sbrissia e Da Silva em 2008, e o AccuPAR no presente trabalho). A superioridade dos valores de IAF_{AC} para pastos manejados com 95 que com 90% IL em todas as estações do ano (Figura 12), ocorreu possivelmente pelo maior período necessário para atingir essa condição e, conseqüentemente, maior produção de área foliar (FAGUNDES et al., 2005). Assim como o IAF_{AC}, o IAF também foi maior para pastos manejados com 95% IL, e os maiores valores de IAF verificados em pastos manejados de forma mais leniente (30 cm), possivelmente ocorreram devido ao maior IAF residual dos mesmos e à maior capacidade desses pastos em restabelecer área foliar em relação aqueles manejados de forma mais severa (20 cm). Os maiores valores de IAF verificados no verão em relação às demais estações, são resultado das maiores TApF, TAILF e CMLF (Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 4). No verão, assim como na primavera, ocorreram maiores IAF em pastos manejados com 30 cm, o que também pode ter ocorrido em função da maior área foliar residual desses pastos em relação aqueles manejados com 20 cm.

As maiores AFE observadas no verão, estão relacionadas com o maior IAF (Figura 15), esse comportamento pode ser caracterizado como uma capacidade plástica das plantas à se adaptar a diferentes condições de luminosidade, de forma a otimizar a captação de radiação (GIACOMINI et al., 2009), já que no verão o fluxo luminoso é mais intenso que nas demais estações. Nessas condições, a planta obtém maior taxa de fotossíntese por unidade de peso de folha (maior eficiência fotossintética), sem a necessidade de maiores investimentos em massa seca, principalmente em parede celular (LAMBERS e POORTER, 1992; PEARSON e ISON, 1997). Sbrissia (2004) observou comportamento semelhante para AFE em relação às estações do ano, com maiores valores no verão e outono, e menores no inverno e primavera, porém não observou efeito da altura de manejo. As menores AFE observadas no outono com 90% IL e 30 cm e no inverno com 90% IL podem estar relacionadas com as menores LLF observadas nessas condições (Tabela 2), já que há uma relação inversa entre área foliar específica e longevidade de folhas (RYSER e URBAS, 2000; CASPER et al., 2001; GIACOMINI et al., 2009).

3.1.3 Crescimento e Acúmulo de Forragem

As maiores TCLF observadas no verão, são reflexo das maiores TApF e TAILF nesta estação. Neste mesmo sentido, pode ser explicado as menores TCLF ocorridas no inverno, pois nesta estação foram observadas menores TApF (95% IL) e menores TAILF (Tabela 1 e Tabela 2). As maiores TCC observadas no verão, também são reflexo das maiores TAIC nesta estação, assim como os menores valores observados no inverno (exceto para 90% IL e 30 cm). Essa variação nas TCC são reflexo dos fatores de crescimento e podem também estar relacionadas às variações no IAF pois, de acordo com Guarda (2010), a quantidade fixada de colmo por unidade de tempo depende diretamente da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelas folhas verdes. A TCC apresentou o mesmo comportamento que a TAIC em relação à interceptação luminosa e altura de resíduo para todas as estações do ano, o que demonstra que, independente das variações que ocorreram na DPP, maiores TAIC resultam em maiores TCC e vice versa.

As maiores TC ocorridas em pastos manejados com 90% IL e 20 cm, são reflexo das maiores TCLF e TCC, e que também foram expressivamente maiores no verão. Esse resultado pode ser explicado pelo maior desenvolvimento de área foliar, pois de acordo com Da Silva e Sbrissia (2001), em condições ambientais favoráveis, a taxa de crescimento do pasto aumenta à medida que ocorre aumento da área foliar. Isso indica que, para o capim-estrela, a máxima

taxa de crescimento ocorre antes dos 95% IL, o que não tem sido observado para capins do gênero *Panicum* (CARNEVALLI, 2003; BARBOSA, 2004). A partir desse momento (95% IL), há redução nas taxas de crescimento das plantas devido ao sombreamento progressivo das folhas nos estratos inferiores do dossel, tornando-as menos efetivas fotossinteticamente (GOMIDE, 1973), de modo que são observados aumentos na taxa de senescência de folhas em relação à síntese de novas folhas (VICKERY, 1981). A TS foi maior no inverno para altura pós-pastejo de 20 cm. De fato, nesta estação, foi observada maior DPP em pastos manejados mais baixos, além de elevadas TASF. De maneira geral, foram observados maiores TS em pastos manejados com 90% IL (exceto na primavera). Esse comportamento pode ter ocorrido devido ao menor intervalo de desfolha (Figura 9), pois de acordo com Parsons e Penning (1988), maiores frequências de desfolha implicam em menor tempo e maior vigor de rebrotação, o que pode gerar maior renovação e morte de tecidos.

Apesar da TASF ser o balanço entre crescimento e senescência, os maiores valores observados no verão e menores no inverno, foram reflexo direto das TC, pois a pequena amplitude de variação ocorrida para a TS não foi o suficiente para afetar a TASF. Assim como para as estações do ano, a TC foi responsável pelas maiores TASF ocorridas em pastos manejados sob 20 cm em todas as estações com 90% IL e no outono e verão com 95% IL. As TALLF foram maiores no verão e menores no inverno porque nessas estações foram observadas maiores e menores TCLF, respectivamente, demonstrando que as variações que ocorreram para TS influíram pouco sobre a TALLF. Da mesma forma que para as estações do ano, a TCLF foi responsável pelas maiores TALLF ocorridas em pastos manejados com 20 cm em todas as estações para 90% IL, e no outono e verão, para 95% IL.

Os resultados obtidos evidenciam que para o capim-estrela, o manejo mais intenso caracterizado pela menor interceptação luminosa e menor altura de res (90% IL e 20 cm), destacou-se por apresentar maiores TC, resultando em maiores TASF e TALLF em todas as estações do ano, de modo que essa combinação deve-se preferida em relação às demais.

4 CONCLUSÕES

Maior disponibilidade de fatores de crescimento favorece a morfogênese do capim-estrela no verão, e reflete em maior número e comprimento de folhas, conseqüentemente, em maior índice de área foliar, o que determina maiores taxas de crescimento e acúmulo de forragem.

Pastos de capim-estrela manejados com menor interceptação luminosa e altura de resíduo apresentam elevadas taxas de aparecimento de folhas e de alongamento de folhas e colmos, e proporcionam maiores taxas de crescimento e de acúmulo de forragem nas estações do ano.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHMANI, I.; THOM, E.R.; MATTHEW, C.; HOOPER, R.J.; LEMAIRE, G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.54, n.8, p.803-817, 2003.
- BAKER, J.T.; PINTER JR., P.J.; REGINATO, R.J.; KANEMASU, E.T. Effects of temperature on leaf appearance in spring and winter wheat cultivars. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.4, p.605-613, 1986.
- BALLARÉ, C.L.; SÁNCHEZ, R.A.; SCOPEL, A.L.; GHERSA, C.M. Morphological responses of *Datura ferox* L. seedlings to the presence of neighbours: their relationships with canopy microclimate. **Oecologia**, Berlin, v.76, n.2, p.288-293, 1988.
- BARBOSA, M.A.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U.; SAKAGUTI, E.S. Dinâmica do aparecimento, expansão e senescência de folhas em diferentes cultivares de *Panicum maximum* Jacq. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.101-103.
- BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo**. 2004. 138p. Tese (Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR., D.; VILELA, H.H.; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; SBRISIA, A.F.; SOUSA, B.M.L. Morphogenic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.5, p.947-954, 2011.
- BAUER, A.; FRANK, A.B.; BLACK, A.L. Estimation of spring wheat leaf growth rates from air temperature. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, n.5, p.829-835, 1984.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stoking management. **Grass and Forage Society**, British, v.38, n.4, p.323-331, 1983.
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: **Grazing management**, Portland: Timber, 1991. Cap. 4, p.85-108.
- BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v.38, n.1, p.1-9, 1968.
- BULLOCK, J.M. Plant competition and population dynamics. In: **The ecology and management of grazing systems**, Wallingford: CAB International, 1996. p.69-100.
- CAMARGO, A.P.; MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C. PICINI, A.G. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e super úmidos, com base na amplitude térmica diária. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7 n.2, p.251-257, 1999.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 149p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agrônômicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.2, p.489-499, 1999.

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. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.40, n.4, p.165-176, 2006.

CASPER, B.B.; FORSETH, I.N.; KEMPENICH, H.; SELTZER, S.; XAVIER, K. Drought prolongs leaf life span in the herbaceous desert perennial *Cryptantha flava*. **Functional Ecology**, London, v.15, n.6, p.740-747, 2001.

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: **Grasslands for our world**, Wellington: SIR, 1993. cap.3. p.55-64.

COLLINS, R.P., JONES, M.B. The effects of temperature on leaf growth in *Cyperus longus*, a temperate C₄ species. **Annals of Botany**, London, v.61, n.3, p.355-362, 1988.

CORSI, M.; DA SILVA, S.C.; FARIA, V.P. Princípios do manejo do capim-elefante sob pastejo. In: **Pastagens de capim-elefante: Utilização intensiva**. Piracicaba: FEALQ, 1996.p.51-67.

DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G.C.; MORAIS, J.P.G. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.66, n.1, p.8-19, 2009.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.B.P. **Pastagens: Conceitos básicos, produção e manejo**. Viçosa: UFV, 2008. 115p.

DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.71-88.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.82, n.1, p.165-172, 1974.

DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L.; SANTOS, G.A. CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; AMARAL SOBRINHO, N.M.; PEREIRA, N.N.; EIRA, P.A.; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: UFRRJ, 1990. 179p.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. - Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

FAGUNDES, J.L., FONSECA, D.M., GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JR., D.; VITOR, C.M.T.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; REIS, G.C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.397-403, 2005.

GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, London, v.70, n.5, p.437-442, 1992.

GIACOMINI, A.A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2007. 176 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GIACOMINI, A.A.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; ZEFERINO, C.V.; TRINDADE, J.K.; SOUZA JR., S.J.; GUARDA, V.D’A.; SBRISSIA, A.F.; NASCIMENTO JR., D. Components of the leaf area index of marandu palisadegrass swards subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.66, n.6, p.721-732, 2009.

GOMIDE, J.A. Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.2, n.1, p.17-26, 1973.

GOMIDE, J.A. Fisiologia das plantas forrageiras e manejo das pastagens. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.13, n.153/154, p.11-18, 1988.

GOMIDE J.A.; GOMIDE, C.A.M. Fundamentos e estratégia do manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999. p.179-200.

GRANT, S.A., BARTHAM, G.T., TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**, Malden, v.36, n.3, p.155-168, 1981.

GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; ELSTON, A. Comparison of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, Malden, v.43, n.1, p.29-39, 1988.

GUARDA, V.D.A. **Frequência e severidade de desfolhação e eficiência de utilização de forragem em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua e ritmos de crescimento induzidos por fertilização nitrogenada**. 2010. 118p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

HODGSON, J. BIRCHAM, J.S.; GRANT, S.A.; KING, J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: SIMPOSIUM ON PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 1981, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: British Grassland Society, 1981, p.51-62.

KORTE, C.J. Tillering in ‘Grasslands Nui’ perennial ryegrass swards. 2. Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.29, p.629-638, 1986.

- LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. **Advance in ecological Ressearch**, v.23, p.187-261, 1992.
- LAWLOR, D.W. Photosynthesis, productivity and environment. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.46, p.1449-1461, 1995. (especial issue)
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, Wallingford: CAB International, 2000. p. 265-288.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: **The ecology and management of grazing systems**, London: CAB International, 1996. cap.1, p.3-36.
- LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v.42, p.263-272, 1977.
- MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE-HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**, Wallingford: CAB International, 2000. cap. 7, p.127-150.
- MAZZANTI, A. Adaptação de espécies forrajeras a La defolicion. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997, p.75-84.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRES, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Malden, v.49, n.2, p.111-120, 1994.
- MINSON, D.J. Nutritional difference between tropical and temperate pastures. In: **Grazing animals**, Amsterdam: Elsevier, 1981. p.143-157.
- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p.15-96.
- NABINGER, C. Disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.213-272.
- NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth vs. Tillering. In: **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**, Wallingford: CAB International, 2000. cap.6, p.101-126.
- OLIVEIRA, A.B.; PIRES, A.J.V.; NETO, U.M.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.1006-1013, 2007.
- PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLET, B.; PENNING, P.D.; LEWIS, J. The physiology of grass production under grazing II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, London, v.20, p.127-139, 1983.

PARSONS, A.J., PENNING, P.D. The effect of duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average growth rate in a rotationally grazed sward. **Grass and forage Science**, Malden, v.43, n.1, p.15-27, 1988.

PEARSON, C.J.; ISON, R.L. **Agronomy of grassland systems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 218p.

PEREIRA, L.E.T. **Dinâmica do crescimento e componentes do acúmulo de forragem de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo**. 2013. 140p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M.; LOPES, N.F. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.327-332, 1994.

PINTO, L.F.M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon* spp. submetidas a pastejo**. 2000. 124p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RHODES, I. Relationship between canopy structure productivity in herbage grasses and its implications for plant breeding. **Herbage Abstracts**. Wallingford, v.43, n.5, p.129-133, 1973.

RYSER, P.; URBAS, P. Ecological significance of leaf life span among Central European grass species. **Oikos**, Copenhagen, v.91, n.1, p.41-50, 2000.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua**. 2004. 199p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38.,2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.731-754.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, p.212-220, 2008.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

VAN LOO, E.N. Tillering, leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials. **Annals of Botany**, London, v.70, n.6, p.511-518, 1992.

VICKERY, P.J. Pa sture growth under grazing. In: **Grazing animals**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1981. cap.8, p.55-77.

VILELA, D.; PAIVA, P.C.A.; LIMA, J.A.; CARDOSO, R.C. Morfogênese e Acúmulo de Forragem em Pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross em diferentes estações de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.1891-1896, 2005.

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; CLARINDO, R.L.; PENATI, M.A.; IMAIZUMI, H. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.5, p.1002-1010, 2010.

YODA, K.; KIRA, T.; OGAWA, H. Intraspecific competition among higher plants. XI Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivate and natural conditions. **Journal of Institute of Polytechnics**, v.14, p.107-129, 1963.

WATSON, D.J. The dependence of net assimilation on leaf area index. **Annals of Botany**, London, v.22, n.85, p.37-54, 1958.

WILSON, R.E.; LAIDLAW, A.S. The role of the sheath tube in the development of expanding leaves in perennial ryegrass. **Annals of Applied Biology**, London, v.106, n.2, p.385-391, 1985.

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, Philadelphia, v.22, n.4, p.1079-1106, 1993.

ZANINI, G.D.; SANTOS, G.T.; SBRISSIA, A.F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana guineagrass swards: morphogenetic and structural characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.8, p.1848-1857, 2012.

ZARROUGH, K.M.; NELSON, C.J.; SLEPER, D.A. Interrelationships between rates of appearance and tillering in selected tall fescue populations. **Crop Science**, Madison, v.24, n.3, p.565-569, 1984.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-ESTRELA MANEJADO SOB ESTRATÉGIAS DE LOTAÇÃO INTERMITENTE

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar as características estruturais, o acúmulo de forragem e a eficiência de colheita da forragem em pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico), manejados com duas interceptações luminosas em pré-pastejo (90 e 95% de IL) e duas alturas de resíduo em pós-pastejo (20 e 30 cm) durante as estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013. O experimento foi conduzido na Pesagro-Rio, Seropédica-RJ, em 16 piquetes de 300 m² cada, sob delineamento de blocos completos casualizados, em arranjo fatorial 2x2, com quatro repetições. Foram avaliadas a interceptação luminosa (IL), altura do dossel (ALT), a massa de forragem (MF), as massas secas de lâminas foliares (MSLF) e de colmos (MSC), os percentuais de lâmina foliar (PMSLF), de colmo (PMSC) e de material morto (PMSMM) em pré-pastejo, em pós-pastejo (MF_{PÓS}, PMSLF_{PÓS}, PMSC_{PÓS}, PMSMM_{PÓS}), e das perdas ocorridas durante o pastejo (MF_{PER}, PMSLF_{PER}, PMSC_{PER}, PMSMM_{PER}). Também foram avaliadas a relação lâmina foliar:colmo (RLFC), densidade volumétrica da forragem (DVF), acúmulo (AF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF), e a eficiência de colheita de forragem (ECF). Os dados foram analisados a partir do PROC MIXED do SAS®, versão 9.2 para Windows, e as médias dos tratamentos estimadas pelo LSMEANS e comparadas pela PDIFF (p<0,05). Maiores ALT ocorreram no verão (61 cm) e menores no inverno com 90% IL (33 cm). Condições favoráveis de crescimento proporcionaram maiores MF no verão (9081 kg ha⁻¹ MS), com maiores MSLF (2482 kg ha⁻¹ MS) e MSC (5373 kg ha⁻¹ MS). A médias para RLFC e DVF foram 0,50 e 149 kg ha⁻¹ cm⁻¹ MS, respectivamente. O PMSLF foi maior no inverno com 95% IL e 30 cm (31,0%) e no verão com 20 cm (29,0%). O menor PMSC foi observado no outono com 95% IL (49,0%). A MF_{PÓS} foi maior com 95% IL e 30 cm (média 5672 kg ha⁻¹ MS), com maior PMSLF_{PÓS} no outono com 90% IL (13,3%), e menores PMSC_{PÓS} com 90% IL e 20 cm no inverno, primavera e verão (média de 56,9%), e menores PMSMM_{PÓS} no outono com 90% IL (23,8%). Menores MF_{PER} ocorreram no inverno com 90% IL e 20 cm (94 kg ha⁻¹ MS), e com 95% IL e 30 cm no outono e verão (115 e 110 kg ha⁻¹ MS, respectivamente), com menor PMSLF_{PER} no outono com 90% IL (16,8%). Maior PMSC_{PER} no inverno com 95% IL e 20 cm (66,4%), e maior PMSMM_{PER} no outono com 90% IL (52,9%). O AF foi maior no verão, com maior valor com 95% que com 90% IL (15756 e 10897 kg ha⁻¹ MS, respectivamente), que refletiu em maior TAF nesta estação (média de 139 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS). A ECF foi menor no verão em pastos manejados com 95% IL (56,3%). A interceptação luminosa e a altura de resíduo alteraram as características estruturais e produtivas do capim-estrela, que não apresentou padrão definido de variação dos componentes morfológicos, e apesar da baixa relação lâmina foliar:colmo, apresentou elevada eficiência de colheita de forragem.

Palavras-chave: Composição morfológica da forragem, eficiência de colheita da forragem, pastejo intermitente

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the structural characteristics, the forage accumulation and the forage harvested efficiency of the stargrass pastures (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico), managed with two light interception in pre-grazing (90 and 95% of LI) and two stubble height in post-grazing (20 and 30 cm) during the autumn, winter and spring of 2012 and summer of 2013 seasons. The experiment was carried out at Pesagro-Rio, Seropédica-RJ, in 16 paddocks with 300 m² each, arranged under a randomized complete block design in a 2x2 factorial arrangement with four replications. Were evaluated the light interception (LI), sward height (ALT), forage mass (MF), dry mass of leaf blades (MSLF) and stem (MSC), the percentage of leaf blade (PMSLF), stem (PMSC) end dead material (PMSMM) in pre-grazing, in post-grazing (MF_{PÓS}, PMSLF_{PÓS}, PMSC_{PÓS}, PMSMM_{PÓS}) and the losses occurring during the grazing (MF_{PER}, PMSLF_{PER}, PMSC_{PER}, PMSMM_{PER}). Were also evaluated the leaf blade:stem ratio (RLFC), forage bulk density (DVF), accumulation (AF) and forage accumulation rate (TAF), and the forage harvesting efficiency (ECF). The data were analyzed by the SAS[®] PROC MIXED, 9.2 version for Windows, and the means of treatments estimated by LSMEANS and compared by PDIF (p<0.05). Highest ALT occurred in summer (61 cm) and lowest in winter with 90% LI (33 cm). The highest MF (9081 kg ha⁻¹ DM), with highest MSLF (2482 kg ha⁻¹ DM) and MSC (5373 kg ha⁻¹ DM) occurred in summer because the favorable grow conditions. The average to RLFC and DVF was 0.50 and 149 kg ha⁻¹ cm⁻¹ DM, respectively. The PMSLF was highest in winter with 95% LI and 30 cm (31.0%) and summer with 20 cm (29.0%). The lowest PMSC occurred with 95% LI in autumn (49.0%). The MF_{PÓS} was highest with 95% LI and 30 cm (average 5672 kg ha⁻¹ DM), with highest PMSLF_{PÓS} in autumn with 90% LI (13.3%), lowest PMSC_{PÓS} with 90% LI and 20 cm in winter, spring and summer (average 56.9%), and lowest PMSMM_{PÓS} in autumn with 90% LI (23.8%). Lowest MF_{PER} occurred in winter with 90% LI and 20 cm (94 kg ha⁻¹ DM) and with 95% LI and 0.3 m in autumn and summer (115 and 110 kg ha⁻¹ DM, respectively), with lowest PMSLF_{PER} in autumn with 90% LI (16.8%). Highest PMSC_{PER} in winter with 95% LI and 20 cm (66.4%), and highest PMSMM_{PER} in autumn with 90% LI (52.9%). The AF was highest in summer, with higher value with 95% than with 90% LI (15756 and 10897 kg ha⁻¹ DM, respectively), which resulted in highest TAF in this season (average 139 kg ha⁻¹ day⁻¹ DM). The ECF was lowest in pastures managed with 95% LI in the summer (56.3%). The light interception and the stubble height altered the stargrass structural and productive characteristics, who did not showed pattern of the morphological components variation and despite the low leaf blade:stem ratio, showed high forage harvesting efficiency.

Keywords: Forage harvesting efficiency, intermittent grazing, forage morphological composition

1 INTRODUÇÃO

A natureza da curva de rebrotação foi descrita inicialmente por Brougham (1955), em estudo com azevém (*Lolium perene* L.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.), no qual observou a existência de três fases distintas: na primeira, as taxas de acúmulo líquido de forragem aumentam exponencialmente com o tempo, que é altamente influenciada pela área foliar residual (BROUGHAM, 1958); na segunda, as taxas de acúmulo líquido são constantes; e na terceira, há queda das taxas de acúmulo líquido, consequência da redução na taxa de crescimento e aumento da senescência causada pelo sombreamento das folhas (HODGSON et al., 1981). Após constatação de interação entre frequência e severidade de desfolha em manejo por corte (BROUGHAM, 1959), o autor passou a estudar essa interação em áreas pastejadas, e mencionou haver relação do acúmulo com a interceptação da luz pelo dossel (BROUGHAM, 1960), interceptação essa que foi quantificada por Wilson e MoGuire (1961), que chegaram a conclusão de ser o nível de 95% IL o melhor momento para realizar o pastejo.

O trabalho pioneiro na utilização da interceptação luminosa como critério de manejo em gramíneas de clima tropical foi de Carnevalli (2003), com capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça). A autora observou que os pastos acumulavam forragem de forma contínua durante a rebrotação, e que a interrupção desta deve ser realizada antes do maior acúmulo de colmos e material morto em detrimento ao de folhas (95% IL). De acordo com Hodgson (1990), o acúmulo líquido de forragem em uma pastagem é resultado direto do balanço entre os processos de crescimento e senescência que ocorrem no dossel forrageiro, e pode ser avaliado em nível de perfilhos individuais (morfogênese), ou sob corte (massa de forragem), de forma a determinar a produção da comunidade vegetal (DA SILVA e PEDREIRA, 1997). Quando avaliado nas condições de pré e pós-pastejo sob corte da massa de forragem, o acúmulo é estimado pela diferença na massa de forragem momentânea em relação à massa de forragem pós-pastejo do ciclo anterior (CARNEVALLI, 2003).

Os sistemas de produção animal com base no uso de pastagens têm a característica de que o próprio animal faz a colheita da forragem, com o intuito de atender suas necessidades de manutenção e expressar seu potencial produtivo (NABINGER e PONTES, 2001). Nesse contexto, a arquitetura das plantas e a proporção de seus componentes morfológicos, apresentam grande influência sobre o processo de pastejo, conseqüentemente, no consumo e no desempenho dos animais em pastagens (LACA e LEMAIRE, 2000). Portanto, há de se destacar a importância de colher a forragem no estágio fenológico mais adequado, de modo a alcançar bons índices produtivos, tanto da forragem quanto dos animais, e evidenciar que o manejo do pastejo é a alternativa de maior impacto imediato sobre a eficiência global desses sistemas (DA SILVA e CORSI, 2003).

Existe uma correlação positiva entre altura do dossel forrageiro e interceptação luminosa, conforme relatado por Hodgson (1990) para gramíneas de clima temperado, e mais recentemente observado também para gramíneas de clima tropical (CARNEVALLI, 2003; BARBOSA, 2004; MELLO e PEDREIRA, 2004; ZEFERINO, 2006; MONTAGNER, 2007; PAIVA, 2013). Desta forma, a utilização da altura do dossel como critério para o manejo das pastagens torna-se uma ferramenta prática de aplicação a campo, uma vez que o monitoramento da interceptação luminosa é um artifício dispendioso, pois demanda tanto aparelhos específicos como mão-de-obra especializada e treinada para tal.

Conforme aumenta o índice de área foliar de um pasto, maior é a interceptação da RAF pelo dossel forrageiro, até que este atinja a condição de 95% de IL, a partir desse momento, começa haver sombreamento das folhas nos extratos inferiores, e essas passam da condição de fonte para dreno, pois menores são suas taxas fotossintéticas e maiores as taxas respiratórias (DONALD, 1961; MARSHALL, 1987). Desta forma, as folhas que encontram-se na base do

dossel começam a senescer, aumentando a quantidade de material morto na massa de forragem, ao mesmo tempo, há maior competição por luz dentro do dossel, que leva as plantas a alongarem os colmos na busca de expor as novas lâminas foliares na condição de pleno sol (topo). Essa variação na condição fisiológica da planta, leva a uma alteração em sua morfologia, de modo que quanto mais se estende o período até realizar o pastejo, maior é a proporção de colmos e de material morto em relação ao de folhas. Estudos que avaliaram a composição morfológica dos pastos, verificaram maiores proporções de colmo e material morto após a condição de 95% IL (BUENO, 2003; CARNEVALLI, 2003). De acordo com Pedreira e Mattos (1982), variações nas taxas mensais de acúmulo de massa seca podem refletir em alterações qualitativas no decorrer do ano, ou até mesmo dentro de uma mesma estação, de forma que o uso de intervalos fixos entre pastejos dificilmente refletirá na melhor qualidade da forragem, pois a proporção dos componentes morfológicos varia em função do estágio fisiológico das plantas.

Em sistemas de produção animal à pasto, deve-se ater não somente à produção vegetal (acúmulo de forragem) e, ou, animal (ganho de peso), mas também à melhor utilização do alimento produzido, na busca por elevados índices de colheita da forragem (CARNEVALLI et al., 2006), de forma a buscar um equilíbrio entre esses dois objetivos contrastantes (PEARSON e ISON, 1994). De acordo com Lemaire et al. (2009), a análise da frequência e severidade de desfolhação fornece subsídio para a realização de ajustes mais apurados no manejo do pastejo, o que permite alcançar maior eficiência na utilização da forragem produzida. Dessa forma, é fundamental compreender os processos de crescimento e colheita da forragem pelos animais para que se possam planejar sistemas mais eficientes e produtivos (DA SILVA e NASCIMENTO JR., 2006).

A estrutura do pasto pode afetar os padrões de desfolhação, de modo que as folhas mais jovens tem maior probabilidade de serem pastejadas por estarem situadas nos estratos superiores do dossel e orientadas em posição mais vertical quando comparadas às folhas mais velhas, na base do dossel (HODGSON, 1990; LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000; PONTES, 2001; PALHANO et al., 2005). A eficiência de colheita da forragem, sinônimo de eficiência de pastejo, foi definida por Hodgson (1979) como sendo a proporção da forragem acumulada que é consumida pelo animal em pastejo, portanto, deve ser expressa em percentual. Já a eficiência de utilização de uma pastagem refere-se ao produto animal produzido por unidade de forragem acumulada por área, o que introduz o conceito de conversão da forragem ingerida em produto animal (HODGSON, 1979).

Com base nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar as características estruturais, o acúmulo e a eficiência de colheita da forragem de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob duas interceptações luminosas e duas alturas de resíduo nas estações de outono, inverno e primavera de 2012, e de verão de 2013.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental

O experimento foi conduzido no campo experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio), situada no km 09 da Rodovia BR 465, município de Seropédica, RJ. As coordenadas geográficas aproximadas são 22°46' de latitude ao Sul, 43°39' de longitude a Oeste e a 27 metros de altitude. A área apresenta uma leve inclinação (5 a 10% de declividade) e solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006). O clima da região é do tipo AW pela classificação de Köppen, com uma estação seca de abril a setembro e outra chuvosa de outubro a março.



Figura 17 Vista da área experimental localizada na granja da Pesagro-Rio, Seropédica - RJ.

2.2 Espécie vegetal e histórico da área

A espécie forrageira utilizada foi o capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico), implantada no início de 2009. No preparo da área foram realizadas aração e gradagem, e o solo foi corrigido a partir de calagem com base na análise química do solo, seguida do plantio das mudas e a aplicação de 400 e 120 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e de cloreto de potássio, respectivamente, segundo indicações contidas no manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro (DE POLI et al., 1990). Também foram realizadas aplicações de fertilizante nitrogenado nos meses de março, junho, outubro e dezembro em doses equivalentes a 100 kg de N ha⁻¹ em cada aplicação e pastejos realizados eventualmente por novilhas e por vacas secas. Em dezembro de 2011 foi realizada uma amostragem do solo (Tabela 16, pág. 104) e,

com base nesses resultados, e dos objetivos do estudo, foi realizada adubação de cobertura, com aplicação em dose única de 300 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, e 100 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de cloreto de potássio e de ureia fracionados em quatro aplicações (parcelas) durante o ano, uma no outono/inverno (julho) e três na primavera/verão (outubro, dezembro e fevereiro). Foi realizada outra amostragem de solo, no dia 05/04/2013, para avaliar a análise química do solo no final da fase experimental (Tabela 17, pág. 104).

2.3 Dados climáticos

Os dados meteorológicos do período experimental foram obtidos do conjunto de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à estação Ecologia Agrícola, Seropédica - RJ. Conforme apresentado na Figura 3, observa-se que no mês de março de 2012 não houve precipitação, durante a estação seca do ano (abril a setembro de 2012), a precipitação e a temperatura foram menores em relação à estação chuvosa (demais meses do ano). No mês de outubro, apesar da precipitação não ter aumentado, observou-se aumento na temperatura, tanto da máxima quanto da mínima, e nos meses seguintes houve aumento na precipitação, com evidência para o mês de janeiro de 2013, com 363 mm, quando houve a redução na temperatura, com média de 26,1 °C.

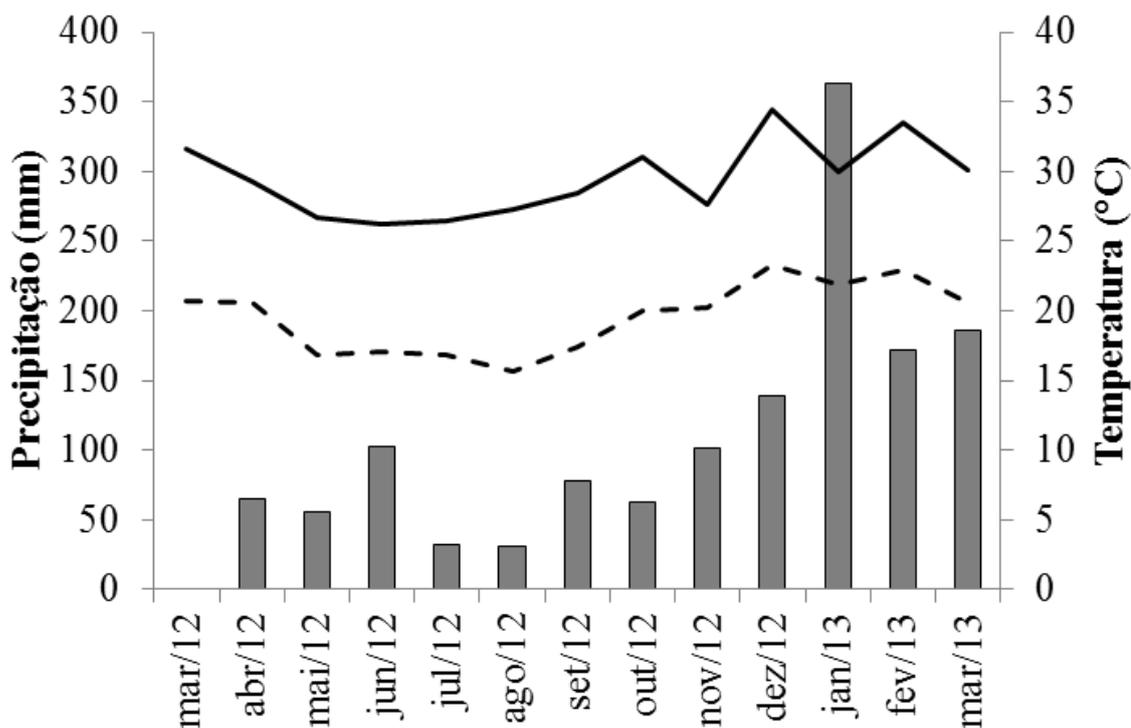


Figura 18 Precipitação acumulada mensal (■), temperatura máxima (—) e temperatura mínima (- - -) de março de 2012 a março de 2013, segundo dados do INMET.

O balanço hídrico (Figura 4) foi calculado conforme método de Thornthwaite, modificado por Camargo et al. (1999).

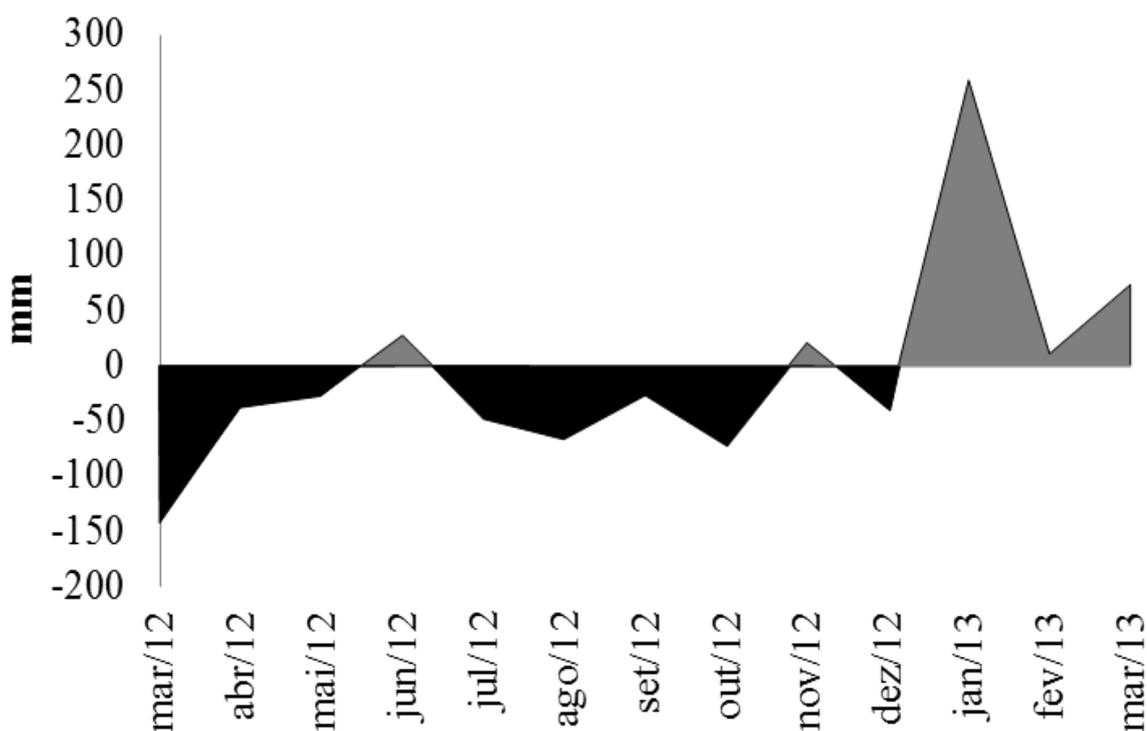


Figura 19 Extrato do balanço hídrico durante o período experimental (março de 2012 a março de 2013), segundo fonte do INMET.

Durante o período experimental observou-se déficit hídrico que se estendeu do início do período experimental até o mês de dezembro de 2012, com uma pequena ressalva para o mês de junho, devido à precipitação de 103 mm, e para o mês de novembro (101 mm). Apesar de já estar na estação chuvosa e ter ocorrido precipitação de 139 mm, o mês de dezembro apresentou balanço hídrico negativo, consequência das temperaturas elevadas (média de 29,1 °C).

2.4 Delineamento experimental e tratamentos

A área experimental foi constituída por 16 piquetes de aproximadamente 300 m² cada (Unidade Experimental - UE), alocados em delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições, sendo os blocos distribuídos em função da posição na topossequência (declividade da área). Foi utilizado o arranjo fatorial 2x2, com os tratamentos constituídos pela combinação de duas interceptações luminosas em pré-pastejo (90 e 95% de IL) e duas alturas de resíduo em pós-pastejo (20 e 30 cm), em análise de medidas repetidas no tempo. Os trabalhos tiveram início em novembro de 2011, com a divisão da área e instalação das cercas e aguadas. De 17 a 23/01/2012 foi realizado o corte de uniformização, rente ao solo, com o uso de roçadeira costal, seguido do início da fase de ajuste do manejo dos pastos conforme tratamentos pré-determinados. A meta pós-pastejo estabelecida inicialmente era de 10 e 20 cm de altura para retirada dos animais, porém, como não foi possível atingir esta meta devido à estrutura desenvolvida (grande quantidade de estolões), e após maior entendimento da estrutura do dossel (média de 50 cm de altura), essa meta foi modificada para 20 e 30 cm (40 e 60% da altura pré-pastejo). O período de avaliação iniciou-se em 26/03/2012 e se estendeu até 26/03/2013, compreendendo as estações de Outono, Inverno e Primavera de 2012, e de Verão de 2013.

2.5 Monitoramento das condições experimentais

O monitoramento da IL pelo dossel forrageiro foi realizado a partir da mensuração da 20 pontos por UE, de forma sistemática em quatro linhas de avaliação, com o uso do aparelho analisador de dossel AccuPAR Linear PAR/LAI *ceptometer*, modelo LP - 80(Figura 5), em intervalos semanais até que se atingisse um valor 5% abaixo das metas estipuladas, a partir do qual as avaliações eram realizadas com maior frequência (a cada três ou dois dias), de forma a assegurar que as metas de 90% e 95% de IL fossem alcançadas com maior critério (Figura 6). Nas mesmas datas das avaliações de IL, assim como em pós-pastejo, foram realizadas 40 medidas por UE da altura do dossel, de forma sistemática em quatro linhas de avaliação, utilizando régua graduada em mm e folha de acetato (Figura 5, B), conforme metodologia descrita por Carnevalli e Da Silva (1999).

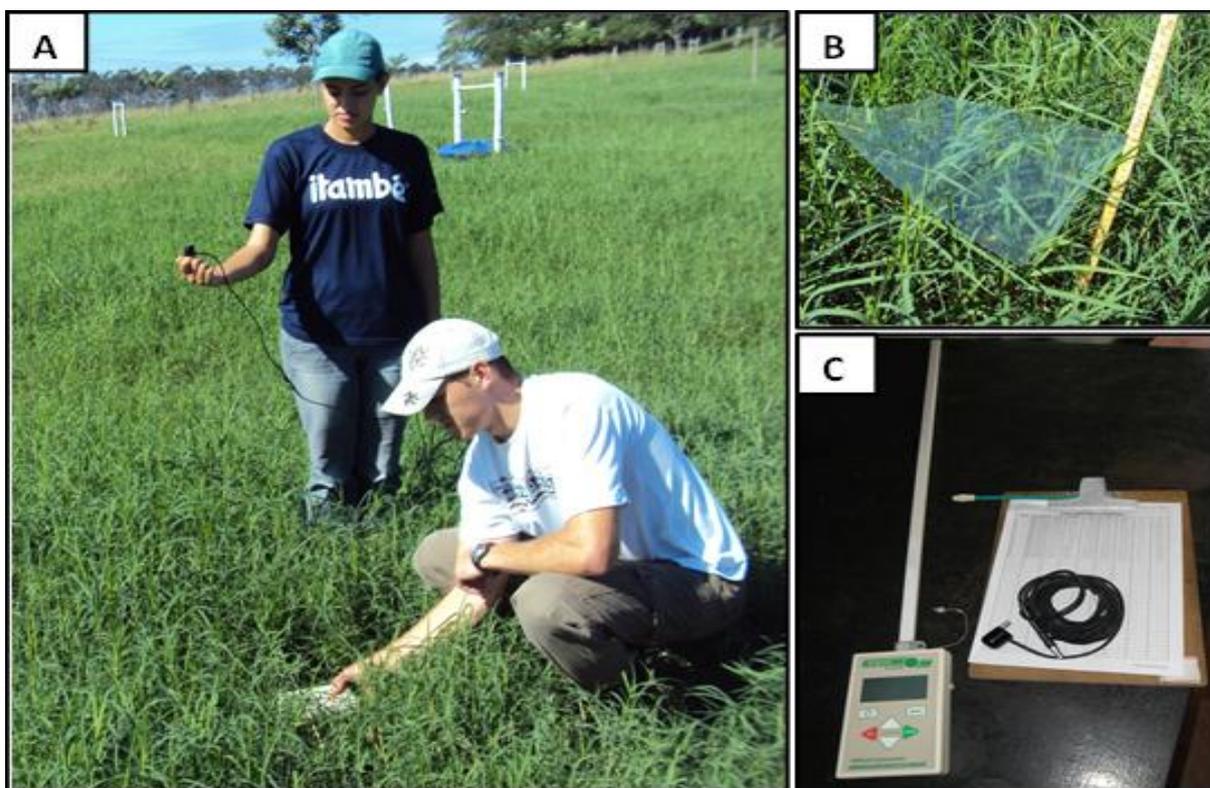


Figura 20 Monitoramento da interceptação luminosa (A) e altura do dossel forrageiro (B) com uso de aparelho analisador do dossel AccuPAR LP - 80 e planilhas de controle (C).

A desfolha foi realizada com uso da técnica “mob grazing”, a partir do rebaixamento da vegetação via pastejo por vacas mestiças das raças Holandesa e Gir (peso médio de 450 Kg), que tinham acesso aos pastos quando a média das quatro repetições atingia 90% ou 95% de IL, conforme o tratamento pré-estabelecido para cada UE. O número de animais utilizados por piquete para rebaixamento dos pastos foi determinado com base nas ofertas de forragem ($\% = \text{kg massa seca de forragem}/100 \text{ kg peso corporal dos animais}$). Esse número variou de quatro a sete animais por piquete, que permaneciam nos piquetes até que as alturas pré-pastejo (Figura 7) fossem rebaixadas às alturas pós-pastejo de 20 e 30 cm (Figura 8), em no máximo dois dias de pastejo.

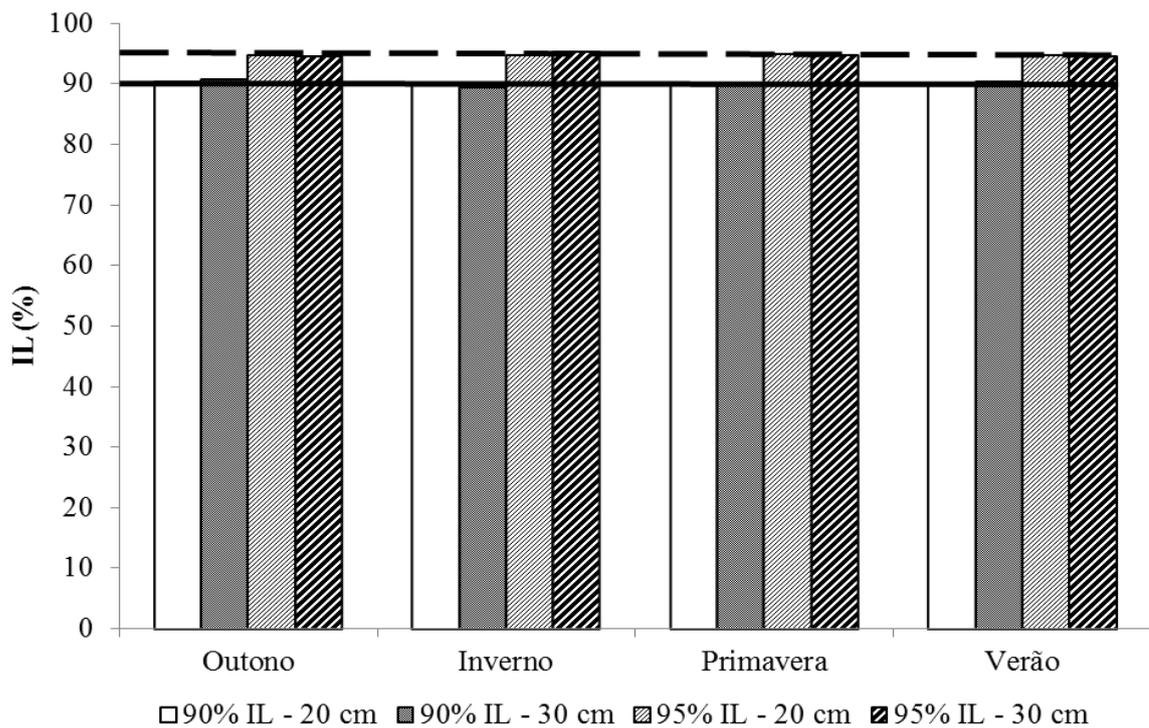


Figura 21 Intercepção Luminosa (IL) de dosséis em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

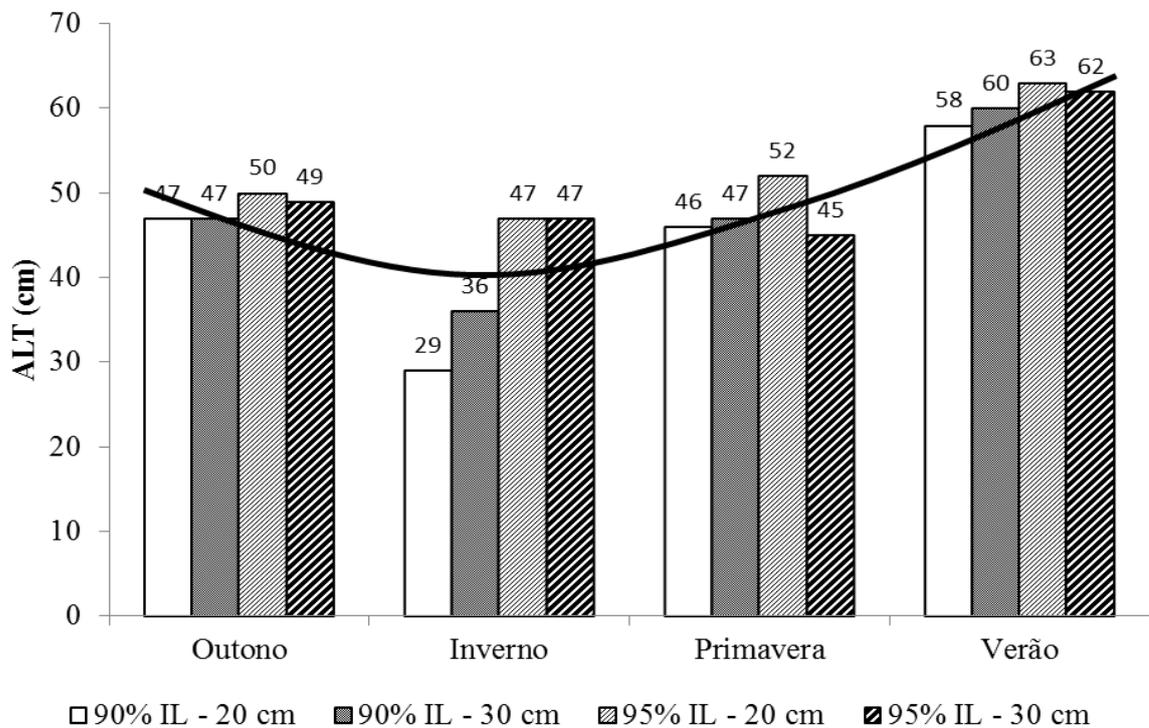


Figura 22 Alturas dos dosséis (ALT) em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

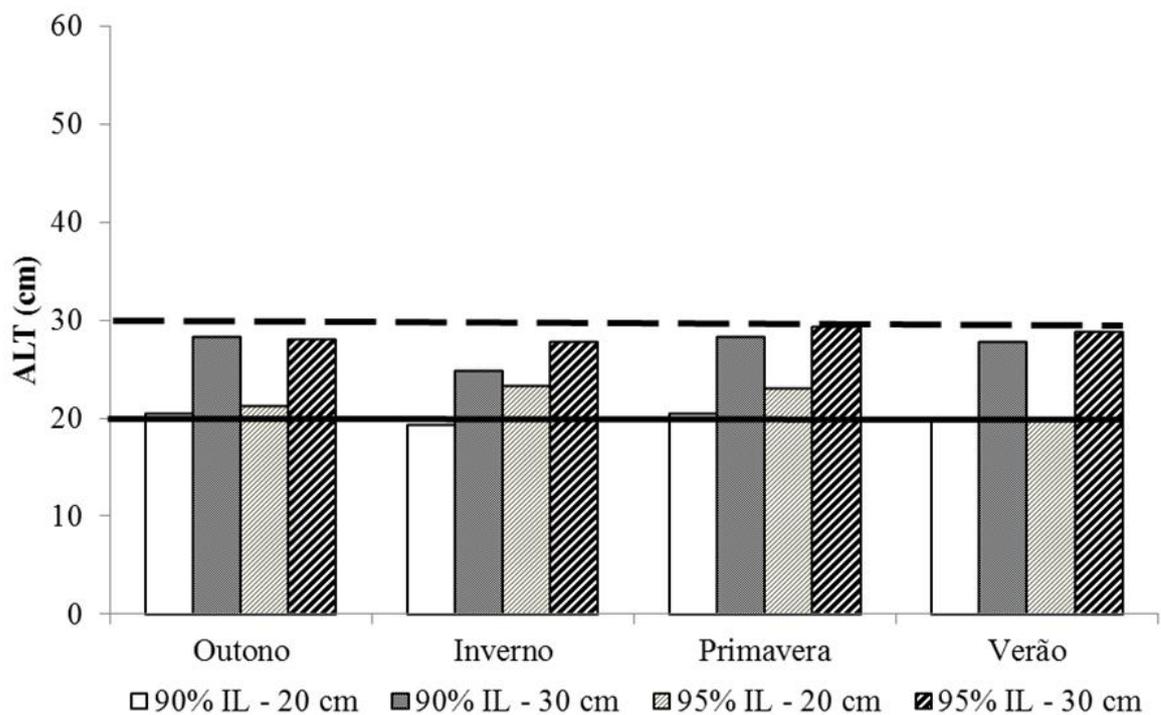


Figura 23 Alturas dos dosséis (ALT) em pós-pastejo de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

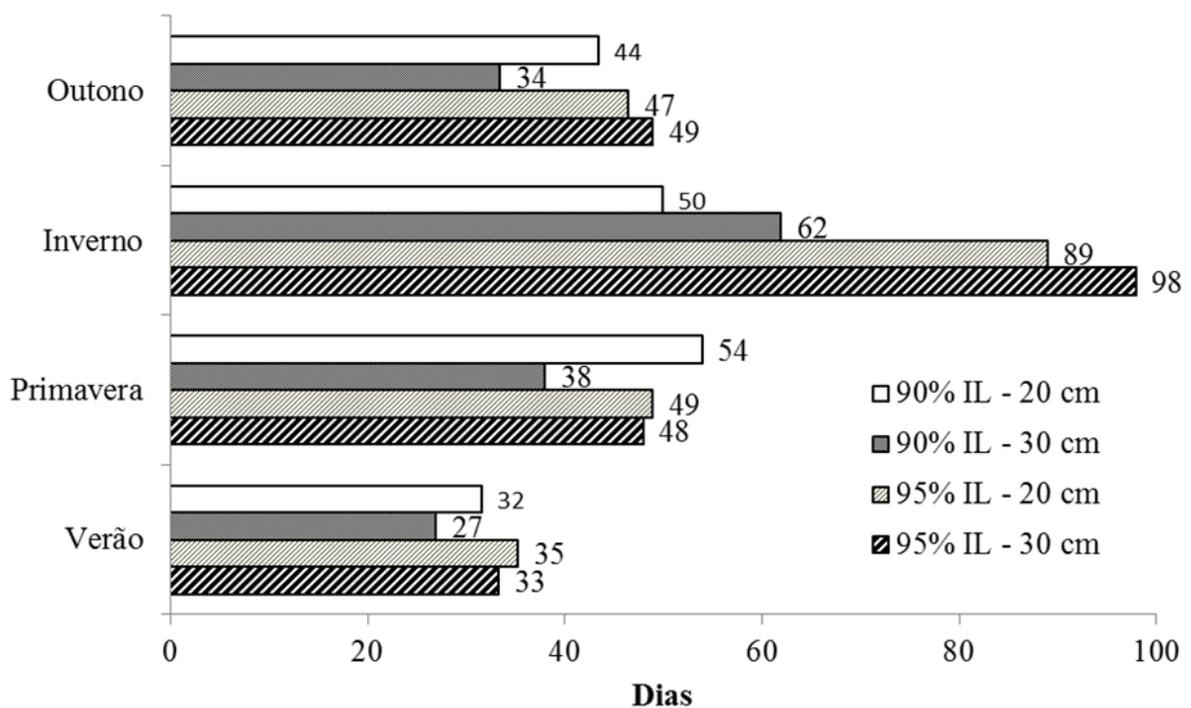


Figura 24 Intervalos de desfolha (dias) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Como os intervalos de desfolha foram distintos em relação ao tratamento e época do ano (Figura 9), foram observados diferentes números de ciclos de pastejo: 8 ciclos para 90% IL com 20 cm; 9 ciclos para 90% IL com 30 cm; e 7 ciclos para 95% IL com 30 cm e para 95% IL com 30 cm. O critério para organizar os dados e fazer as médias foi em função da fase de rebrota, agrupando em uma mesma estação, os ciclos de pastejo que apresentaram maior parte do seu crescimento na mesma.

2.6 Avaliações

Foi realizado o monitoramento da ALT dos pastos nos mesmos dias que as avaliações de IL, de forma sistemática em 40 pontos por UE, com uso de régua graduada em milímetros e folha de acetato, abrangendo área 600 cm², conforme metodologia descrita por Carnevalli e Da Silva (1999) (Figura 25, A). Para estimar a massa de forragem em pré-pastejo (MF), foram coletadas quatro amostras na altura média do dossel, antes da entrada dos animais nos piquetes, em cortes rente ao solo, com uso de tesoura e moldura circular de 0,2 m² (Figura 25, B). A mesma metodologia de coleta de massa de forragem foi realizada após a saída dos animais dos piquetes (MF_{PÓS}). Com base nesses dados foi possível calcular o acúmulo de forragem (AF), que foi estimado a partir do quociente obtido entre as diferenças em MF no período compreendido entre cada ciclo de pastejo ($AF = MF_{\text{ciclo}_n} - MF_{\text{PÓS}_{\text{ciclo}_{n-1}}}$). A taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi estimada dividindo-se o AF pelo intervalo de desfolha (dias) de cada ciclo. A densidade volumétrica de forragem (DVF) foi estimada dividindo-se a MF pela ALT de cada tratamento.

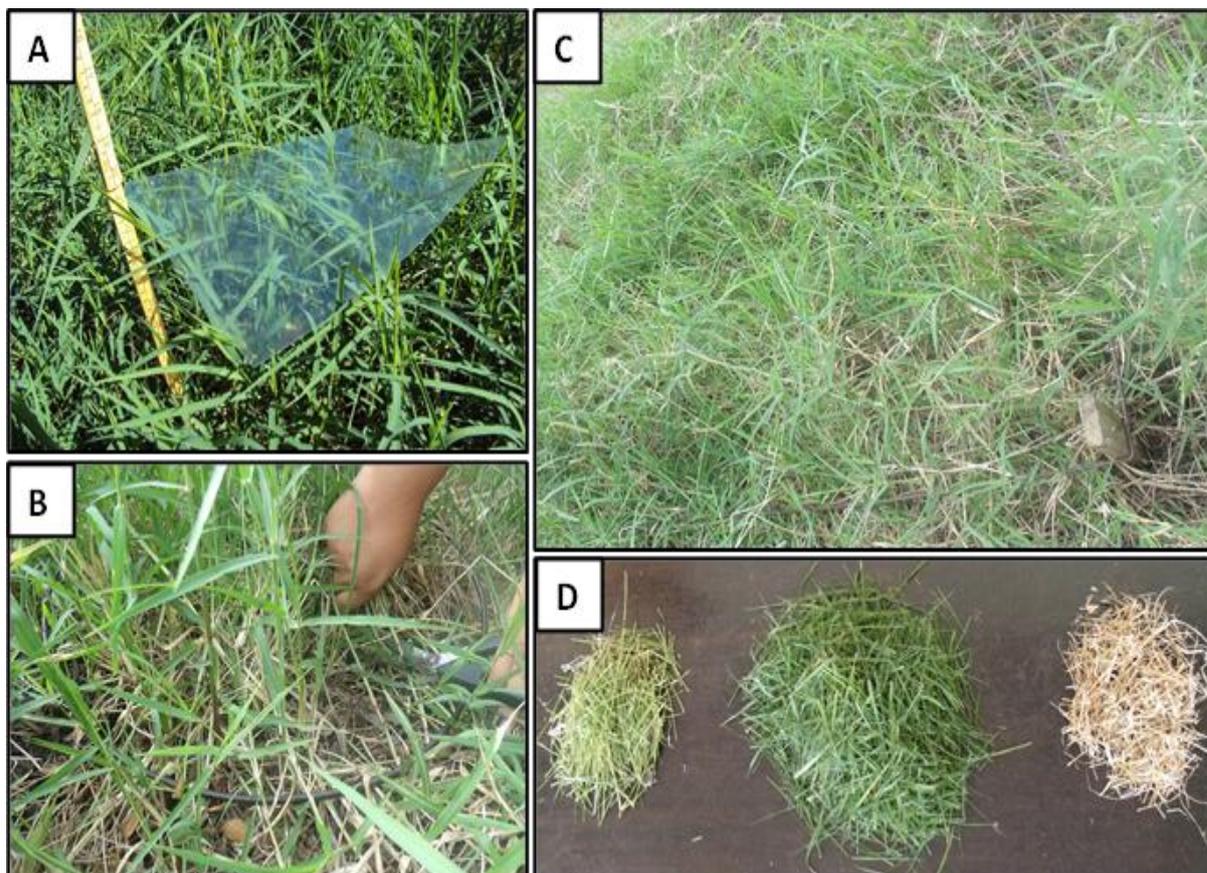


Figura 25 Mensuração da altura do dossel forrageiro (A), corte de amostra de massa de forragem (B), área de coleta de perdas, delimitada com moldura e estacas (C) e separação dos componentes morfológicos do pasto (D).

As perdas de forragem (MF_{PER}) foram estimadas a partir da coleta dos componentes morfológicos (lâminas foliares, colmos, material morto e senescente) destacados e, ou, desperdiçados pelos animais durante o pastejo, em duas áreas de 1,5 m² por UE (molduras de 1,0 x 1,5 m), alocados em pontos representativos da condição média do pasto (Figura 25, C). Estas áreas foram limpas (retirados os componentes morfológicos residuais, depositados sobre o solo) um dia antes da entrada dos animais nos piquetes.

As amostras de massa de forragem coletadas antes do pastejo (MF), após o pastejo ($MF_{PÓS}$) e das perdas ocorridas durante o pastejo (MF_{PER}) foram fracionadas manualmente em lâmina foliar, pseudocolmo (colmo + bainha) e material morto (Figura 25, D), pesadas e secas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas para estimativa dos percentuais de massa seca de cada componente nas condições de pré-pastejo ($PMSLF$, $PMSC$ e $PMSMM$), pós-pastejo ($PMSLF_{PÓS}$, $PMSC_{PÓS}$ e $PMSMM_{PÓS}$) e das perdas de forragem ($PMSLF_{PER}$, $PMSC_{PER}$ e $PMSMM_{PER}$). Foram obtidas as massas secas de lâminas foliares (MSLF) e de colmos (MSC), e calculada a relação lâmina foliar:colmo (RLFC). A eficiência de colheita da forragem (ECF), foi estimada a partir do conceito definido por Hodgson (1979), como sendo a proporção da forragem acumulada que é consumida pelo animal em pastejo ($ECF = (MF - MF_{PÓS})/AF*100$).

2.7 Análise estatística

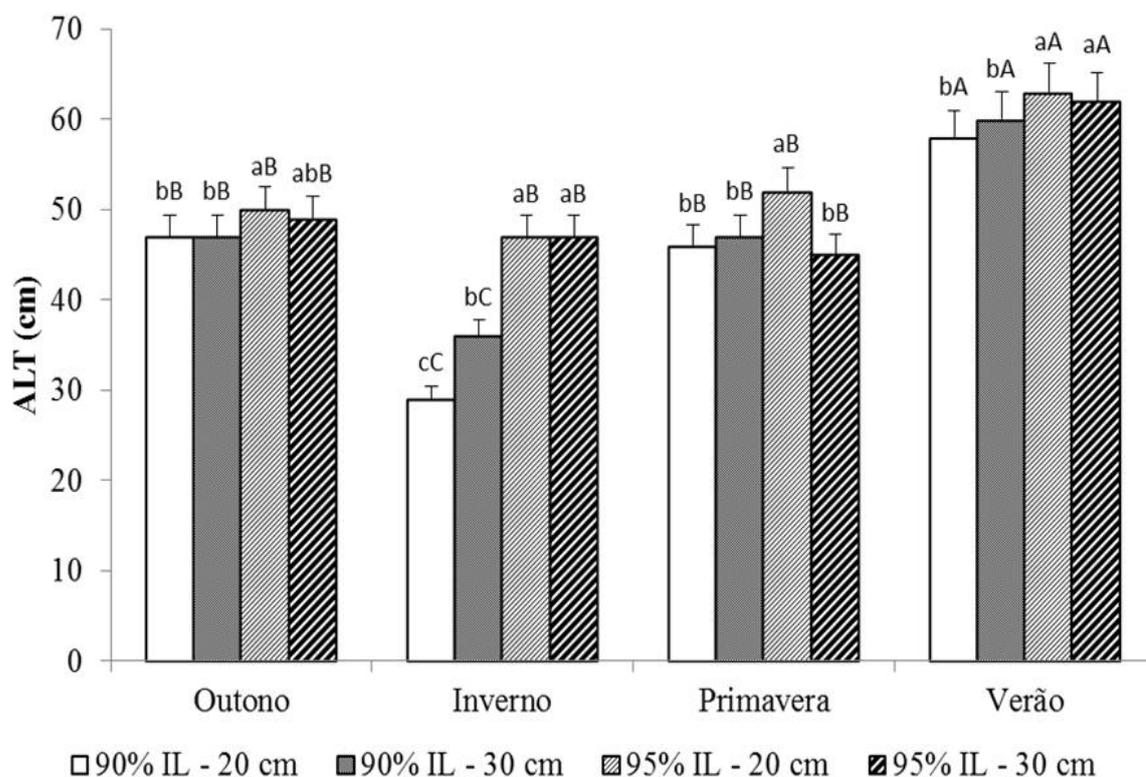
Os dados foram analisados por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico SAS[®] (Statistical Analysis System), versão 9.2 para Windows. A escolha de matriz de variância e de covariância foi feita com base no Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: interceptação luminosa, altura de resíduo pós-pastejo, estações do ano e as interações entre elas. Os efeitos de interceptação luminosa, altura de resíduo, estações do ano e suas interações foram considerados fixos e os efeitos de blocos e de suas interações considerados como aleatórios. As médias dos tratamentos foram estimadas pelo LSMENS e comparadas pela PDIFF ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados

3.1.1 Características estruturais

A ALT (Figura 26) variou com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p=0,0024$). No outono, pastos manejados com 95% IL e 20 cm, apresentaram maior altura (50 cm) que aqueles manejados com menor interceptação luminosa (média de 47 cm). Menores alturas foram observadas no inverno para os pastos manejados com menor interceptação luminosa (29 e 36 cm para 20 e 30 cm, respectivamente), já para pastos manejados com 95% IL, não houve diferença em relação às alturas de resíduo (média de 47 cm). Na primavera, assim como no outono, foi observada maior altura para os pastos manejados com 95% IL e 20 cm (52 cm), em relação aos demais tratamentos (média de 46 cm). Maiores ALT foram observadas no verão, com maiores valores em pastos manejados com 95% IL (média de 63 cm) em relação aqueles manejados com 90% IL (média de 59 cm). Verifica-se de forma geral, similaridade nas alturas pré-pastejo durante o outono e primavera, e redução destas no inverno para pastos manejados com menor interceptação luminosa (30,5% menor), além de aumento das mesmas no verão, com acréscimo médio de 27,1% em relação às estações do outono e primavera.



Letras minúsculas comparam as colunas dentro de cada estação e letras maiúsculas comparam o mesmo tipo de coluna entre as estações (PDIFF, $p<0,05$).

Figura 26 Altura dossel (ALT) em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

A MF em pré-pastejo e seus percentuais de massas secas de lâminas foliares (PMSLF), de colmos (PMSC) e de material morto (PMSMM), variaram com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p=0,0127$, $p<0,0001$, $p=0,0124$ e $p<0,0001$, respectivamente), conforme Tabela 6.

Tabela 6 Massa de forragem (MF) em pré-pastejo e percentuais de massas secas de lâminas foliares (PMSLF), de colmos (PMSC) e de material morto (PMSMM) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico), manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Altura pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
MF (kg ha ⁻¹ MS)					
Outono	5722 bB	7141 aB	6467 aC	5701 bC	258
Inverno	6365 bB	6257 bC	7560 aB	5104 cC	258
Primavera	5915 cB	6064 bcC	6659 baC	6935 aB	258
Verão	8052 bA	9089 aA	9758 aA	9424 aA	258
PMSLF (% MF)					
Outono	29,3 aA	26,1 bB	26,3 bB	29,8 aA	0,9
Inverno	25,1 bB	24,7 bB	23,1 bC	31,0 aA	0,9
Primavera	26,8 aAB	29,3 aA	27,8 aAB	22,3 bC	0,9
Verão	28,0 abA	25,9 bB	29,9 aA	26,3 bB	0,9
PMSC (% MF)					
Outono	55,6 aB	52,7 bC	48,6 cC	49,3 cB	1,2
Inverno	57,2 aAB	50,4 bC	54,0 abB	51,5 bB	1,2
Primavera	55,7 bB	56,9 abB	60,4 aA	60,2 abA	1,2
Verão	59,3 aA	60,8 aA	59,8 aA	58,5 aA	1,2
PMSMM (% MF)					
Outono	15,1 bAB	21,2 aA	25,2 aA	21,0 aA	2,1
Inverno	17,5 bA	22,0 aA	23,0 aA	17,6 bAB	1,5
Primavera	17,5 aA	13,9 abB	12,7 bB	17,5 aAB	1,7
Verão	12,7 bB	12,1 bB	11,4 bB	15,3 aB	1,0

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIF (p<0,05). EPM: erro padrão da média.

No outono, maiores MF foram observadas para pastos manejados com 90% IL e 30 cm e com 95% IL e 20 cm (média de 6804 kg ha⁻¹ MS), e menores para aqueles com 90% IL e 20 cm e com 95% IL e 30 cm (média de 5712 kg ha⁻¹ MS). No inverno, a maior MF ocorreu para pastos com 95% IL e 20 cm (7560 kg ha⁻¹ MS), seguida daqueles com 90% IL (média de 6311 kg ha⁻¹ MS), e menor com 95% IL e 30 cm (5104 kg ha⁻¹ MS). Na primavera, pastos manejados com 95% IL apresentaram maiores MF (média de 6797 kg ha⁻¹ MS) que aqueles manejados com 90% IL e 20 cm (5915 kg ha⁻¹ MS), porém pastos manejados com 95% IL e 20 cm foram similares àqueles com 90% IL e 30 cm (média de 6362 kg ha⁻¹ MS). No verão, foram observadas as maiores MF em relação às demais estações para todos os tratamentos e, nesta estação, menor MF foi observada em pastos manejados com 90% IL e 20 cm (8052 kg ha⁻¹ MS) e maiores para os demais tratamentos (média de 9424 kg ha⁻¹ MS). No outono, maiores PMSLF foram observados em pastos manejados com 90% IL e 20 cm e com 95% IL e 30 cm (média de 29,6%). No inverno, aqueles manejados com 95% IL e 30 cm também apresentaram maior PMSLF (31,0%), que pastos manejados com 90% IL e com 95% IL e 20 cm (média de 24,3%). Já na primavera, o tratamento com 95% IL e 30 cm

apresentou menor valor (22,3%) que os demais (média de 28,0%). No verão, pastos manejados com 30 cm apresentaram menor valor (média de 26,1%) que aqueles manejados com 95% IL e 20 cm de resíduo (29,9%), e não diferiram daqueles com 90% IL e 20 cm (28,0%).

No outono foi verificado menor PMSC quando os pastos foram manejados com 95% IL (média de 49,0%), enquanto que para 90% IL, menor valor (52,7%) foi observado em pastejo mais leniente (30 cm). No inverno, pastos manejados com 30 cm apresentaram menor PMSC (média de 51,0%) em relação aqueles com 90% IL e 20 cm (57,2%). Enquanto que na primavera, quando manejados com 20 cm, os pastos apresentaram menor valor com 90% IL (55,7%) que com 95% IL (60,4%), e ambos não diferiram daqueles com maior altura de resíduo (média de 58,6%). No verão, foram observadas elevadas PMSC, contudo, com semelhança entre os tratamentos (média de 59,6%).

No outono, pastos manejados com 90% IL e 20 cm apresentaram menor PMSMM (15,1%) em relação aos demais tratamentos (média de 22,5%) e, no inverno, os tratamentos com 90% IL e 20 cm e com 95% IL e 30 cm apresentaram menores valores desta variável (média de 17,6%). Contudo, na primavera, os mesmos tratamentos (90% IL e 20 cm, e 95% IL e 30 cm) apresentaram os maiores valores de PMSMM (média de 17,5%) que com 95% IL e 20 cm (12,7%). Já no verão, pastos manejados com 90% IL e com 95% IL e 20 cm apresentaram os menores PMSMM (média de 12,1%).

As massas secas de lâminas foliares (MSLF) e de colmos (MSC) variaram com a interação entre interceptação luminosa e altura de resíduo ($p < 0,0001$ e $p < 0,0001$, respectivamente) e com a interação entre altura de resíduo e estação do ano ($p < 0,0001$ e $p < 0,0001$, respectivamente), conforme Tabela 7.

Tabela 7 Massas secas de lâminas foliares (MSLF) e de colmos (MSC) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Interceptação Luminosa/ Estação do ano	Altura pós-pastejo		EPM
	20 cm	30 cm	
MSLF (kg ha ⁻¹ MS)			
90% IL	1760 bB	1865 aA	38
95% IL	2041 aA	1838 bA	38
Outono	1758 aB	1681 aB	76
Inverno	1568 bC	1667 aB	39
Primavera	1673 aBC	1699 aB	48
Verão	2251 bA	2712 aA	50
MSC (kg ha ⁻¹ MS)			
90% IL	3679 bB	3875 aA	55
95% IL	4279 aA	3825 bA	55
Outono	3482 aB	2992 bD	105
Inverno	3296 aB	3338 aC	105
Primavera	3367 bB	4096 aB	105
Verão	4963 bA	5783 aA	105

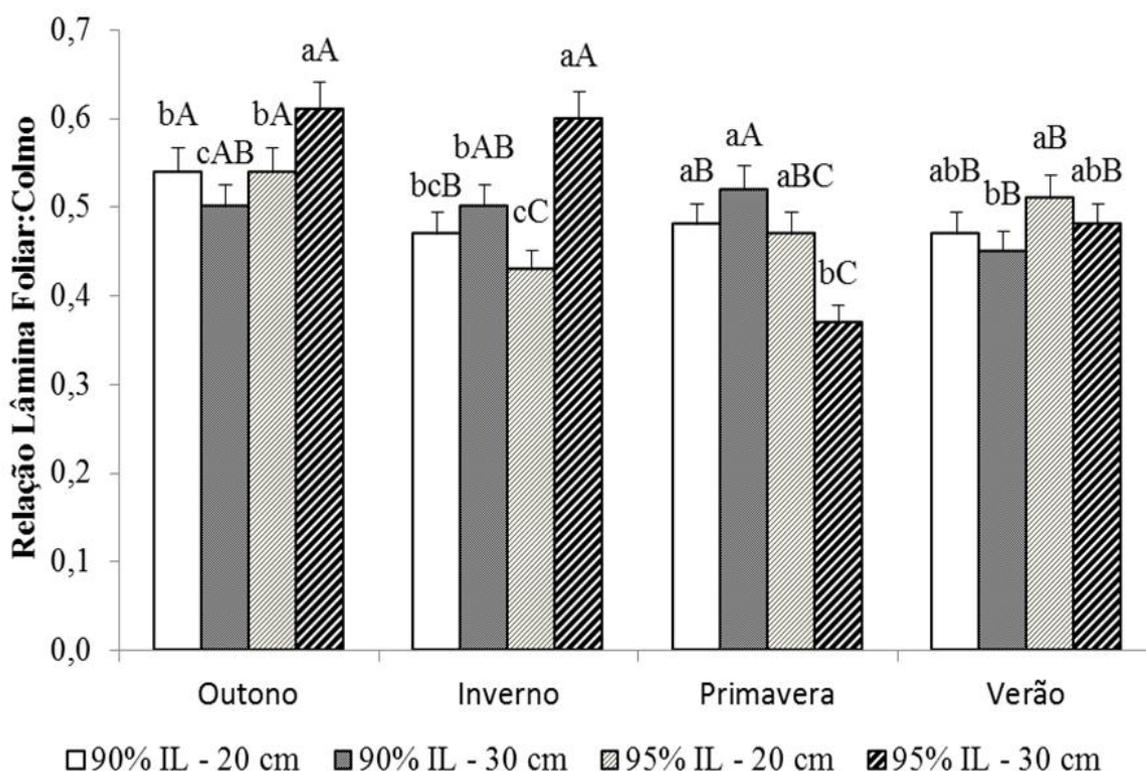
Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF ($p < 0,05$). EPM: erro padrão da média.

Quando manejados com 90% IL, maiores MSLF foram observadas em pastejos mais lenientes (1865 kg ha⁻¹ MS), já com 95% IL, maior valor foi observado em pastos manejados de forma mais severa (2041 kg ha⁻¹ MS). Para altura pós-pastejo de 20 cm, menor valor foi

verificado para pastos manejados com 90% IL (1760 kg ha⁻¹ MS), enquanto que, para o resíduo de 30 cm, não foi observada diferença entre as interceptações luminosas (média de 1852 kg ha⁻¹ MS). Nas estações de outono e primavera não houve diferença em relação à altura de resíduo (médias de 1720 e 1686 kg ha⁻¹ MS, respectivamente), porém no inverno e verão, maiores MSLF ocorreram para pastos manejados com 30 cm de altura de resíduo (1667 e 2712 kg ha⁻¹ MS, respectivamente), com maiores valores no verão (média de 2482 kg ha⁻¹ MS) em relação às demais estações para ambas as alturas de resíduo (média de 1674 kg ha⁻¹ MS).

Para a MSC foi observado comportamento semelhante aquele da MSLF, com maiores valores para 30 cm quando manejado com 90% IL (3875 kg ha⁻¹ MS), e para 20 cm (4279 kg ha⁻¹ MS) com 95% IL. Também foram observadas maiores MSC no verão (média de 5373 kg ha⁻¹ MS) em relação às demais estações (média de 3429 kg ha⁻¹ MS), com maiores valores para 95% IL tanto nesta estação como na primavera (5798 e 4096 kg ha⁻¹ MS, respectivamente). No outono, maior valor ocorreu com 20 cm (3482 kg ha⁻¹ MS), enquanto que, no inverno, não houve diferença em relação às alturas de resíduo (média de 3317 kg ha⁻¹ MS).

A RLFC (Figura 27) variou com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p < 0,0001$).



Letras minúsculas comparam as colunas dentro de cada estação e letras maiúsculas comparam o mesmo tipo de coluna entre as estações (PDIFF, $p < 0,05$).

Figura 27 Relação lâmina foliar: colmo (RLFC) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

No outono, maior RLFC foi observada com 95% IL e 30 cm e menor com 90% IL e 30 cm de altura de resíduo (0,61 e 0,50; respectivamente), já em pastos manejados com 20 cm, não houve diferença (média de 0,54). Valores similares aqueles do outono foram

observados no inverno em pastos com 95% IL e 30 cm e com 90% IL e 30 cm, porém, nesta última estação, estes foram menores para pastos manejados com 20 cm (média de 0,45). Na primavera foi observada menor RLFC para pastos manejados com 95% IL e 30 cm (0,37), e maiores para os demais tratamentos (média de 0,49) enquanto que, no verão, pastos manejados com 95% IL e 20 cm apresentaram maior RLFC (0,51) que aqueles mantidos com 90% IL e 30 cm (0,45), e ambos não diferiram daqueles com 90% IL e 20 cm e com 95% IL e 30 cm (média de 0,48).

A DVF (Tabela 8) variou com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p=0,0004$). No outono, pastos manejados com 90% IL e 30 cm apresentaram maior DVF ($155 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ MS}$) que os demais tratamentos (média de $123 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ MS}$). Já no inverno, maior DVF foi observada com 90% IL e 20 cm ($215 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ MS}$) e menor com 95% IL e 30 cm ($123 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ MS}$), enquanto que, na primavera, maior DVF ocorreu para pastos manejados com 95% IL e 30 cm ($156 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ MS}$), e no verão não foram observadas variações em relação à interceptação luminosa e altura de resíduo (média de $155 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ MS}$).

Tabela 8 Densidade volumétrica de forragem (DVF) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Altura pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
	DVF ($\text{kg ha}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ MS}$)				
Outono	122 bC	155 aA	130 bB	117 bB	7
Inverno	215 aA	176 bA	181 bA	123 cB	11
Primavera	129 bBC	133 bB	130 bB	156 aA	4
Verão	140 aB	154 aA	160 aA	164 aA	9

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF ($p<0,05$). EPM: erro padrão da média.

A $\text{MF}_{\text{PÓS}}$ e seus percentuais de lâminas foliares ($\text{PMSLF}_{\text{PÓS}}$), de colmos ($\text{PMSC}_{\text{PÓS}}$), e de material morto ($\text{PMSMM}_{\text{PÓS}}$) variaram com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p=0,0043$, $p<0,0001$, $p=0,0276$ e $p=0,0141$, respectivamente), conforme Tabela 9. No outono, pastos manejados com 30 cm apresentaram maiores $\text{MF}_{\text{PÓS}}$ (média de $4508 \text{ kg ha}^{-1} \text{ MS}$) em relação aqueles com menor altura de resíduo (média de $3540 \text{ kg ha}^{-1} \text{ MS}$). No inverno e na primavera, pastos manejados com 95% IL e 30 cm apresentaram maiores valores (4806 e $5245 \text{ kg ha}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente), e menores para os pastos manejados com 20 cm de altura pós-pastejo (médias de 3560 e $4007 \text{ kg ha}^{-1} \text{ MS}$) para o inverno e primavera, respectivamente. No verão, foram observadas maiores $\text{MF}_{\text{PÓS}}$ em relação às demais estações, com maior valor para pastos manejados com 95% IL e 30 cm ($7152 \text{ kg ha}^{-1} \text{ MS}$), seguido daqueles com 95% IL e 20 cm e com 90% IL e 30 cm (média de $5981 \text{ kg ha}^{-1} \text{ MS}$), e menor com 90% IL e 20 cm ($4539 \text{ kg ha}^{-1} \text{ MS}$).

Maiores $\text{PMSLF}_{\text{PÓS}}$ foram observados no outono e no verão para pastos manejados com menor interceptação luminosa (médias de 13,3 e 11,1%, respectivamente), enquanto que, no inverno, maior valor foi obtido com 95% IL e 30 cm (12,8%) e, na primavera, com 90% IL e 30 cm e com 95% IL e 20 cm (média de 12,5%).

Tabela 9 Massa de forragem em pós-pastejo ($\text{MF}_{\text{PÓS}}$) e seus percentuais de massas secas de lâminas foliares ($\text{PMSLF}_{\text{PÓS}}$), de colmos ($\text{PMSC}_{\text{PÓS}}$) e de material morto ($\text{PMSMM}_{\text{PÓS}}$), de

pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Alturas pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
MF _{PÓS} (kg ha ⁻¹ MS)					
Outono	3325 bC	4648 aB	3754 bB	4368 aC	195
Inverno	3431 cC	4053 bC	3688 bcB	4806 aBC	195
Primavera	4016 cB	4536 bB	3997 cB	5245 aB	195
Verão	4539 cA	5919 bA	6042 bA	7152 aA	195
PMSLF _{PÓS} (%MF _{PÓS})					
Outono	13,2 aA	13,3 aA	9,9 bB	8,4 cC	0,6
Inverno	9,7 bC	11,1 bB	7,4 cC	12,8 aA	0,6
Primavera	9,3 bC	13,2 aA	11,8 aA	10,3 bB	0,6
Verão	11,7 aB	10,4 abB	8,8 cBC	9,2 bcBC	0,6
PMSC _{PÓS} (%MF _{PÓS})					
Outono	64,3 aA	63,7 aA	61,2 aB	62,0 aA	1,4
Inverno	54,8 bB	60,8 abA	63,3 aAB	59,4 abA	2,4
Primavera	56,6 bB	61,6 aA	63,3 aAB	64,3 aA	1,6
Verão	59,4 cB	65,2 abA	66,1 aA	62,3 bcA	1,1
PMSMM _{PÓS} (%MF _{PÓS})					
Outono	23,7 bC	23,9 bB	28,9 aA	29,6 aA	1,3
Inverno	38,9 aA	28,1 bA	26,0 bAB	27,3 bA	1,3
Primavera	34,1 aB	27,3 bAB	25,0 bB	26,1 bA	1,3
Verão	25,7 abC	24,5 bB	25,0 abB	28,5 aA	1,3

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF (p<0,05). EPM: erro padrão da média.

Os PMSC_{PÓS} não variaram no outono (média de 62,8%). No inverno e na primavera, menores valores foram observados em pastos manejados com 90% IL e 20 cm (54,8 e 56,6%, respectivamente), porém no inverno, os valores destes não diferiram daqueles de pastos manejados com 30 cm (média de 60,1%). No verão, menores percentuais foram observados com 90% IL e 20 cm e com 95% IL e 30 cm (média de 60,9%).

No outono, os PMSMM_{PÓS} foram menores para pastos manejados com 90% IL (média de 23,8%), enquanto que, no inverno e na primavera, menores valores foram observados em pastos manejados com 95% IL e com 90% IL e 30 cm (médias de 27,1 e 26,1%, respectivamente). No verão, pastos manejados com 90% IL e 30 cm apresentaram menor PMSMM_{PÓS} (24,5%), e não diferiram daqueles com 20 cm (média de 25,4%).

A massa de forragem de perdas (MF_{PER}) e seus percentuais de massas secas de lâminas foliares (PMSLF_{PER}), de colmos (PMSC_{PER}) e de material morto (PMSMM_{PER}) variaram com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano (p<0,0001, p<0,0001, p<0,0001 e p=0,0008, respectivamente), conforme Tabela 10.

No outono, assim como no verão, foram observadas menores MF_{PER} nos pastos manejados com 95% IL e 30 cm (115 e 110 kg ha⁻¹ MS, respectivamente). Já no inverno, menor valor foi verificado em pastos manejados com 90% IL e 20 cm (94 kg ha⁻¹ MS) e, na primavera, em pastos manejados com 90% IL e com 95% IL e 20 cm (média de 133 kg ha⁻¹ MS).

Tabela 10 Massa de forragem de perdas (MF_{PER}) e seus percentuais de massas secas de lâminas foliares (PMSLF_{PER}), de colmos (PMSC_{PER}) e de material morto (PMSMM_{PER})

durante o pastejo em pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Alturas pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
MF _{PER} (kg ha ⁻¹ MS)					
Outono	253 aA	209 aA	149 bB	115 cB	18
Inverno	94 bC	143 aBC	171 aB	165 aA	14
Primavera	143 bB	134 bC	122 bC	196 aA	18
Verão	235 aA	163 bB	258 aA	110 cB	31
PMSLF _{PER} (%MF _{PER})					
Outono	15,7 cB	17,8 cC	32,3 aA	24,2 bB	1,2
Inverno	19,4 bB	19,4 bC	20,6 bB	32,5 aA	1,5
Primavera	17,2 bB	28,7 aB	31,2 aA	17,0 bC	1,0
Verão	27,9 bA	37,8 aA	35,5 aA	37,3 aA	2,4
PMSC _{PER} (%MF _{PER})					
Outono	32,4 bB	26,5 bC	42,9 aC	46,9 aA	3,0
Inverno	28,7 cB	39,4 bB	66,4 aA	41,1 bAB	2,6
Primavera	44,8 abA	48,1 aA	47,3 abBC	39,9 bAB	2,8
Verão	47,0 abA	44,7 bA	50,2 aB	39,3 cB	1,4
PMSMM _{PER} (%MF _{PER})					
Outono	49,9 aA	55,8 aA	27,9 bA	28,9 bB	3,5
Inverno	52,0 aA	41,2 bB	15,0 cB	15,8 cC	1,8
Primavera	31,0 bB	23,2 cC	27,9 bcA	45,9 aA	2,3
Verão	29,7 aB	17,6 bC	14,3 bB	20,0 bC	2,7

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF (p<0,05). EPM: erro padrão da média.

No outono, menores PMSLF_{PER} ocorreram em pastos manejados com 90% IL (média de 16,8%) e, no inverno, além destes, aqueles manejados com 95% IL e 20 cm também apresentaram menor valor (média de 19,8%). Enquanto que, na primavera, menores valores foram observados em pastos manejados com 90% IL e 20 cm e com 95% IL e 30 cm (média de 17,1%) e, no verão, com 90% IL e 20 cm (27,9%).

No outono, menores PMSC_{PER} foram observados em pastos manejados com 90% IL (média de 29,5%), no inverno para aqueles com 90% IL e 20 cm (28,7%) e, na primavera e verão, em pastos manejados com 95% IL e 30 cm (39,9 e 39,3%, respectivamente). Porém, na primavera, não foi observado diferença em relação aos pastos manejados com 30 cm de altura pós-pastejo (média de 46,5%).

No outono e no inverno, menores PMSMM_{PER} foram observados nos pastos manejados com 95% IL (médias de 28,4 e 15,4%, respectivamente). Na primavera os menores valores ocorreram em pastos manejados com 90% IL e 30 cm e com 95% IL e 20 cm (média de 25,6%), e maior para aqueles com 95% IL e 30 cm (45,9%), enquanto que no verão, pastos manejados com 90% IL e 20 cm apresentaram maior PMSMM_{PER} (29,7%) em relação aos demais tratamentos (média de 17,3%).

3.1.2 Acúmulo de forragem

O AF e a TAF (Tabela 11) variaram com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano (p=0,0127 e p=0,0017, respectivamente). No outono, não

houve variação no AF entre os tratamentos (média de 6071 kg ha⁻¹ MS). No inverno, foram observados maiores valores em pastos manejados com 90% IL e 30 cm e com 95% IL e 20 cm (média de 4621 kg ha⁻¹ MS) e, na primavera, em pastos manejados com 90% IL e 20 cm, com 90% IL e 30 cm, e com 95% IL e 20 cm (média de 3209 kg ha⁻¹ MS). No verão foram observados maiores AF em relação às demais estações e, para os pastos manejados com 95% IL (média 15756 kg ha⁻¹ MS) em relação aqueles com 90% IL (média de 10897 kg ha⁻¹ MS).

Tabela 11 Acúmulo de forragem (AF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Altura pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
	AF (kg ha ⁻¹ MS)				
Outono	6154 aB	6532 aB	6207 aB	5392 aB	503
Inverno	3440 bC	4769 aC	4473 aC	3335 bC	302
Primavera	3724 aC	2933 abD	2971 abD	2336 bD	459
Verão	11117 bA	10676 bA	16962 aA	14550 aA	1062
	TAF (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ MS)				
Outono	83 abB	95 aB	65 bcB	54 cB	7
Inverno	69 aC	38 cC	50 bC	34 cC	3
Primavera	35 bD	53 abC	60 aBC	49 abB	7
Verão	117 bA	132 abA	160 aA	146 abA	11

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF (p<0,05). EPM: erro padrão da média.

No outono, maiores TAF ocorreram em pastos manejados com 90% IL (média de 89 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS) e menor naqueles com 95% IL (média de 60 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS). No inverno, maior valor foi observado em pastos manejados com 90% IL e 20 cm (69 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS) e menores para aqueles com 30 cm em ambas as interceptações luminosas (média de 36 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS). Na primavera e no verão, maiores valores de TAF ocorreram para pastos manejados com 95% IL e 20 cm (60 e 160 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente), os quais não diferiram daqueles obtidos para pastos manejados com 30 cm em ambas as estações (médias de 51 e 139 kg ha⁻¹ dia⁻¹ MS, respectivamente). Tanto o AF quanto a TAF formam maiores no verão para todos os tratamentos, seguidos daqueles valores obtidos no outono para as mesmas variáveis.

3.1.2 Eficiência de colheita da forragem

A ECF (Tabela 12) variou com a interação entre interceptação luminosa e estação do ano (p=0,0066). Nas estações de outono, inverno e primavera, não foi observado diferença em relação à interceptação luminosa (médias de 72,5, 82,8 e 101,0%, respectivamente), já no verão, maior ECF foi observada em pastos manejados com 90% IL (91,3%) e menor com 95% IL (56,3%).

Tabela 12 Eficiência de colheita da forragem (ECF) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa		EPM
	90% IL	95% IL	
ECF (% AF)			
Outono	76,6 aB	68,4 aBC	6,2
Inverno	83,6 aAB	81,9 aAB	6,6
Primavera	102,9 aA	98,1 aA	11,5
Verão	91,3 aA	56,3 bC	3,6

Médias de uma mesma variável em um mesmo bloco, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF ($p < 0,05$). EPM: erro padrão da média.

Em pastos manejados com 90% IL, a menor ECF foi observada no outono (76,6%), com maiores valores nas estações de inverno, primavera e verão (média de 92,6%), sendo que no inverno, não foi observado diferença em relação ao outono. Quando manejados com 95% IL, menores ECF foram observadas nas estações do outono e verão (média de 62,4%), e maiores no inverno e primavera (média de 90,0%), para a qual também não foi observada diferença entre as estações de outono e inverno (média de 75,2%).

3.2 Discussão

3.2.1 Características estruturais

A ocorrência de menores ALT (Figura 26), em pastos manejados com 90% IL em relação à 95% IL (exceto para 95% IL com 30 cm, no outono e primavera), demonstra que existe correlação positiva entre interceptação de luz e altura do dossel forrageiro, e que para atingir níveis mais elevados de IL, conseqüentemente, há maior desenvolvimento da estrutura do dossel (CARNEVALLI, 2003; MELLO, 2002). As menores alturas observadas no inverno para pastos manejados com 90% IL, podem ser explicadas pela restrição dos fatores de crescimento (Figura 3 e Figura 4), associado aos menores intervalos de desfolhação (Figura 9). Nesse mesmo sentido, podem ser explicadas as maiores alturas ocorridas no verão, que apesar de valores bastante distintos, seguem o mesmo comportamento em relação aquelas citadas anteriormente. As variações da ALT em função das estações do ano, podem ser caracterizadas como uma adaptação do capim-estrela (plasticidade fenotípica) frente às diferentes condições do ambiente, já que para um mesmo nível de interceptação luminosa, foram observadas menores e maiores alturas do dossel no inverno e verão, respectivamente. Estudos demonstram que, independente da época do ano, as alturas dos dosséis tendem a ser constantes para 95% IL, com 90 cm para o capim-mombaça (CARNEVALLI, 2003; MONTAGNER, 2007), 70 cm para o capim-tanzânia (MELLO e PEDREIRA, 2004; BARBOSA, 2004), 25 cm para o capim-marandu (ZEFERINO, 2006) e 30 cm para o capim-xaraés (PEDREIRA, 2006). Contudo, os resultados obtidos no presente experimento, indicam que as alturas dos pastos do capim-estrela, correspondentes às interceptações luminosas de 90 e 95% IL, variam segundo as oscilações climáticas estacionais, possivelmente devido às diferenças em hábitos de crescimento e estrutura dos dosséis forrageiros existentes entre capins do gênero *Cynodon* em relação aqueles dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*.

As maiores MF observadas no verão (Tabela 6), são explicadas pelas melhores condições de crescimento nessa estação (Figura 3 e Figura 4), já que em elevadas temperaturas e disponibilidade hídrica adequada, a taxa fotossintética é alta (TAIZ e ZEIGER, 2009). As

elevadas MF observadas em pastos manejados com 95% IL (exceto para pastos manejados com 95% IL e 30 cm no outono e inverno), corroboram com Barbosa (2004), ao afirmar que a medida que aumentam os níveis de IL e altura do dossel, ocorrem aumentos na massa de forragem, o que também ocorre a partir de aumentos nos períodos de descanso (CORRÊA et al., 1998; SANTOS et al., 1999). O fato de terem sido observadas baixas MF com 95% IL e 30 cm no outono e inverno, podem ser explicadas pelas menores TAF (Tabela 11), e também pelas menores DVF (Tabela 8), já que as ALT não variaram nesse sentido (Figura 26). As maiores MF observadas com 30 cm, em pastos manejados com 90% IL no outono e verão, podem ser atribuídas às maiores MF_{PÓS} observadas em relação ao manejo com 20 cm, já que a MF_{PÓS} apresenta grande efeito sobre a capacidade de rebrota das forrageiras, além de apresentar efeito cumulativo, principalmente de colmos (CARNEVALLI, 2003).

Os baixos PMSLF observados para o capim-estrela se devem, principalmente, à grande proporção de colmos que este apresenta, característica essa que se expressa pelo fato desse capim ser uma espécie “colonizadora”, e com grande desenvolvimento de estolões (MISLEVY, 1989), o que reflete em baixa RLFC (Figura 27). Em relação à altura de resíduo, os maiores PMSLF para 90% IL no outono, e para 95% IL na primavera e verão em pastos manejados com 20 cm, podem estar relacionados às menores MF_{PÓS} ocorridas nessas condições, o que favoreceu maior desenvolvimento inicial de folhas, componente essencial para a captação da luz e retomada do crescimento (HODGSON, 1990). Os elevados PMSLF observados em pastos manejados com 95% IL e 30 cm no outono e inverno se devem às menores MF, possivelmente porque maior desenvolvimento de folhas ocorreu em detrimento daquele de colmos, face a necessidade de maior área foliar acumulada para interceptar 95% da RAF incidente.

Elevados PMSC observados no verão foram reflexos do maior desenvolvimento da estrutura do dossel, (Figura 26), conforme observado também por Carnevalli (2003), demonstrando o quão intimamente estão relacionadas essas variáveis, uma vez que, ao aumentar a disponibilidade de fatores de crescimento, e à medida que os perfilhos se desenvolvem, há maior competição por luz dentro do dossel, o que leva a planta à investir na produção de colmos (HODGSON, 1990). De maneira geral, não foi observado comportamento padrão para o PMSC, com alguns resultados que até contradizem a literatura (SANTOS, 2002, CÂNDIDO, 2003; CARNEVALLI, 2003), como é o caso dos menores PMSC observados em pastos manejados com 95% IL no outono, e dos maiores valores observados com 20 cm em pastejos com 90% IL (Tabela 6).

Os maiores PMSMM observados em pastos manejados com 30 cm, no outono e inverno para 90% IL, e na primavera e verão para 95% IL, podem ser explicados pela maior MF_{PÓS}, principalmente devido à maior área foliar residual em relação à pastos manejados de forma severa, já que essas massas apresentam idade fisiológica avançada e iniciam logo o processo de senescência. Os reduzidos PMSMM observados no verão podem estar relacionados tanto ao menor intervalo de desfolha (Figura 9), quanto à maior participação de folhas e colmos na massa de forragem, uma vez que nesta estação, o crescimento foi favorecido pelas melhores condições climáticas (Figura 3 e Figura 4), comportamento esse também observado por Barbosa (2004) durante a transição entre inverno e primavera.

As maiores MSLF, assim como de MSC, observadas com 90% IL em pastejos mais lenientes, e com 95% IL em pastejos com 20 cm (Tabela 7), podem ser consequência das maiores MF ocorridas com 90% IL e 30 cm nas estações de outono e verão, e com 95% IL e 20 cm nas estações do outono e inverno (Tabela 6). E menores MSLF observadas em pastejos com 20 cm no inverno e verão, foram consequência das menores MF_{PÓS} (Tabela 9), que pode ter limitado o processo de crescimento e acúmulo de folhas devido à menor área foliar residual, que é essencial para a rebrota pós-pastejo (CARNEVALLI, 2003), enquanto as

maiores MSLF no verão podem ter ocorrido devido às maiores MF, que também refletiram em maiores MSC.

Já as maiores MSC ocorridas na primavera e verão, em pastos manejados com 30 cm, são consequência do maior acúmulo de colmos, já que em pastejos mais lenientes ocorre maior seleção da dieta pelos animais (consumo de folhas), o que reflete em maior massa residual de colmos (DA SILVA e CARVALHO, 2005).

A baixa RLFC (Figura 27) observada para o capim-estrela, indica a necessidade da busca por estratégias de manejo que possam melhorar essa característica estrutural, uma vez que as folhas são as principais responsáveis pela captação da luz e trocas gasosas, com maior produção de fotoassimilados quanto maior for sua área (TAIZ e ZEIGER, 2009). Conforme observado em uma série de estudos, a intensidade de desfolhação tem sido bastante eficiente no controle do desenvolvimento de colmos (SANTOS, 2002, CÂNDIDO, 2003; CARNEVALLI, 2003), mas devido à diferenças no hábito de crescimento e ao grande desenvolvimento de estolões, esse preceito não se mostrou eficiente para o capim-estrela, com maiores RLFC para o tratamento com 95% IL e 30 cm nas estações do outono e inverno. Durante o outono e inverno, o tratamento com 95% IL e 30 cm, apresentou maiores valores de RLFC, possivelmente devido à maior quantidade de reservas orgânicas acumuladas em maior quantidade de colmos (CARVALHO et al., 2001) nesse tratamento em relação aos demais ter possibilitado maior desenvolvimento e crescimento de lâminas foliares em relação aqueles de colmos nos períodos de maior restrição dos fatores de crescimento (luz, temperatura, umidade e nutrientes). Já nos períodos de maior disponibilidade de fatores de crescimento (primavera e verão), pastos manejados de forma mais frequente e intensa, tendem a apresentar maior crescimento e desenvolvimento das lâminas foliares, em função, sobretudo, da maior penetração da RAF em seus dosséis forrageiros, o que pode ter refletido na similaridade das RLFC entre tratamentos no verão (Figura 27). Porém na primavera, o menor valor de RLFC verificado para o tratamento com 95% IL e 30 cm, pode ter sido consequência direta da restrição hídrica (Figura 4), que refletiu em elevado PMSMM (Tabela 6), sobretudo representado pela morte de folhas.

A maior DVF observada com 90% IL e 20 cm no inverno, foi reflexo da reduzida ALT (Figura 26), já que para essas condições, não foi observada redução na MF (Tabela 6). Também foram observadas elevadas DVF no verão apesar de terem sido encontradas maiores ALT, uma vez que houve também maiores MF nesta estação (Tabela 6). Somente na estação de outono para manejos com 90% IL, e na primavera com 95% IL, foram observados aumentos na DVF em função de aumentos na altura pós-pastejo, comportamento esse observado também por Bueno (2003) nas estações do verão e outono/inverno. A menor DVF observada no inverno para o tratamento com 95% IL e 30 cm, é explicada pela menor MF verificada nessa estação. As menores DVF observadas para o capim-estrela no presente estudo ($149 \text{ kg cm}^{-1}\text{ha}^{-1} \text{ MS}$) em relação aquelas relatadas por Carnevalli et al. (2001) para capim-coastcross ($290 \text{ kg cm}^{-1}\text{ha}^{-1} \text{ MS}$) se devem às diferenças existentes entre as espécies, uma vez que a estrutura do capim-estrela é bem distinta do coastcross.

As menores MF_{PÓS} observadas em pastos manejados de forma mais severa (20 cm), demonstram que ocorreu maior remoção da MF pelos animais, que pode ser favorável por reduzir as perdas por senescência das folhas remanescentes (HODGSON et al., 1981), ou pode retardar a rebrota do pasto e afetar o acúmulo de forragem, pois a área foliar residual é de suma importância para o rebrote pós-pastejo (CARNEVALLI, 2003). As maiores MF_{PÓS} observadas com 95% IL em relação à 90% IL em pastejos mais lenientes nas estações de inverno, primavera e verão, podem ser explicadas pelo maior desenvolvimento de estrutura do dossel e acúmulo de colmos, comportamento característico de maiores intervalos de desfolha (SANTOS, 2002). As maiores MF_{PÓS} observadas no verão podem ser explicadas pelo elevado AF nessa estação (Tabela 11), que associados ao elevado desenvolvimento e crescimento de

colmos, pode ter restringido o consumo (SBRISSIA e DA SILVA, 2001; CÂNDIDO, 2003; CARVALHO et al., 2005).

Os PMSLF_{PÓS} do capim-estrela foram relativamente baixos (média de 10,7%) quando comparado àqueles observados para capins do gênero *Panicum* (BARBOSA, 2004; BUENO, 2003; CARNEVALLI, 2003), e essa diferença se deve, principalmente à baixa RLFC que refletiu em baixos PMSLF_{PÓS} (Tabela 9). Os menores PMSLF_{PÓS} observados em pastos manejados com 95% IL no outono e verão, podem ser consequência da maior evolução do dossel, com grande proporção de colmos na massa de forragem, levando o animal à selecionar mais folhas, o que possivelmente reduziu a proporção deste componente na MF_{PÓS}. A maior altura de resíduo proporcionou maiores PMSLF_{PÓS} em pastos manejados com 90% IL na primavera, e com 95% IL no inverno, comportamento este que não ocorreu com 95% IL nas estações outono e primavera, possivelmente devido ao maior PMSC_{PÓS}.

Os reduzidos PMSC_{PÓS} observados com 90% IL e 20 cm nas estações do inverno, primavera e verão, podem ter ocorrido devido ao menor acúmulo de colmos e à maior remoção destes, característico de pastejos mais frequentes e mais intensos (BARBOSA, 2004, BUENO, 2003; CARNEVALLI, 2003). Os menores PMSC_{PÓS} obtidos com 90% IL em pastejos mais lenientes nas estações da primavera e verão, revelam menor remoção deste componente, uma vez que foram observados elevados PMSC nessas condições.

Os maiores PMSMM_{PÓS} ocorridos no outono para pastos manejados com 95% IL, podem ser explicados pelos elevados PMSMM. No verão, o maior PMSMM_{PÓS} observado com 95% IL em pastejo mais leniente, pode ser atribuídos tanto ao maior intervalo de desfolha quanto à maior MF_{PÓS} quando comparado ao pastejo mais severo, causando maior senescência devido à longevidade das folhas. O maior PMSMM_{PÓS} observado em pastos manejados com 90% IL nas estações de inverno e primavera se devem aos reduzidos PMSLF_{PÓS} e PMSC_{PÓS} (Tabela 9).

As perdas de forragem do capim-estrela foram expressivamente menores (média de 171 kg ha⁻¹ MS ou 2,4% da MF) que aquelas relatadas para o capim-Mombaça, tanto por Quadros et al. (2001), que obtiveram média de 14,5% de perdas na MF, como por Carnevalli et al. (2006), que relataram perdas de 2530, 900 e 1530 kg ha⁻¹ MS nas estações de verão, outono/inverno e primavera, respectivamente, e por Teixeira et al. (1999) para o capim-tobiatã, que reportaram perdas que variaram de 8,7 à 13,8% da MF. Estas reduzidas perdas verificadas para o capim-estrela podem ser atribuídas tanto às diferenças morfológicas do capim-estrela em relação aos capins acima citados, com maior participação de colmos na massa de forragem, quanto ao seu hábito de crescimento prostrado, que pode ter facilitado a apreensão e manipulação da forragem pelos animais (CARVALHO et al., 2004). As elevadas MF_{PER} observadas em pastejos de forma mais severa no verão, podem estar relacionadas tanto às maiores MF, quanto à maior ação dos animais sobre o dossel, uma vez que maior porção do estrato forrageiro é removido nessa condição, comportamento esse também observado no outono em pastos manejados com 95% IL.

Os elevados PMSLF_{PER} observados no verão podem ter ocorrido como consequência das maiores MF observadas nesta estação, que aliado à elevados PMSLF, proporcionaram maior participação deste componente morfológico nas perdas, mesmo sendo este o componente mais selecionado pelos animais em pastejo. Os menores PMSLF_{PER} observados no outono em pastos manejados com 90% IL, corroboram os resultados obtidos por Carnevalli (2003), que observou maior perda de folhas à medida que aumentou o nível de IL, e os maiores PMSLF_{PER} observados em pastejos mais lenientes, no outono e primavera para pastos manejados com 95% IL, podem ser atribuídos à maior ação dos animais em pastejo, uma vez que maior foi o estrato do dossel removido.

Os maiores PMSC_{PER} observados em pastejos com 20 cm, sob 95% IL nas estações do inverno e verão, podem ser atribuídos à maior ação dos animais no pastejo, com maior

remoção do extrato em relação à pastejos mais lenientes. No outono, os maiores $PMSC_{PER}$ observados em pastejos com 95% IL, podem ser atribuídos aos menores $PMSMM_{PER}$, uma vez que os $PMSLF_{PER}$ também foram elevados (Tabela 10).

Os maiores $PMSMM_{PER}$ observados em pastejos mais lenientes no inverno, primavera e verão, quando pastos foram manejados com 90% IL, podem ser explicados pelo menor consumo deste componente pelos animais, uma vez que foram observados também elevados $PMSMM_{POS}$ nessas condições (Tabela 9).

De maneira geral, o capim-estrela apresentou características bastante particulares em relação aos demais capins tropicais que já foram estudados sob lotação intermitente, como base no uso de interceptação luminosa como critério de manejo. É um capim que apresenta elevada proporção de colmos na massa de forragem, principalmente devido à característica de produzir grande quantidade de estolões, fato que pode ter promovido a não ocorrência de um padrão muito bem definido em relação à interceptação luminosa e altura de resíduo para as características estruturais, conforme observado para os capins do gênero *Panicum* (SANTOS, 2002; BUENO, 2003; CARNEVALLI, 2003; BARBOSA, 2004) e *Brachiaria* (PEDREIRA, 2006, ZEFERINO, 2006). Outra hipótese é que os níveis de interceptação luminosa testados não foram efetivos para a observar tal padrão, pois não foi avaliada condição em que o dossel forrageiro interceptasse mais que 95% IL, portanto, não foi promovida condição de restrição de luz dentro do dossel forrageiro, com consequentes modificações expressivas na estrutura do dossel.

3.2.2 Acúmulo de forragem

Os maiores AF observados no verão são consequência das melhores condições de crescimento nessa estação, que proporcionaram, além de maiores MF (Tabela 6), maior número de ciclos de pastejo (3 ciclos). Nesta estação, os maiores AF em pastos manejados com 95% IL se devem às maiores MSLF e MSC (Tabela 7), uma vez que, em períodos de descanso mais longos, ocorre maior acúmulo desses componentes, principalmente de colmos (GOMIDE et al., 2002). Pode ser também que, em pastejos realizados antes de atingir a condição de 95% IL, ocorra a subutilização da luz incidente, o que resulta em menor acúmulo de forragem (BARBOSA, 2004). Bueno (2003) observou maior acúmulo de forragem em pastejos mais severo, já Gomes (2001) obteve maior produção de forragem com a menor intensidade de desfolhação (oferta de 12% do peso animal), resultando, contudo, em aumento no acúmulo de hastes em relação às lâminas foliares.

De forma similar, as maiores TAF observadas no verão, também são explicadas pelas melhores condições de crescimento, com balanço hídrico positivo e temperaturas elevadas (Figura 3 e Figura 4). Neste mesmo sentido podem ser explicadas as baixas TAF observadas no inverno e primavera, com condições menos favoráveis para o crescimento, além de coincidir com o período reprodutivo desta espécie (MISLEVY et al., 1989). As menores TAF observadas com 30 cm no inverno, podem ser consequência dos maiores intervalos entre pastejos quando comparados aos de 20 cm (Figura 9), corroborando com Bueno (2003), que observou menores valores em pastejos mais lenientes. As baixas TAF observadas no outono e inverno em pastos manejados com 95% IL e 30 cm, refletiram em menores MF, assim como para 90% IL em pastejos mais lenientes na primavera e verão (Tabela 6). Possivelmente, a presença de maior massa residual (folhas, colmos, e material morto), dificultou a penetração de luz no interior do dossel, com consequente redução do perfilhamento, surgimento e crescimento de novas folhas, o que refletiu em menor TAF (Tabela 11).

3.2.3 Eficiência de colheita da forragem

Nas estações de outono, inverno e primavera, foi observado pequena variação numérica, com maiores valores para pastos manejados de forma mais frequente (90% IL), porém, não foi constatada diferença estatística, que pode estar associado à restrição de fatores de crescimento e ao menor acúmulo de forragem em relação ao verão (Tabela 11), de modo que a redução no intervalo de desfolha não proporcionou maior ECF, pois esta é uma proporção de forragem consumida em relação aquela acumulada (HODGSON, 1979). Já no verão, a menor ECF observada em pastos manejados com 95% IL pode ser explicada pelo maior acúmulo de forragem (Tabela 11), aliado ao maior intervalo de desfolha, que proporciona maior senescência foliar (PARSONS et al, 1983) e maior desenvolvimento e crescimento de colmos (DA SILVA e SBRISSIA, 2001), uma vez que em plantas de clima tropical, o colmo é um componente limitante do consumo (DA SILVA e CARVALHO, 2005) e reflete em menor eficiência de utilização da forragem (GUARDA 2010). Como a colheita e a utilização da forragem são processos antagônicos, que estão diretamente relacionados com a intensidade do pastejo (CARVALHO et al., 2004), esperava-se que houvesse efeito de altura de resíduo, porém, esta pode não ter ocorrido devido ao hábito de crescimento prostrado e à grande quantidade de estolões que apresenta o capim-estrela, de forma que após reduzir a quantidade de lâminas foliares disponíveis, o animal reduz o tempo e aumenta o número de estações de pastejo (CARVALHO e MORAES, 2005), que pode ter provocado o rebaixamento da vegetação por ação do pisoteio. Contudo, há um consenso de que, dentro de certos limites, quanto mais frequente e mais severa for a desfolhação, maior será a oportunidade de colheita e eficiência de utilização da forragem produzida (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). As elevadas ECF observadas na primavera podem estar relacionadas aos baixos acúmulos de forragem nesta estação (Tabela 11), de forma que o consumo foi praticamente o mesmo que o acúmulo de forragem, com colheita de aproximadamente 100% da forragem que cresceu nesse período. No presente estudo, as ECF foram evidentemente superiores à sugerida por Carvalho et al. (2004), que afirmam que a amplitude ótima estaria entre 60 e 70% de eficiência de colheita da forragem, dentro desse intervalo haveria reduzidas perdas de forragem e elevado rendimento animal. As menores ECF observadas em manejo menos frequente (95% IL) nas estações de outono e verão, evidenciam a relação entre maior acúmulo de forragem nessas estações, com o maior desenvolvimento de estrutura quando manejado com 95% IL.

4 CONCLUSÕES

A interceptação luminosa e a altura de resíduo tem influência sobre as características estruturais e produtivas do capim-estrela, e maior nível de interceptação luminosa reduz a eficiência de colheita da forragem no verão.

O capim-estrela apresenta elevada produção de colmos na massa de forragem, o que reflete na sua baixa relação lâmina foliar:colmo.

O hábito de crescimento e a estrutura morfológica do capim-estrela impedem a caracterização de um padrão de variação de seus componentes morfológicos em função dos níveis de interceptação luminosa e altura de resíduo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo.** 2004. 138p. Tese (Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BROUGHAM, R.W. A study in rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.6, n.6, p.804-812, 1955.
- BROUGHAM, R.W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.9, n.1, p.39-52, 1958.
- BROUGHAM, R.W. The effects of frequency and intensity of grazing on the productivity of a pasture of short-rotation ryegrass and red and White clover. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.2, p.1232-1248, 1959.
- BROUGHAM, R.W. The effects of frequent hard grazings at different times of the year on the productivity and species yields of a grass-clover pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.3, n.1, p.125-136, 1960.
- 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. 135p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CAMARGO, A.P.; MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C. PICINI, A.G. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e super úmidos, com base na amplitude térmica diária. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7 n.2, p.251-257, 1999.
- CÂNDIDO, M.J.D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso.** 2003. 149p. Tese (Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. 149p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agronômicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.2, p.489-499, 1999.
- 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. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.40, n.4, p.165-176, 2006.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross submetidas a regime de desfolha sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.6, p.919-927, 2001.

CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L., CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *cynodon* spp. sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.667-674, 2001.

CARVALHO, P.C.F.; CANTO, M.W.; MORAES, A. Fontes de perdas de forragem sob pastejo: forragem se perde? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p.387-418.

CARVALHO, P.C.F.; GENRO, T.C.M.; GONÇALVES, E.N.; BAUMONT, R.A estrutura do pasto como conceito de manejo: reflexos sobre o consumo e a produtividade. In: **Volumosos na Produção de Ruminantes**, Jaboticabal: Funep, 2005. p.107-124.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: **Manejo sustentável em pastagem**, Maringá: UEM, 2005.v.1, p.1-20. CD-ROM.

CORRÊA, L.A.; FREITAS, A.R.; BATISTA, L.A.R. Níveis de nitrogênio e frequências de corte em 12 gramíneas forrageiras tropicais. I – produção de matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998.

DA SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/subtropics. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS – GRASSLAND A GLOBAL RESOURCE, 20., 2005, Dublin. **Proceedings...** Dublin: University College of Dublin, 2005.

DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p.155-186.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006. p.1-42.

DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.1-62.

DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.71-88.

DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L.; SANTOS, G.A. CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; AMARAL SOBRINHO, N.M.; PEREIRA, N.N.; EIRA, P.A.; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: UFRRJ, 1990. 179p.

DONALD, C.M. Competition for light in crops and pastures. In: SYMPOSIUM OF THE SOCIETY FOR EXPERIMENTAL BIOLOGY, 15., 1961, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: University Press, 1961. p.283-313.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. - Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

GOMES, M.A. **Efeitos de intensidade de pastejo e períodos de ocupação da pastagem na massa de forragem e nas perdas e valor nutritivo da matéria seca do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça)**. 2001. 112p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, O.G. Morfogênese e acúmulo de biomassa em capim-mombaça sob pastejo rotacionado observando diferentes períodos de descanso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...**, Recife: SBZ, 2002. (CD-ROM forragicultura).

GUARDA, V.D.A. **Frequência e severidade de desfolhação e eficiência de utilização de forragem em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua e ritmos de crescimento induzidos por fertilização nitrogenada**. 2010. 118p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

HODGSON, J. Nomenclature and definitions in grazing studies. **Grass and Forage Science**, Malden, v.34, n.1, p.11-18, 1979.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**, New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

HODGSON, J. BIRCHAM, J.S.; GRANT, S.A.; KING, J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: SIMPOSIUM ON PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 1981, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: British Grassland Society, 1981, p.51-62.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**, New York: CAB International, 2000. p.103-122.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, Wallingford: CAB International, 2000. p. 265-288.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: **The ecology and management of grazing systems**, London: CAB International, 1996. cap.1, p.3-36.

LEMAIRE, G., DA SILVA, S.C., AGNUSDEI, M., WADE, M.; HODGSON, J. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. **Grass and Forage Science**, Malden, v.64, n.4, p.341–353, 2009.

MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: **Managed Grasslands Analytical Studies**. New York: Elsevier Science Publishing New York, 1987. 285p.

MELLO, A.C.L. **Respostas morfofisiológicas do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada**. 2002. 82p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia- 1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.282-289, 2004.

MISLEVY, P.; BROWN, W.F.; CARO-COSTAS, R.; VICENTE-CHANDLER, L.S.; DUNAVIN, D.W.; HALL, R.S.; KALMBACHER, A.J.; OVERMAN, O.C.; RUELKE, R.M.; SONODA, A.; SOTOMAYOR-RIOS, R.L.; STANLEY, JR.; WILLIAMS, M.J. **Florico stargrass**. Gainesville: University of Florida, 1989. 15p.

MONTAGNER, D.B. **Morfogênese e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo**. 2007. 75p. Tese (Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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.

PAIVA, A.J. **Dinâmica da população de perfilhos e de touceiras em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo**. 2013. 120p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A.; BARRETO, M.Z.; SANTOS, M.C.F. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.1860-1870, 2005.

PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLET, B.; PENNING, P.D.; LEWIS, J. The physiology of grass production under grazing II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, London, v.20, p.127-139, 1983.

PEARSON, C.J.; ISON, R.L. **Agronomia de los sistemas pastoriles**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1994. 157p.

PEDREIRA, B.C. **Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. Cv. Xaraés] submetidos a estratégias de pastejo rotacionado**. 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEDREIRA, J.V.S.; MATTOS, H.B. Crescimento estacional de cultivares de capim-elefante. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.39, n.1, p.29-41, 1982.

PONTES, L.S. **Dinâmica do crescimento em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejadas em diferentes alturas**. 2001. 111p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

QUADROS, P.S.; RODRIGUES, L.R.A.; FAVORETTO, V.; MALHEROS, E.B.; RAMOS, A.K.B. Perdas de forragem em pastagens dos cultivares tanzânia e mombaça de *P. maximum* Jacq. adubadas com 4 doses de N, P e K. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 294-296.

SANTOS, P.M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: Um desafio.** 2002. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SANTOS, P.M.; CORSI, M., BALSALOBRE, M.A.A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.2, p.244-249, 1999.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38.,2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.731-754.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TEIXEIRA, E.I., MATTOS, W.R.S., CAMARGO, A.C.; ROSSETO, F.A.A.; TEIXEIRA, C.S.P. Avaliação de produção e utilização de uma pastagem de capim Tobiata (*Panicum maximum* cv. Tobiata) sob pastejo rotacionado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.2, p.349-355, 1999.

WILSON, D.B.; MOGUIRE, W.S. Effects of clipping and nitrogen on competition between three pasture species. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.41, n.3, p.631-642, 1961.

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, Philadelphia, v.22, n.4, p.1079-1106, 1993.

ZEFERINO, C. V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte.** 2006. 194p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CAPÍTULO III

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FORRAGEM DO CAPIM-ESTRELA MANEJADO SOB ESTRATÉGIAS DE LOTAÇÃO INTERMITENTE

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a composição química da forragem em pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico), manejados com intercepções luminosas em pré-pastejo (90 e 95% de IL) e duas alturas de resíduo em pós-pastejo (20 e 30 cm) durante as estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013. O experimento foi conduzido na Pesagro-Rio, Seropédica - RJ, em 16 piquetes de 300 m² cada, dispostos sob delineamento de blocos completos casualizados, sob arranjo fatorial 2x2, com quatro repetições. Foram avaliados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e celulose (CEL) da forragem do capim-estrela. Os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do SAS[®] e as médias dos tratamentos estimadas pelo LSMEANS e comparadas pela PDIFF (p<0,05). Os teores de MS, MM, PB, FDN, FDA, CEL e LIG variaram com a interação entre intercepção luminosa, altura de resíduo e estação do ano. Menores teores de MS foram observados no verão, e no outono com 95% IL (19,8 e 19,6%, respectivamente), e maiores valores no inverno com 95% IL e 20 cm e na primavera com 95% IL e 30 cm (29,8 e 31,7%, respectivamente). Os teores de MM variaram de 8,7 à 9,8% e não apresentaram padrão definido de variação. Pastos manejados com 90% IL e 30 cm apresentaram elevados teores de PB no outono, primavera e verão (14,8, 15,8 e 16,7%, respectivamente), e maior valor com 90% IL e 20 cm no inverno (15,8%). Menores teores de FDN foram observados com 90% IL e 30 cm no outono e primavera (média de 70,3%), com 90% IL e 20 cm no inverno (66,1%), e com 30 cm no verão (69,4%). Comportamento similar foi observado para FDA, com média de 32,2% com 90% IL e 30 cm no outono e primavera, 28,3% com 90% IL e 20 cm no inverno, e 33,3% com 30 cm no verão. Pastos manejados com 95% IL e 20 cm apresentaram elevados teores de CEL (média de 28,1%) em todas as estações. Os teores de LIG foram menores com 95% IL no outono (4,7%), com 90% IL e 20 cm no inverno (4,4%), com 95% IL e 30 cm no verão (4,0%), e não variaram na primavera (média de 4,9%). A intercepção luminosa e a altura de resíduo afetaram de forma conjunta a composição química da forragem, pois alteraram o estágio fisiológico das plantas e a proporção da forragem removida pelos animais, de modo que pastejos com 90% IL, associados à desfolhações com 30 cm de altura de resíduo, proporcionaram melhor composição química da forragem durante as estações do ano.

Palavras-chave: Estrato pastejado, idade fisiológica das plantas, valor nutritivo da forragem

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the forage chemical composition of the stargrass pastures (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico), managed with two light interception in pre-grazing (90 and 95% of LI) and two stubble height in post-grazing (20 and 30 cm) during the autumn, winter and spring of 2012 and summer of 2013 seasons. The experiment was carried out at Pesagro-Rio, Seropédica-RJ, in 16 paddocks with 300 m² each, arranged under a randomized complete block design in a 2x2 factorial arrangement with four replications. Were evaluated the dry matter (MS), mineral matter (MM), crude protein (PB), neutral detergent insoluble fiber (FDN), acid detergent insoluble fiber (FDA), cellulose (CEL) and lignin (LIG) contents. The data were analyzed by the SAS[®] PROC MIXED, 9.2 version, and the means of treatments estimated by LSMEANS and compared by PDIFF (p<0.05). The MS, MM, PB, FDN, FDA, CEL and LIG contents varied with the interaction between light interception, stubble height and seasons. Lowest MS contents occurred in summer, and fall with 95% LI (19.8 and 19.6%, respectively), and highest value in winter with 95% LI and 20 cm and spring with 95% LI and 30 cm (29.8 and 31.7%, respectively). The MM content varied between 8.7 to 9.8% and did not show a defined pattern of variation. Swards managed with 90% LI and 30 cm presented highest PB levels in the fall, spring and summer (14.8, 15.8 and 16.7%, respectively), and highest value with 90% LI and 20 cm in winter (15.8%). Lowest FDN contents occurred with 90% LI and 30 cm in the fall and spring (average 70.3%), with 90% LI and 20 cm in winter (66.1%), and with 30 cm in summer (69.4%). A similar behavior was observed for FDA, with an average of 32.2% with 90% LI and 30 cm in fall and spring, 28.3% with 90% LI and 20 cm in winter, and 33.3% with 30 cm in summer. Swards managed with 95% LI and 20 cm showed high CEL contents (average 28.1%) in all seasons. The LIG contents were lowest with 95% LI in autumn (4.7%), with 90% LI and 20 cm in winter (4.4%), with 95% LI and 30 cm in the summer (4.0%), and did not variation in the spring (4.9%). The light interception and the stubble height jointly affected the forage chemical composition by alter the plants physiological stage and the proportion of forage removed by animals, so the grazing with 90% LI associated with 30 cm of stubble height provided the best forage chemical composition during the seasons.

Key words: Forage nutritive value, grazed stratus, plants physiological age

1 INTRODUÇÃO

O valor nutritivo das plantas forrageiras é determinado por sua composição química e pela digestibilidade dos nutrientes presentes em sua matéria seca (EUCLIDES, 1995; NUSSIO et al., 1998). Nesse sentido, a associação do valor nutritivo com o consumo voluntário e interação de fatores hereditários e ambientais, determinam a qualidade de uma planta forrageira, que é a responsável por gerar desempenho animal em sistemas de pastagens (MOTT, 1970; MOORE, 1994).

O valor nutritivo das plantas é afetado por fatores morfológicos, fisiológicos e ambientais, e o seu declínio está associado ao aumento da idade das plantas, pois à medida que estas se desenvolvem, há modificação da estrutura do dossel e de seus constituintes, de modo que são afetados os teores de fibra, proteína bruta, minerais, e consequente, sua digestibilidade (CROWDER e CHHEDA, 1982; VAN SOEST, 1994; VIEIRA et al., 1999). Condições climáticas favoráveis ao acúmulo de massa seca, fazem com que ocorram alterações no desenvolvimento morfológico das plantas, afetando seus atributos produtivos e nutricionais (RAMOS, 1997).

O arranjo estrutural dos componentes do dossel é um importante fator que afeta o rendimento animal sob pastejo, e sofre grande influência das estratégias de manejo adotadas (SILVA et al., 1994). De acordo com Wilson (1976), do topo para a base do perfilho há aumento gradativo nos teores de parede celular e decréscimo nos teores de proteína e digestibilidade da forragem.

A medida que as plantas se desenvolvem, ocorre aumento dos teores dos componentes presentes na parede celular, e estas evoluem do estágio vegetativo para o de maturidade (BLASER, 1988), aumentando a proporção da parede em relação ao conteúdo celular, principalmente devido ao desenvolvimento da parede celular secundária (VAN SOEST, 1994; VALENTE et al. 2011). A proporção dos tecidos e a espessura da parede celular são características que estão diretamente relacionadas com o valor nutritivo das gramíneas, estas apresentam alta correlação com os teores de fibra e proteína, assim como com os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (PACIULLO, 2002).

Os compostos químicos de um alimento podem estar presentes no conteúdo celular (solúveis), ou na constituição da parede celular (insolúveis), destacando-se os teores de proteína bruta e de fibra insolúvel em detergente neutro, de forma que a digestibilidade guarda uma estreita relação com esses componentes (WILSON e HATTERSLEY, 1989; QUEIROZ e GOMIDE, 2000; PACIULLO et al. 2001).

Na avaliação do valor nutritivo das plantas forrageiras, o estudo do teor de proteína bruta (PB), das fibras em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), somado aquele da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), assumem papel muito importante na análise qualitativa das espécies de gramíneas e de leguminosas forrageiras, haja vista que esses parâmetros podem influenciar direta ou indiretamente o consumo de matéria seca (VAN SOEST, 1994), e no desempenho animal (POPPI et al., 1987). A determinação da lignina é de fundamental importância por ser este um componente químico que limita a digestibilidade das forrageiras (WILSON et al., 1991; HATFIELD et al., 1999). O principal mecanismo de inibição se deve ao impedimento físico do acesso ao centro de reação de constituintes potencialmente digestíveis, como a proteína, celulose e hemicelulose, o que reduz a digestibilidade da forragem (JUNG e DEETZ, 1993).

Em estudos de valor nutritivo, as frações proteica e fibrosa são as mais comumente analisadas, e sua variação está diretamente relacionada com a maturidade da planta, de modo que, com o aumento da produção de massa seca, ocorre declínio na proporção de folhas e no teor de proteína bruta da forragem (BUENO, 2003). A deficiência de proteína devido à grande

concentração de carboidratos estruturais presentes em forrageiras de clima tropical (menos que 7% de PB), pode restringir o funcionamento do rúmen devido a diminuição da proliferação dos microrganismos no rúmen, que pode influir no consumo e produção animal (MINSON, 1990; EUCLIDES, 1995).

A qualidade da forragem está diretamente associada à forma como alimento está disponível ao animal, ou seja, fatores relacionados à estrutura do dossel, como a altura, disposição e proporção dos componentes morfológicos (PALHANO et al., 2005), de modo que as características físicas da forragem influenciam na proporção de material foliar removido, devido, principalmente ao esforço despendido no processo de apreensão da forragem (ILLIUS et al., 1995). Do topo para a base do dossel, há um gradiente de aumento do tecido esclerenquimático e de espessamento da parede celular, de forma que quanto mais próximo ao solo, maiores os teores de fibra e lignina (QUEIROZ e GOMIDE 2000), conseqüentemente, menores os teores de proteína bruta, uma vez que a maior proporção de folhas encontra-se no topo do dossel (PALHANO et al., 2005), além de haver diferença entre os teores de proteína da folha e do caule (SARMENTO et al., 1997), de modo que seria importante privilegiar práticas de manejo do pastejo que elevem a proporção de folhas, melhorando o valor nutritivo das plantas.

A medida que aumenta o nível de interceptação luminosa (acima de 95% IL), há um declínio na proporção de folhas e o maior acúmulo passa a ser proveniente de hastes (BUENO, 2003; CARNEVALLI, 2003), e quando a planta passa do estágio vegetativo para a o de maturidade, há redução na qualidade da forragem devido o aumento dos componentes da parede celular (BLASER, 1988). Ao avaliar a composição morfológica e o valor nutritivo dos pastos de capim-mombaça, Bueno (2003) observou que pastos que tiveram sua rebrota interrompida após 95% de IL, apresentavam maiores proporções de colmo e de material morto na massa de forragem, o que refletiu de forma negativa em seu valor nutritivo, com redução do teor de proteína bruta e da digestibilidade da matéria seca. Nesse mesmo sentido, Corsi e Santos (1995) afirmaram que a presença da haste determina o declínio acentuado da digestibilidade de gramíneas tropicais, porém é imprescindível para manter elevadas produtividades.

Pastos manejados sob o critério de 95% IL tendem a manter níveis de valor nutritivo da forragem bastante estáveis, caracterizados por concentrações de proteína bruta da ordem de 14 a 18%, e digestibilidade da matéria seca de 60 a 70% (ANDRADE, 2003; BUENO, 2003; DIFANTE, 2005), ou seja, níveis satisfatórios para proporcionar bom desempenho animal, tanto para vacas leiteiras quanto para bovinos de corte. A intensidade da desfolhação é determinante da qualidade da forragem consumida pelos animais em pastejo, pois, de acordo com Stobbs (1975), as folhas superiores são as primeiras a serem consumidas, seguidas das folhas nos estratos mais inferiores e, em pastejos mais forçados, caules e material senescente, reduzindo dessa forma a qualidade da dieta.

Conforme observado por Hassan et al. (1990) e Singh (1995), há aumentos na produção de forragem à medida que aumenta o intervalo entre cortes, contudo, há uma queda considerável no valor nutritivo da mesma. Desta forma, não é aconselhável manejar os pastos com períodos de descanso fixos, pois poderá haver perdas significativas de produção e valor nutritivo da forragem, pelo fato de a planta ainda não ter atingido o momento fisiológico ideal para colheita ou já ter ultrapassado essa condição (UEBELE, 2002). Variações nas condições climáticas também são responsáveis por modificar a morfologia e a taxa de desenvolvimento das plantas, influenciando na sua produção e alterando o valor nutritivo da forragem (BUXTON e FALES, 1994).

Sistemas planejados e alicerçados em princípios baseados em conhecimento científico, passam a ter caráter primordial, uma vez que diferentemente de plantas forrageiras de clima temperado, plantas de clima tropical apresentam potencial para acumular maior quantidade de

constituintes de parede celular (MOORE e MOTT, 1974), o que faz com que haja um acúmulo rápido de material fibroso e de baixa digestibilidade, tornando o manejo do pastejo em ambientes tropicais um desafio complexo, função da necessidade de promover produtividade de forma econômica, sustentável e em harmonia com o meio ambiente.

Com base nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar a composição química da forragem de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012, e de verão de 2013.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental

O experimento foi conduzido no campo experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio), situada no km 09 da Rodovia BR 465, município de Seropédica, RJ. As coordenadas geográficas aproximadas são 22°46' de latitude ao Sul, 43°39' de longitude a Oeste e a 27 metros de altitude. A área apresenta uma leve inclinação (5 a 10% de declividade) e solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006). O clima da região é do tipo AW pela classificação de Köppen, com uma estação seca de abril a setembro e outra chuvosa de outubro a março.



Figura 28 Vista da área experimental localizada na granja da Pesagro-Rio, Seropédica - RJ.

2.2 Espécie vegetal e histórico da área

A espécie forrageira utilizada foi o capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico), implantada no início de 2009. No preparo da área foram realizadas aração e gradagem, e o solo foi corrigido a partir de calagem com base na análise química do solo, seguida do plantio das mudas e a aplicação de 400 e 120 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e de cloreto de potássio, respectivamente, segundo indicações contidas no manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro (DE POLI et al., 1990). Também foram realizadas aplicações de fertilizante nitrogenado nos meses de março, junho, outubro e dezembro em doses equivalentes a 100 kg de N ha⁻¹ em cada aplicação e pastejos realizados eventualmente por novilhas e por vacas secas. Em dezembro de 2011 foi realizada uma amostragem do solo (Tabela 16, pág. 104) e,

com base nesses resultados, e dos objetivos do estudo, foi realizada adubação de cobertura, com aplicação em dose única de 300 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, e 100 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de cloreto de potássio e de ureia fracionados em quatro aplicações (parcelas) durante o ano, uma no outono/inverno (julho) e três na primavera/verão (outubro, dezembro e fevereiro). Foi realizada outra amostragem de solo, no dia 05/04/2013, para avaliar a análise química do solo no final da fase experimental (Tabela 17, pág. 104).

2.3 Dados climáticos

Os dados meteorológicos do período experimental foram obtidos do conjunto de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à estação Ecologia Agrícola, Seropédica - RJ. Conforme apresentado na Figura 3, observa-se que no mês de março de 2012 não houve precipitação, durante a estação seca do ano (abril a setembro de 2012), a precipitação e a temperatura foram menores em relação à estação chuvosa (demais meses do ano). No mês de outubro, apesar da precipitação não ter aumentado, observou-se aumento na temperatura, tanto da máxima quanto da mínima, e nos meses seguintes houve aumento na precipitação, com evidência para o mês de janeiro de 2013, com 363 mm, quando houve a redução na temperatura, com média de 26,1 °C.

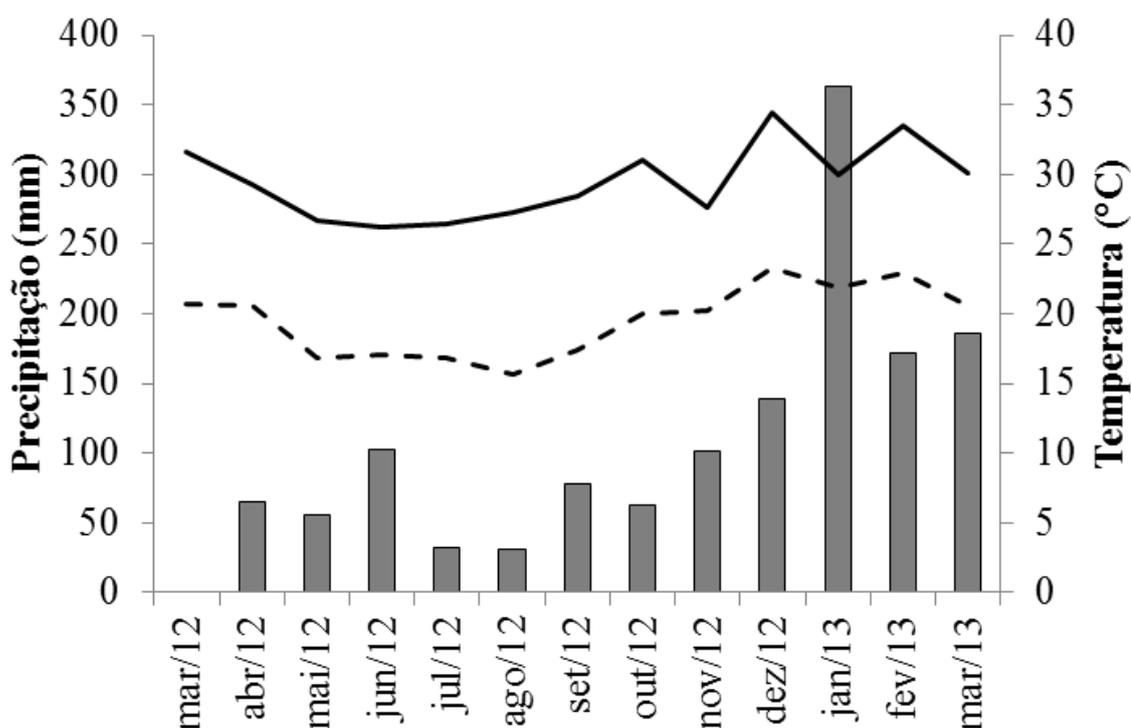


Figura 29 Precipitação acumulada mensal (■), temperatura máxima (—) e temperatura mínima (- - -) de março de 2012 a março de 2013, segundo dados do INMET.

O balanço hídrico (Figura 4) foi calculado conforme método de Thornthwaite, modificado por Camargo et al. (1999).

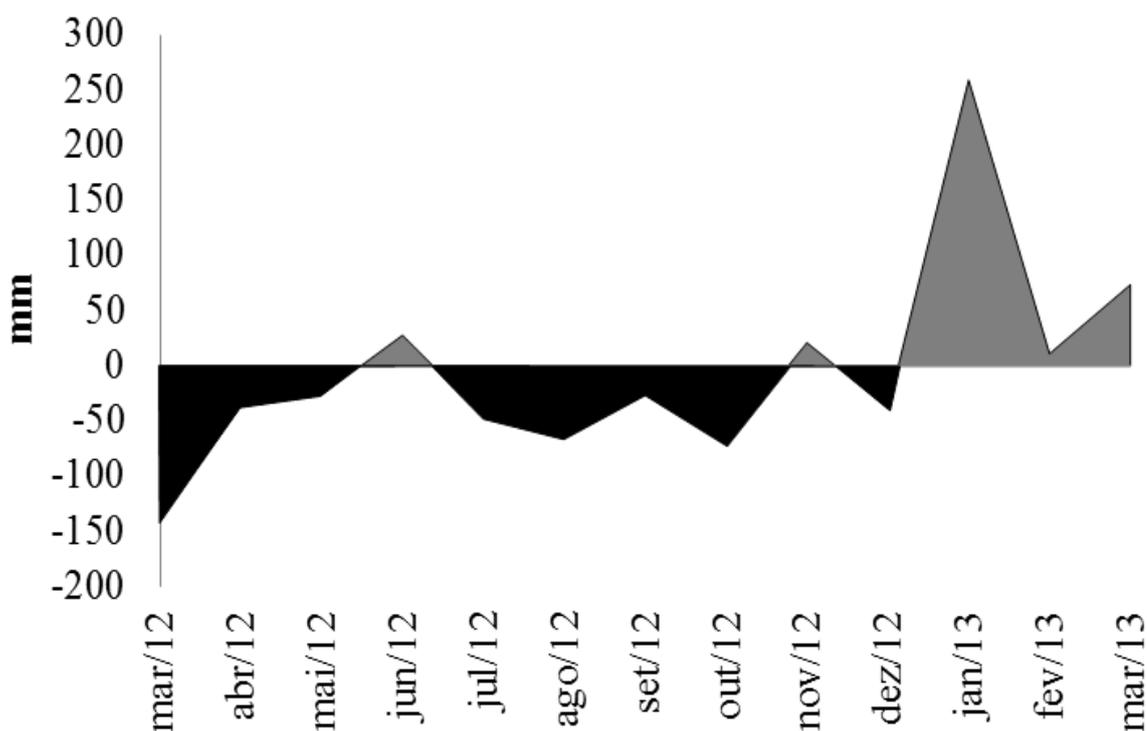


Figura 30 Extrato do balanço hídrico durante o período experimental (março de 2012 a março de 2013), segundo fonte do INMET.

Durante o período experimental observou-se déficit hídrico que se estendeu do início do período experimental até o mês de dezembro de 2012, com uma pequena ressalva para o mês de junho, devido à precipitação de 103 mm, e para o mês de novembro (101 mm). Apesar de já estar na estação chuvosa e ter ocorrido precipitação de 139 mm, o mês de dezembro apresentou balanço hídrico negativo, consequência das temperaturas elevadas (média de 29,1 °C).

2.4 Delineamento experimental e tratamentos

A área experimental foi constituída por 16 piquetes de aproximadamente 300 m² cada (Unidade Experimental - UE), alocados em delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições, sendo os blocos distribuídos em função da posição na topossequência (declividade da área). Foi utilizado o arranjo fatorial 2x2, com os tratamentos constituídos pela combinação de duas interceptações luminosas em pré-pastejo (90 e 95% de IL) e duas alturas de resíduo em pós-pastejo (20 e 30 cm), em análise de medidas repetidas no tempo. Os trabalhos tiveram início em novembro de 2011, com a divisão da área e instalação das cercas e aguadas. De 17 a 23/01/2012 foi realizado o corte de uniformização, rente ao solo, com o uso de roçadeira costal, seguido do início da fase de ajuste do manejo dos pastos conforme tratamentos pré-determinados. A meta pós-pastejo estabelecida inicialmente era de 10 e 20 cm de altura para retirada dos animais, porém, como não foi possível atingir esta meta devido à estrutura desenvolvida (grande quantidade de estolões), e após maior entendimento da estrutura do dossel (média de 50 cm de altura), essa meta foi modificada para 20 e 30 cm (40 e 60% da altura pré-pastejo). O período de avaliação iniciou-se em 26/03/2012 e se estendeu até 26/03/2013, compreendendo as estações de Outono, Inverno e Primavera de 2012, e de Verão de 2013.

2.5 Monitoramento das condições experimentais

O monitoramento da IL pelo dossel forrageiro foi realizado a partir da mensuração de 20 pontos por UE, de forma sistemática em quatro linhas de avaliação, com o uso do aparelho analisador de dossel AccuPAR Linear PAR/LAI *ceptometer*, modelo LP - 80 (Figura 5), em intervalos semanais até que se atingisse um valor 5% abaixo das metas estipuladas, a partir do qual as avaliações eram realizadas com maior frequência (a cada três ou dois dias), de forma a assegurar que as metas de 90% e 95% de IL fossem alcançadas com maior critério (Figura 6). Nas mesmas datas das avaliações de IL, assim como em pós-pastejo, foram realizadas 40 medidas por UE da altura do dossel, de forma sistemática em quatro linhas de avaliação, utilizando régua graduada em mm e folha de acetato (Figura 5, B), conforme metodologia descrita por Carnevalli e Da Silva (1999).

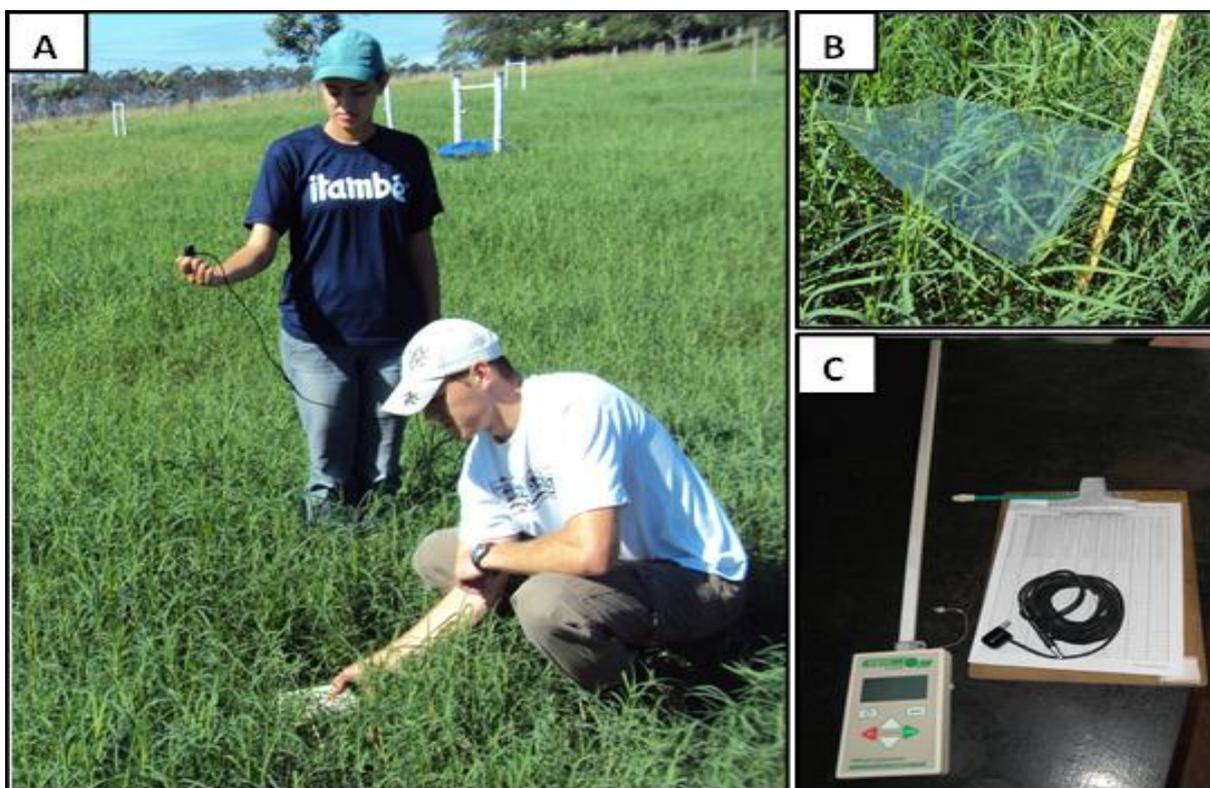


Figura 31 Monitoramento da interceptação luminosa (A) e altura do dossel forrageiro (B) com uso de aparelho analisador do dossel AccuPAR LP - 80 e planilhas de controle (C).

A desfolha foi realizada com uso da técnica “mob grazing”, a partir do rebaixamento da vegetação via pastejo, por vacas mestiças das raças Holandesa e Gir (peso médio de 450 Kg), que tinham acesso aos pastos quando a média das quatro repetições atingia 90% ou 95% de IL, conforme o tratamento pré-estabelecido para cada UE. O número de animais utilizados por piquete para rebaixamento dos pastos foi determinado com base nas ofertas de forragem ($\% = \text{kg massa seca de forragem} / 100 \text{ kg peso corporal dos animais}$). Esse número variou de quatro a sete animais por piquete, que permaneciam nos piquetes até que as alturas pré-pastejo (Figura 7) fossem rebaixadas às alturas pós-pastejo de 20 e 30 cm (Figura 8), em no máximo dois dias de pastejo.

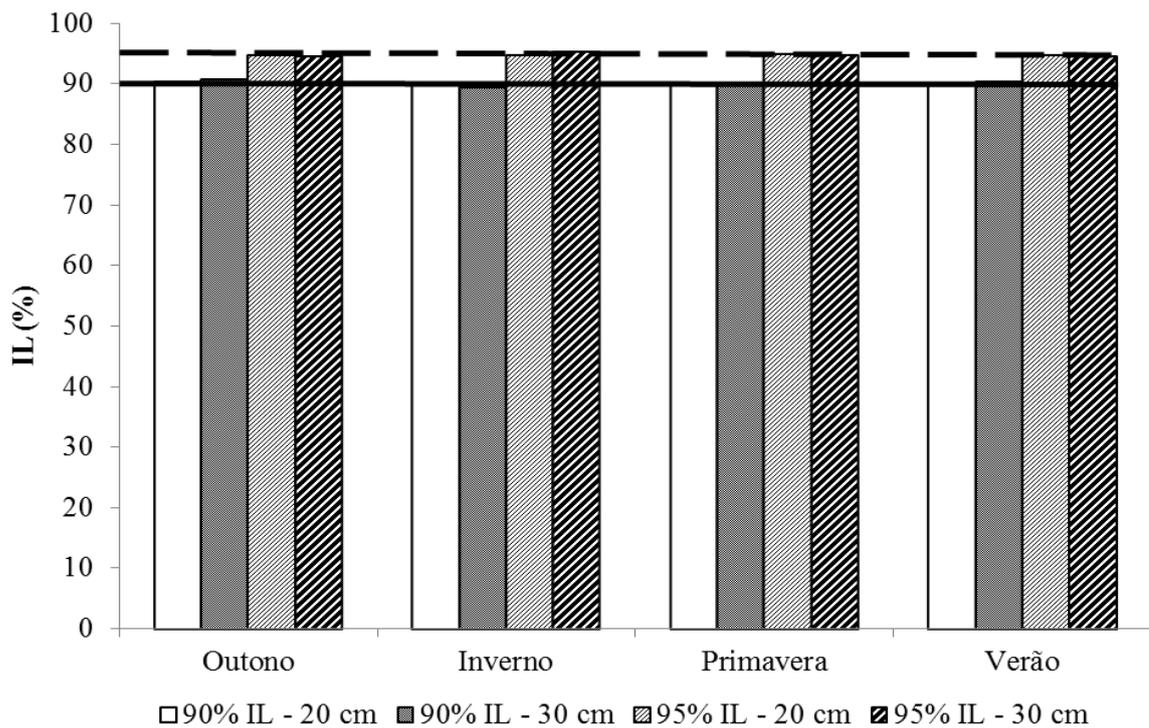


Figura 32 Interceptação Luminosa (IL) de dosséis em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

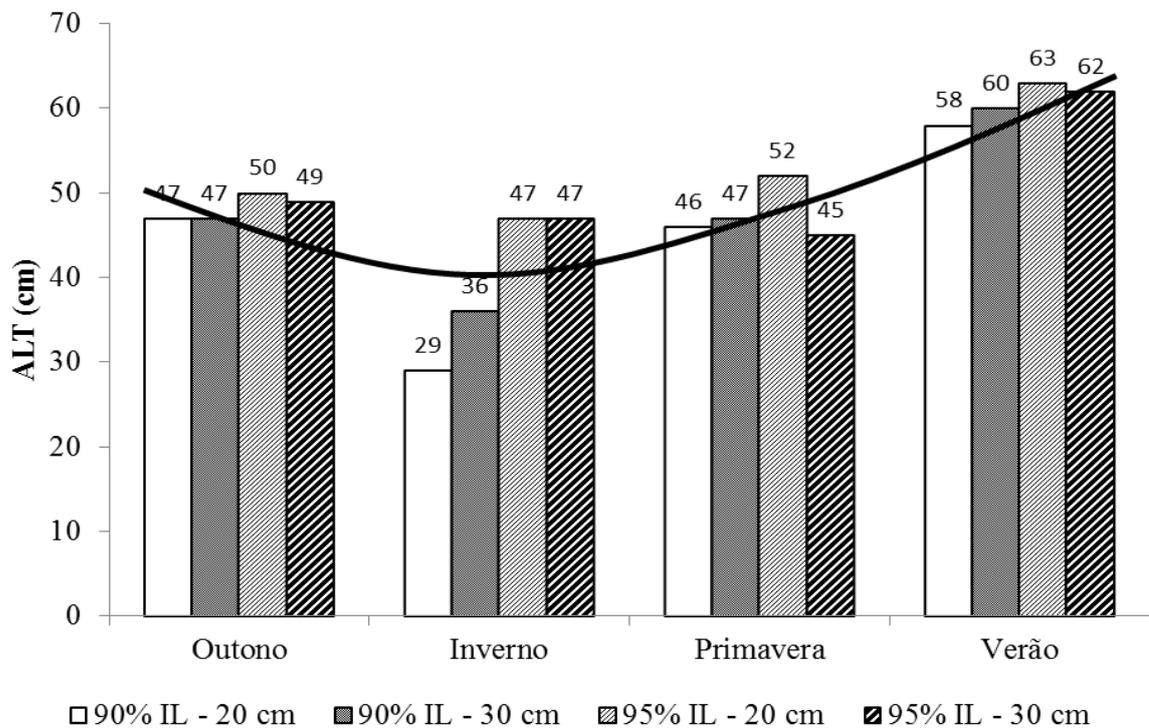


Figura 33 Alturas dos dosséis (ALT) em pré-pastejo de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

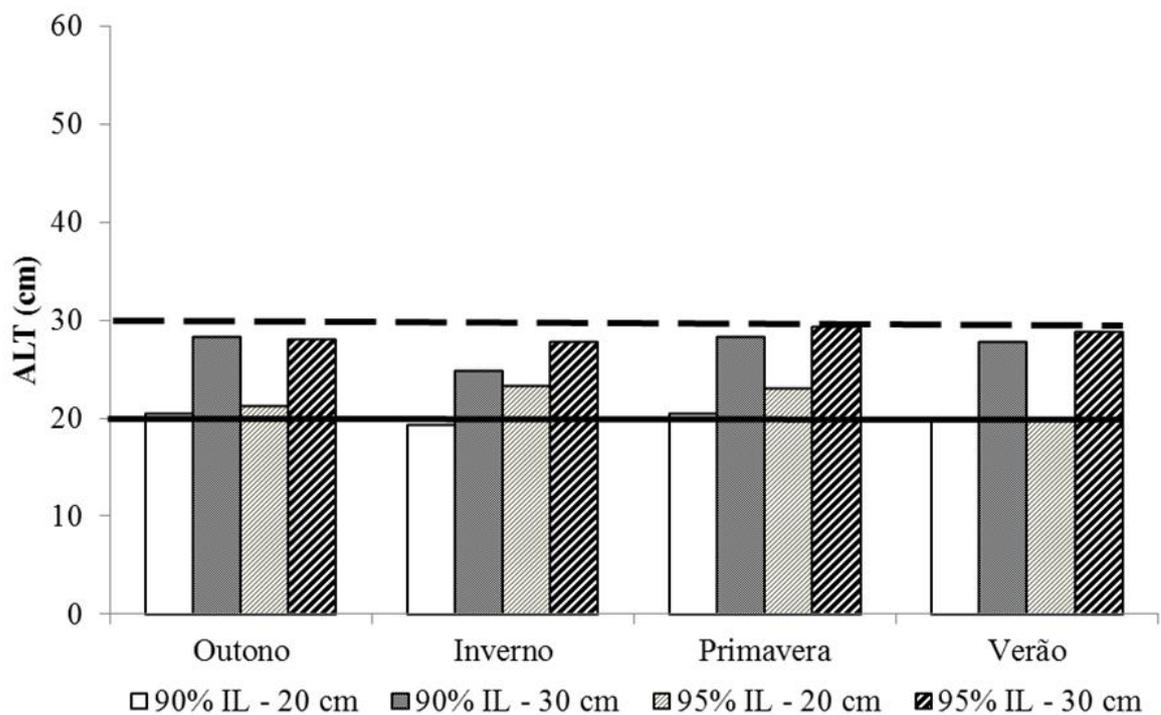


Figura 34 Alturas dos dosséis (ALT) em pós-pastejo de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

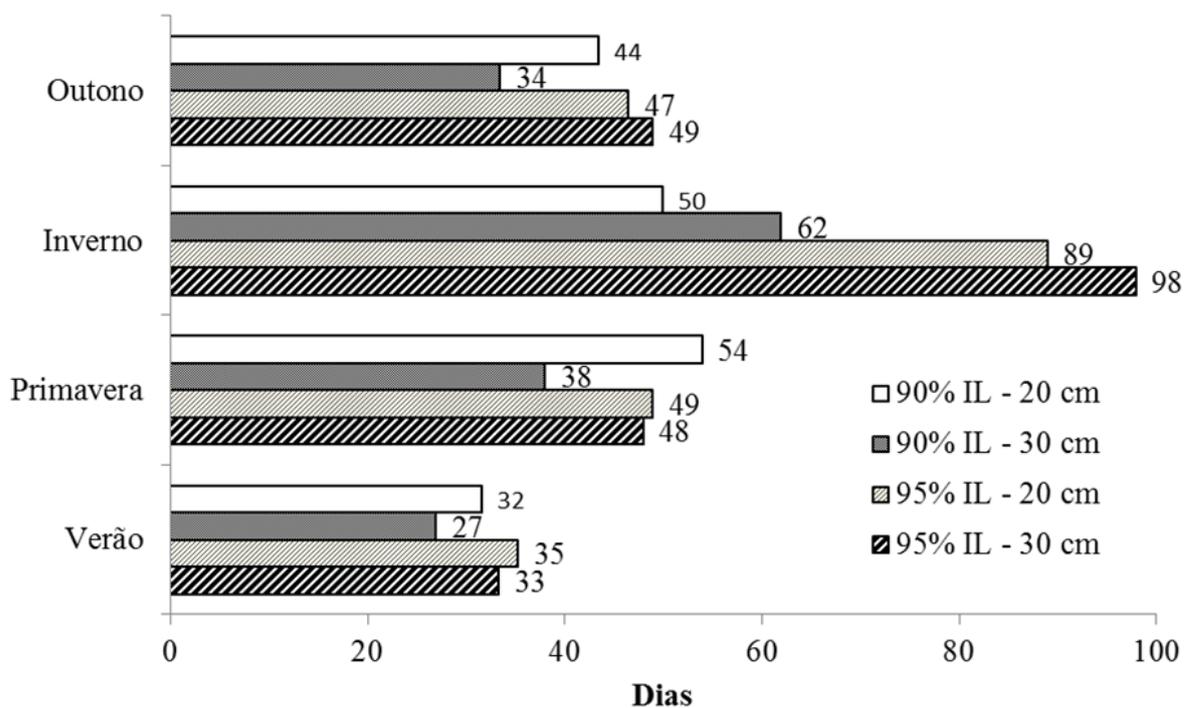


Figura 35 Intervalos de desfolha (dias) de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente nas estações de outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Como os intervalos de desfolha foram distintos em relação ao tratamento e época do ano (Figura 9), foram observados diferentes números de ciclos de pastejo: 8 ciclos para 90% IL com 20 cm; 9 ciclos para 90% IL com 30 cm; e 7 ciclos para 95% IL com 30 cm e para 95% IL com 30 cm. O critério para organizar os dados e fazer as médias foi em função da fase de rebrota, agrupando em uma mesma estação, os ciclos de pastejo que apresentaram maior parte do seu crescimento na mesma.

2.6 Avaliações

Foram coletadas amostras para determinação da composição química da forragem, de forma sistemática em 20 pontos em cada unidade experimental (piquete), acima da altura de resíduo pós-pastejo estipulada (20 ou 30 cm), sob método de simulação de pastejo descrito por Euclides et al. (1992). Posteriormente as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada de ar, a uma temperatura de 55°C, durante 72 horas (Figura 36, A). As amostras foram moídas em moinho tipo “Willey” em peneiras com crivos de 1 mm (Figura 36, B) e analisadas no Laboratório de Análises Bromatológicas do Departamento de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia (DNAP/IZ), pertencente a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) foram determinados de acordo com Silva e Queiroz (2002). Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e celulose (CEL) (Figura 37) foram determinados segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

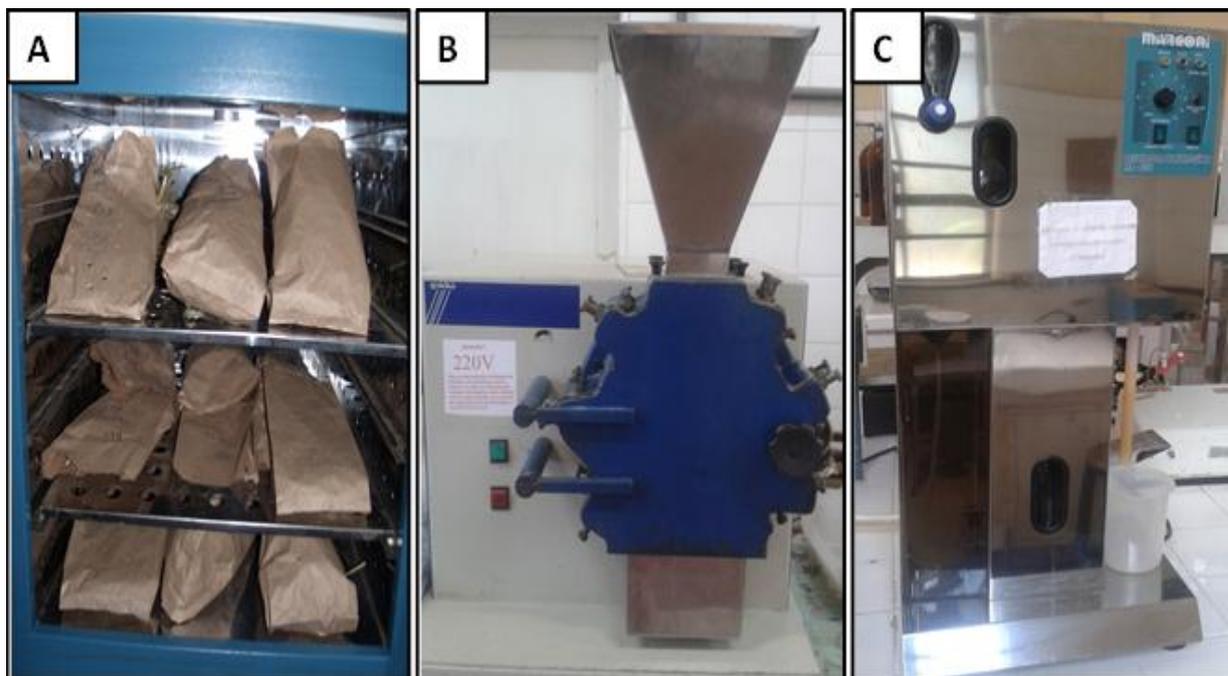


Figura 36 Secagem das amostras em estufa de ventilação forçada (A), moinho tipo “Willey” (B) e destilador para determinação de proteína bruta (C).



Figura 37 Procedimentos utilizados para determinação dos compostos fibrosos: preparação das amostras com detergente em frascos de 100 ml (A), filtragem (B), secagem em estufa (C) e determinação de lignina com uso de permanganato de potássio (D).

2.7 Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.2 para Windows. A escolha de matriz de variância e de covariância foi feita com base no Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: interceptação luminosa, altura de resíduo pós-pastejo, estações do ano e as interações entre elas. Os efeitos de interceptação luminosa, altura de resíduo, estações do ano e suas interações foram considerados fixos e os efeitos de blocos e de suas interações considerados como aleatórios. As médias dos tratamentos foram estimadas pelo LSMENS e comparadas pela PDIFF ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados

Os teores de MS e MM da forragem (Tabela 13) variaram com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p < 0,0001$ e $p = 0,0311$, respectivamente). No outono, maior teor de MS foi observado em pastos manejados com 90% IL e 30 cm (23,6%), e menores com 95% IL (média de 19,6%). No inverno, maior valor foi observado em pastos manejados com 95% IL e 20 cm (29,8%) e menores sob pastejos mais lenientes (média de 26,2%). Na primavera, maior teor de MS foi observado em pastos manejados com 95% IL e 30 cm (31,7%) e, no verão, além destes, aqueles com menor altura de resíduo (média de 20,3%). Em manejos com 90% IL, os teores de MS foram menores no verão (média de 19,5%), seguidos do outono (média de 22,7%), e maiores no inverno e primavera (média de 27,6%). Em manejos com 90% IL, menores valores foram observados no outono e verão (média de 19,9%) e maiores no inverno com 20 cm e na primavera com 30 cm (29,8 e 31,7%, respectivamente).

Tabela 13 Teores de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) da forragem de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Altura pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
MS (%)					
Outono	21,7 bB	23,6 aB	19,1 cC	20,0 cC	0,4
Inverno	28,6 bA	26,2 cA	29,8 aA	26,1 cB	0,4
Primavera	29,5 bA	26,1 cA	27,2 cB	31,7 aA	0,4
Verão	20,4 aC	18,5 bC	20,0 aC	20,4 aC	0,4
MM (% na MS)					
Outono	9,5 aA	9,6 aA	9,8 aA	9,5 aA	0,3
Inverno	9,0 abB	9,5 aAB	8,9 bB	9,3 aA	0,3
Primavera	9,3 abAB	9,2 bB	9,8 aA	9,8 aA	0,3
Verão	9,3 aAB	9,2 aB	8,7 bB	8,7 bB	0,3

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF ($p < 0,05$). EPM: erro padrão da média.

No outono, não foi observada diferença nos teores de MM (média de 9,6%), enquanto no inverno maiores valores foram observados em pastos manejados com 30 cm (média de 9,4%) e menor com 95% IL e 20 cm (9,5%), os quais não diferiram daqueles de pastos manejados com 90% IL e 20 cm (9,0%). Na primavera, maiores valores foram observados com 95% IL (média de 9,8%) e menor com 90% IL e 30 cm (9,2%), que não diferiram daqueles de pastos manejados com 90% IL e 20 cm (9,3%). No verão, maiores valores foram observados com 90% IL para ambas as alturas de resíduo (média de 9,3%), e menores para aqueles com 95% IL (média de 8,7%).

Os teores de PB da forragem (Tabela 14) variaram com a interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p < 0,0001$).

Tabela 14 Teores de proteína bruta (PB) da forragem de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Intercepção Luminosa/Altura pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
	PB (% na MS)				
Outono	13,3 bB	14,8 aB	13,8 abA	13,7 abA	0,5
Inverno	15,8 aA	13,3 bC	10,5 cC	14,1 bA	0,5
Primavera	10,9 bcC	15,8 aA	9,8 cC	11,9 bB	0,4
Verão	16,0 bA	16,7 aA	12,6 dB	13,4 cA	0,3

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF ($p < 0,05$). EPM: erro padrão da média.

No outono, com 90% IL, maior teor de PB foi observado em pastos manejados com 30 cm (14,8%), e menor para aqueles com 20 cm (13,3%), e ambos não diferiram daqueles manejados com 95% IL (média de 13,8%). No inverno, maior teor de PB foi observado em pastos manejados com 90% IL e 20 cm (15,8%) e menor com 95% IL e 20 cm (10,5%), com valores intermediários para pastos manejados com 30 cm (média de 13,7%). Na primavera e no verão, foram observados maiores teores de PB nos pastos manejados com 90% IL e 30 cm (15,8 e 16,7%, respectivamente) e menores com 95% IL e 20 cm (9,8 e 12,6%, respectivamente), porém na primavera, pastos manejados com 95% IL e 20 cm não diferiram daqueles com 90% IL e 20 cm (média de 10,4%).

Os teores de FDN, FDA, LIG e CEL da forragem (Tabela 15) variaram com a interação entre intercepção luminosa, altura de resíduo e estação do ano ($p < 0,0001$, $p = 0,0010$, $p < 0,0001$ e $p = 0,0056$, respectivamente). No outono, menor teor de FDN foi observado em pastos manejados com 90% IL e 30 cm (70,3%), e maior com 95% IL e 30 cm (72,9%), ambos não diferiram daqueles manejados com menor altura de resíduo (média de 71,5%). No inverno, menor valor foi observado com 90% IL e 20 cm (66,1%), e maior com 95% IL (média de 76,0%), enquanto que na primavera, menor valor foi observado em pastos manejados com 90% IL e 30 cm (70,3%), e maior com 20 cm (média de 76,0%). Já no verão, pastos manejados com 30 cm apresentaram menor teor de FDN em relação aqueles com 20 cm (médias de 69,4 e 71,4%, respectivamente).

No outono, menor teor de FDA foi observado em pastos manejados com 90% IL e 30 cm (32,2%), e maiores com 95% IL (média de 34,8%). No inverno, o menor valor foi observado com 90% IL e 20 cm (28,3%) e, assim como no outono, maiores valores com 95% IL (média de 35,3%). Na primavera, menores teores de FDA foram observado em pastejos mais lenientes, com menor valor com 90% IL e 30 cm (32,1%), e maior valor com 95% IL e 20 cm (37,2%). No verão, foi observado comportamento similar à primavera, com menores valores com 30 cm de altura pós-pastejo (média de 33,3%), e maior valor com 95% IL e 20 cm (35,4%).

Tabela 15 Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (LIG) da forragem de pastos de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) manejados sob estratégias de lotação intermitente no outono, inverno e primavera de 2012 e verão de 2013.

Estação do ano	Interceptação Luminosa/Altura pós-pastejo				EPM
	90% IL		95% IL		
	20 cm	30 cm	20 cm	30 cm	
FDN (%na MS)					
Outono	71,6 abB	70,3 bB	71,3 abC	72,9 aB	0,6
Inverno	66,1 cC	73,2 bA	74,8 abA	77,0 aB	0,8
Primavera	75,1 abA	70,3 cB	76,9 aB	74,1 bA	0,7
Verão	70,9 aB	69,2 bC	71,9 aC	69,6 bC	0,4
FDA (%na MS)					
Outono	33,4 bB	32,3 cB	35,0 aB	34,5 aA	0,3
Inverno	28,3 cC	32,3 bB	35,2 aB	35,4 aA	0,6
Primavera	34,6 bA	32,1 cB	37,2 aA	34,4 bA	0,3
Verão	33,8 bB	33,2 cA	35,4 aB	33,3 bcB	0,2
CEL (%na MS)					
Outono	26,2 bC	25,1 cBC	27,6 aC	26,8 abB	0,3
Inverno	21,8 cD	24,6 bC	27,0 aC	27,8 aA	0,5
Primavera	27,6 bA	25,5 cB	29,4 aA	27,3 bAB	0,3
Verão	26,9 bB	27,3 bA	28,4 aB	27,5 bA	0,2
LIG (%na MS)					
Outono	5,2 aA	4,9 abB	4,6 cB	4,8 bcA	0,1
Inverno	4,4 cC	5,9 aA	5,1 bA	5,0 bA	0,2
Primavera	5,1 aB	4,7 aB	5,1 aA	4,8 aA	0,1
Verão	5,0 bAB	4,2 cC	5,2 aA	4,0 dB	0,1

Médias de uma mesma variável, seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pela PDIFF ($p < 0,05$). EPM: erro padrão da média.

No outono, menor teor de CEL foi observado em pastos manejados com 90% IL e 30 cm (25,1%), e maiores valores com 95% IL (média de 27,2%). Já no inverno, menor valor foi observado com 90% IL e 20 cm (21,8%), e maiores valores com 95% IL (média 27,4%). Na primavera, menores teores de CEL foram observados em pastejos mais lenientes, com menor valor com 90% IL e 30 cm (25,5%), e maior valor com 95% IL e 20 cm (29,4%). No verão, menores valores foram observados com pastejos com 90% IL, e com 95% IL e 30 cm (média de 27,2%), e maior valor com 95% IL e 20 cm (28,4%).

No outono, menores teores de LIG foram observados em pastos manejados com 95% IL (média de 4,7%), e maiores com 90% IL (média de 5,1%). No inverno, menor valor foi observado com 90% IL e 20 cm (4,4%), e maior com 90% IL e 30 cm (5,9%), enquanto que valores intermediários foram observados com 95% IL (média de 5,1%). Na primavera não foi observado diferença em relação às interceptação luminosa e altura de resíduo (média de 4,9%). No verão, menores teores de LIG foram observados com pastejos mais lenientes, com menor valor para 95% IL e 30 cm (4,0%), seguido do manejo com 90% IL e 30 cm (4,2%), e maiores valores para 20 cm, com maior valor para 95% IL e 30 cm (5,2%), seguido do manejo com 90% IL e 20 cm (5,0%).

3.2 Discussão

Os menores teores de MS observados no verão se devem à maior velocidade de crescimento e desenvolvimento das plantas nessa estação, e também à maior proporção de conteúdo e menor deposição de parede celular que ocorre em plantas mais jovens (VAN SOEST et al., 1991; RODRIGUES et al., 2006). O maior teor de MS observado em pastejos com 20 cm no inverno, primavera e verão com 90% IL e no inverno com 95% IL, pode estar relacionado à maior participação de colmo e material morto que ocorrem nas porções mais basais do dossel conforme observado por Palhano et al. (2005), de modo que quanto mais próximo à base do dossel, maior é o gradiente de maturidade da planta e maior o teor de MS de seus componentes (QUEIROZ e GOMIDE 2000).

Os teores de MM tiveram pequena variação, com amplitude 1,1%, e não apresentaram padrão de comportamento definido, tanto para estratégia de manejo como para estação do ano. Isso se deve tanto ao hábito de crescimento do capim-estrela (prostrado), que pode ter aumentado a “contaminação” da planta com minerais provindos do solo conforme relatado por Balsalobre (2002), reduzindo portanto a amplitude de variação entre os tratamentos, como aos níveis de interceptação luminosa testados, que promoveram a colheita de plantas mais jovens, culminando em menor acúmulo de minerais que ocorre em função da idade das plantas (RAMOS, 1997). Já em estudo com capim-mombaça, também estudando interceptações luminosas e alturas de resíduo, Bueno (2003) observou maiores teores de MM no outono/inverno e menores na primavera e verão, assim como maiores teores nos estratos basais do dossel. Os menores teores de MM observados em pastos manejados com 95% IL durante o verão (no presente estudo) se devem, possivelmente, à maior proporção de colmos em pastos manejados com maiores intervalos de desfolha (BUENO, 2003; CARNEVALLI, 2003), associado ao maior crescimento das plantas no verão, que pode ter “diluído” a concentração de minerais em função do menor teor de MS e da elevada deposição de parede celular.

Os maiores teores de PB observados em pastos manejados de forma mais leniente, no outono, primavera e verão para 90% IL, e no inverno e primavera para 95% IL, se devem à menor porção do estrato pastejado, com maior seleção de folhas (STOBBS, 1975), uma vez que no topo do dossel há maior proporção de folhas em relação aquela de colmos (PALHANO et al., 2005), e também porque há diferença entre os teores de proteína da folha e do colmo (SARMENTO et al., 1997; PACIULLO et al., 2001). No inverno, os maiores teor de PB que ocorrem em pastos manejados com 90% IL e 20 cm (Tabela 14), são devido à menor idade fisiológica das plantas, uma vez que o intervalo de desfolha foi menor para este tratamento (Figura 9), o que pode ter determinado menor desenvolvimento de colmos e maior proporção de folhas na massa de forragem, conforme observado por Machado et al. (1998). Os menores teores de PB observados na primavera (exceto para o tratamento com 90% IL e 30 cm), podem estar relacionados à maior restrição hídrica (Figura 4) e conseqüente redução na síntese e deposição intracelular de proteína (CROWDER e CHHEDA, 1982; VAN SOEST, 1994).

Os maiores teores de FDN observados em pastos manejados de forma mais severa (20 cm) na primavera e verão, estão relacionados à maior porção removida do extrato do dossel nesses tratamentos (Tabela 9), a qual continha elevada participação de colmos (Tabela 6), gerando, como conseqüência, maior quantidade de compostos fibrosos na mesma (Tabela 15). No inverno, os maiores teores de FDN observados em pastos manejados com 95% IL, se devem ao maior desenvolvimento e crescimento de colmos, uma vez que maiores intervalos de desfolha foram observados em relação à 90% IL (Figura 9), e também as alturas dos dosséis, que foram maiores em relação aqueles pastos manejados com 90% IL (Figura 7). Da mesma forma, os maiores teores de FDA observados em pastos manejados com 20 cm no

outono, primavera e verão para 90% IL e na primavera e verão para 95% IL (Tabela 15), também são explicados pela maior porção do extrato do dossel removido. Similarmente, os maiores teores de CEL observados em pastos manejados com 95% IL e 20 cm, também se devem ao maior desenvolvimento de colmos em função do maior intervalo de desfolha, e à maior proporção do estrato removido do dossel, uma vez que quanto mais próximo à base do dossel, maior a proporção de colmos e material morto (PALHANO et al., 2005).

O manejo com 90% IL e 20 cm proporcionou no inverno, reduzidos teores de FDN, FDA, CEL e LIG, período que foi desfavorável ao crescimento das plantas principalmente devido à baixas temperaturas e precipitação (Figura 3), devido também ao menor intervalo de desfolha desse tratamento em relação aos demais (Figura 9), que proporcionou menor idade fisiológica para essas plantas, refletindo portanto, em maior teor de PB (Tabela 14). De acordo com Paciullo (2002), a medida que as plantas envelhecem, ocorre o aumento na proporção dos tecidos com elevado teor de parede celular, principalmente aqueles com parede celular secundária, e que irá refletir em redução na digestibilidade da forragem.

No verão, os maiores teores de lignina observados com 20 cm de altura pós-pastejo podem estar relacionados tanto à maior proporção do estrato pastejado, com maior participação de colmos nos extratos mais basais (PALHANO et al., 2005), quanto ao maior crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que nessa estação foram observadas maiores alturas (Figura 7), o que determina maior investimento em tecidos de sustentação por parte das plantas que, em geral, são provenientes do desenvolvimento de parede celular secundária, que é lignificada (TAIZ e ZEIGER, 2009). O reduzido teor de lignina observado em manejo com 90% IL e 20 cm no inverno pode estar relacionado à baixa disponibilidade de fatores de crescimento (água, luz e temperatura), que prejudicou o desenvolvimento de colmos nesta estação (Tabela 5), associado ao menor intervalo de desfolha para esse tratamento (Figura 9), que determinou a menor idade dessas plantas e conseqüente menor deposição de lignina. Nessas condições, Machado et al. (1998) justificaram que o menor teor de lignina é conseqüência do menor crescimento de colmos em detrimento ao de folhas, e também por apresentar menor desenvolvimento de perfilhos reprodutivos (BUENO, 2003).

Pastos manejados com 95% IL e 20 cm apresentaram maiores teores de FDN, FDA e CEL em todas as estações do ano, confirmando que a composição química da forragem do capim-estrela está diretamente relacionada à idade fisiológica das plantas e também à porção removida do dossel, uma vez que, sob essas condições, as plantas apresentam maiores proporções de constituintes da parede celular (lignina, celulose e hemicelulose), e menor proporção de elementos citoplasmáticos, como por exemplo, as proteínas (BJORKMAN, 1981; AL HA JKHALED et al., 2006; PONTES et al., 2007), e quanto maior for o extrato pastejado, maior é a proporção de colmos e material morto, com conseqüente redução da proporção de folhas na forragem consumida (PALHANO et al., 2005).

Apesar do capim-estrela apresentar elevada participação de colmos na massa de forragem (Tabela 6), foi observado elevados teores de PB e reduzidos teores de FDA e LIG, o que lhe confere uma forragem de boa composição química, a qual é influenciada pela estratégia de desfolhação como relatado também em outros estudos com forrageiras de clima tropical (MACHADO et al., 1998; VIEIRA et al., 1999; GOMES, 2001; BUENO, 2003; RODRIGUES et al., 2006), para as quais é possível obter bons valores nutritivos (STOBBS, 1973; MINSON, 1981; EUCLIDES, 1995; MACHADO et al., 1998), que associados à uma estrutura do dossel que favoreça elevado consumo animal, permite a obtenção de bom desempenho animal à pasto (CARVALHO et al. 2005).

4 CONCLUSÕES

A interceptação luminosa e a altura de resíduo afetam a composição química da forragem do capim-estrela, pois alteram o estágio fisiológico das plantas e a proporção de forragem removida pelos animais.

Menor interceptação luminosa e maior altura de resíduo refletem em melhor composição química da forragem de pastos de capim-estrela durante as estações do ano.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL HAJ KHALED, R.; DURU, M.; DECRUYENAERE, V.; JOUANY, C.; CRUZ, P. Using leaf traits to rank native grasses according to their nutritive value. **Rangeland and Ecology Management**, Littleton, v.59, n.6, p.648-654, 2006.

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 Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BALSALOBRE, M.A.A. **Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado**. 2002. 113p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BJÖRKMAN, O. Responses to different quantum flux densities. In: **Encyclopedia of Plant Physiology**, vol. 12a Springer, Berlin: Verlag, 1981. p.57-107.

BLASER, R.E. Pasture - animal management to evaluate plants and to develop forage systems. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., Piracicaba, 1988. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p.1-40.

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. 135p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BUXTON, D.R.; FALES, S.L. Plant environment and quality. In: **Forage quality, evaluation, and utilization**, Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994. cap. 4, p.155-199.

CAMARGO, A.P.; MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C. PICINI, A.G. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e super úmidos, com base na amplitude térmica diária. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7 n.2, p.251-257, 1999.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 149p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agrônômicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.2, p.489-499, 1999.

CARVALHO, P.C.F.; GENRO, T.C.M.; GONÇALVES, E.N.; BAUMONT, R.A estrutura do pasto como conceito de manejo: reflexos sobre o consumo e a produtividade. In: **Volumosos na Produção de Ruminantes**, Jaboticabal: Funep, 2005. p.107-124.

CORSI, M.; SANTOS, P.M. Potencial de produção de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.275-304.

CROWDER, L.V.; CHHEDA H.R. **Tropical grassland husbandry**. New York: Longman, 1982. 562p.

DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L.; SANTOS, G.A. CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; AMARAL SOBRINHO, N.M.; PEREIRA, N.N.; EIRA, P.A.; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: UFRRJ, 1990. 179p.

DIFANTE, G.S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia**. 2005. 95p. Tese (Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. - Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-274.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.4, p.691-702, 1992.

GOMES, M.A. **Efeitos de intensidade de pastejo e períodos de ocupação da pastagem na massa de forragem e nas perdas e valor nutritivo da matéria seca do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça)**. 2001. 112p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

HASSAN, W.E.W., PHIPPS, R.H., OWEN, E. Dry matter yield and nutritive value of improved pastures species in Malaysia. **Tropical Agriculture**, West Indies, v.67, n.4, p.303-308, 1990.

HATFIELD, R.D., RALPH, J., GRABBER, J.H. Cell wall structural foundations: molecular basis for improving forage digestibilities. **Crop Science**, Madison, v.39, n.1, p.27-37, 1999.

ILLIUS, A.W.; GORDON, I.J.; MILNE, J.D.; WRIGHT, W. Costs and benefits of foraging on grasses varying in canopy structure and resistance to defoliation. **Functional Ecology**, London, v.9, n.6, p.894-903, 1995.

JUNG, H.G., DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In: **Forage cell wall structure and digestibility**, Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1993. p.315-346.

MACHADO, A.O.; CECATO, U.; MIRA, R.T.; PEREIRA, L.A.F.; DAMASCENO, J.C. Avaliação da composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.5, p.1063, 1998.

MINSON, D.J. Nutritional difference between tropical and temperate pastures. In: **Grazing animals**, Amsterdam: Elsevier, 1981. p.143-157.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**, San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

MOORE, J.E. Forage Quality, Evaluation and Utilization. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994, Lincoln. **Proceedings...** Lincoln: University of Nebraska, 1994, p.967-998.

MOORE, J.E.; MOTT, G.O. Recovery of residual organic matter from in vitro digestion of forages. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.57, n.10, p.1258-1259, 1974.

MOTT, G.O. Evaluacion de la produccion de forajes. In: **Forrajes – Iaciencia de la agricultura basada em laproducción de pastos**. México: CECSA, 1970. p. 131-141.

NUSSIO, L.G., R.P. MANZANO, C.G.S. PEDREIRA. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 15.,1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.203-42.

PACIULLO, D.S.C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.357-364, 2002.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S.; SILVA, E.A.M. Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n3, p.964-974, 2001.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A.; BARRETO, M.Z.; SANTOS, M.C.F. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.1860-1870, 2005.

PONTES, L.D.; SOUSSANA, J.F.; LOUAULT, F.; ANDUEZA, D.; CARRERE, P. Leaf traits affect the above-ground productivity and quality of pasture grasses. **Functional Ecology**, London, v.21, n.5, p.844-853. 2007.

POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L'HUILLIER, P.J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: **Livestock feeding on pasture**, Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p.55-64.

QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, J.A.; 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, 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**. Piracicaba. 1997. 152p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D.; REIS, R.A.; SOARES FILHO, C.V. Produção de massa seca e composição química de cinco cultivares de *Cynodon*. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.28, n.3, p.251-258, 2006.

SARMENTO, C.M.B.; VEIGA, J.B.; COSTA, N.A.; NETO, M.S.; ALVES, L.N. Avaliação de um sistema de pastejo intensivo em pastagem de Tobiatã (*Panicum maximum*, BRA 001503). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34.,1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.267-270.

SILVA, D.S.; GOMIDE, J.A.; FONTES, C.A.A.; QUEIROZ, A.C. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, Schum. cv. Mott): 1 - Efeito sobre a estrutura e disponibilidade de pasto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.2, p.249-257, 1994.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2002. 156 p.

SINGH, D.K. Effect of cutting management on yield and quality of different selections of guinea grass (*Panicum maximum* (Jacq.) L.) in a humid subtropical environment. **Tropical Agriculture**, v.72, n.3, p.181-187, 1995.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. 2. 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**, Collingwood, v.24, n.6, p.821-829, 1973.

STOBBS, T.H. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. **Tropical Grassland**, Brisbane, v.9, n.2, p.141-149, 1975.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. 2002. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VALENTE, T.N.P.; LIMA, E.S.; HENRIQUES, L.T.; NETO, O.R.M.; GOMES, D.I. SAMPAIO, C.B.; COSTA, V.A.C. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de nutrientes para ruminantes. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v.18, n.3, p.347-358, 2011.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell: Ithaca, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VIEIRA, A.C.; HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F.; HEISECKE, O.R.P.; VENDRAMINI, J.M.B.; QUECINI, V.M. Produção e valor nutritivo da grama bermuda florakirk [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] em diferentes idades de crescimento. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1185-1191, 1999. (Suplemento)

WILSON, J.R. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. II. Anatomy. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.27, n.3, p.355-364, 1976.

WILSON, J.R., DEINUM, B., ENGELS, F.M. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.39, n.1, p.31-48, 1991.

WILSON, J.R., HATTERSLEY, P.W. Anatomical characteristics and digestibility of leaves of *Panicum* and other grass genera of C₄ photosynthetic pathway. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.40, n.1, p.125-136, 1989.

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, Philadelphia, v.22, n.4, p.1079-1106, 1993.

CONCLUSÕES GERAIS

As características morfogênicas do capim-estrela variam em função da interação entre interceptação luminosa, altura de resíduo e estação do ano, com destacada influência positiva das condições favoráveis de crescimento no verão, e maiores taxas de crescimento e acúmulo de forragem em pastos manejados com 90% IL e 20 cm em todas as estações do ano.

O capim-estrela caracteriza-se por apresentar grande proporção de colmos, com elevada participação de estolões em sua massa de forragem, o que reflete em sua baixa relação lâmina foliar:colmo e afeta tanto suas características morfogênicas, estruturais e de acúmulo de forragem, quanto sua composição química.

O hábito de crescimento e a estrutura morfológica do capim-estrela, juntamente com os níveis de interceptação luminosa, foram responsáveis pela não observação de um padrão definido de variação nas suas características morfológicas e de acúmulo de forragem.

A estratégia de desfolhação afeta a composição química da forragem do capim-estrela, com melhor resultado para a combinação de 90% IL 30 cm em todas as estações do ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, M.J.; RESENDE, H.; BOTREL, M.A. Efeito da frequência de cortes e do nível de nitrogênio sobre a produção e qualidade da matéria seca do “coast-cross”. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p.45-55.
- ALVIM, M.J.; VERNEQUE, R.S.; VILELA, D.; CÓSER, A.C.; BOTREL, M.A.; RESENDE, G.M. Estratégia de fornecimento de concentrado para vacas da raça Holandesa em pastagem de coast-cross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1711-1720, 1999.
- ALVIM, M.J.; VILELA, D.; LOPES, R.S. Efeito de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite de vacas da raça Holandesa em pastagem de coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.5, p.967-975, 1997.
- BROUGHAM, R.W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.9, n.1, p.39-52, 1958.
- BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v.38, n.1, p.1-9, 1968.
- 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. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.40, n.4, p.165-176, 2006.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross submetidas a regime de desfolha sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.6, p.919-927, 2001a.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; FAGUNDES, J.L.; SBRISIA, 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, v.58, n.1, p.7-15, 2001b.
- CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim ‘tifton 85’ sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.4, p.591-600, 2000.
- CARVALHO, P.C.F.; GENRO, T.C.M.; GONÇALVES, E.N.; BAUMONT, R.A. estrutura do pasto como conceito de manejo: reflexos sobre o consumo e a produtividade. In: **Volumosos na Produção de Ruminantes**, Jaboticabal: Funep, 2005. p.107-124.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA 2012. PIB AgroCEPEA-USP/CNA Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/pib/>
- COSTA, C.; MEIRELES, P.R.L.; DA SILVA, J.J.; FACTORI, M.A. Evolução das pastagens cultivadas e do efetivo bovino no Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v.15, n.1, p.8-17, 2008.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.121-138, 2007.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.B.P. **Pastagens: Conceitos básicos, produção e manejo**. Viçosa: UFV, 2008. 115p.

DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.1-62.

DERNER, J.D.; BRISKE, D.D. An isotopic (^{15}N) assessment of intracolonial regulation in C_4 perennial grasses: ramet interdependence, independence or both?. **Journal of Ecology**, London, v.86, n.2, p.305-315, 1998.

EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; ALMEIDA, R.G.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, p. 151-168, 2010. (Suplemento especial).

FAGUNDES, J.L.; DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SBRISSIA, A.F.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.F.M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* ssp. Sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1141-1155, 1999.

FAGUNDES, J.L., FONSECA, D.M., GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JR., D.; VITOR, C.M.T.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; REIS, G.C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.397-403, 2005.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**, 1.ed. Viçosa: UFV, 2010. 537p.

HARLAN, J.R. **Crops and man**. 2 ed., Madison: American Society Agronomy, 1992. 284p.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**, New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

HODGSON, J. BIRCHAM, J.S.; GRANT, S.A.; KING, J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: SIMPOSIUM ON PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 1981, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: British Grassland Society, 1981, p.51-62.

HUMPHREYS, L.R. Subtropical grass growth: II Effects of defoliation in leaf area index in the field. **Queenland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, Brisbane, v.23, p.388-358, 1966.

JACQUES, A. Fisiologia do crescimento de Plantas Forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1., 1973, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1973, p.95-101.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**, New York: CAB International, 2000. p.103-122.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: **The ecology and management of grazing systems**, London: CAB International, 1996. cap.1, p.3-36.

LIMA, J.A.; VILELA, D. Formação e manejo de pastagens de *Cynodon*. In: **Cynodon: Forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora: Embrapa CNPGL, 2005. p.11-32.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Malden, v.49, n.2, p.111-120, 1994.

MISLEVY, P.; BROWN, W.F.; CARO-COSTAS, R.; VICENTE-CHANDLER, L.S.; DUNAVIN, D.W.; HALL, R.S.; KALMBACHER, A.J.; OVERMAN, O.C.; RUELKE, R.M.; SONODA, A.; SOTOMAYOR-RIOS, R.L.; STANLEY, JR.; WILLIAMS, M.J. **Florico stargrass**. Gainesville: University of Florida, 1989. 15p.

MORAES, A.; MARASCHIN, G.E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima tropical: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.147.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p.15-96.

NABINGER, C. Disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.213-272.

PEDREIRA, C.G.S. Gênero *Cynodon*. In: **Plantas Forrageiras**, Viçosa: UFV, 2010. p.79-130.

PINTO, L.F.M.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.439-447, 2001.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.731-754.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Tillersize/population density compensation in grazed coast-cross bermuda-Grass swards. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.655-665, 2001.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. 2. 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**, Collingwood, v.24. n.6, p.821-829, 1973.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.23–54.

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; CAMPOS, O.F.; RESENDE, J.C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagem de coast-cross. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.25, n.6, p.1228-1244, 1996.

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; MATOS, L.L.; MATOLLI, J.B. Utilização de gordura protegida durante o terço inicial da lactação de vacas leiteiras, em pastagem de coast-cross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.10, p.1503-1509, 2002.

VILELA, D.; MATOS, L.L.; ALVIM, M.J.; MATOLLI, J.B. Utilização de soja integral tostada na dieta de vacas em lactação, em pastagem de coast-cross (*Cynodon dactylon* L. Pers.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1243-1249, 2003.

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 with and between years. **Annals of Botany**, London, v.11, n.41, p.41-76, 1947.

WHITHEMAN, P.C. **Tropical pasture science**. New York: Oxford University Press, 1980. 392p.

ANEXO A – Análises químicas de terra nas fases inicial e final do experimento.

Tabela 16 Análise química de terra referente a fase inicial do experimento, coletada em Dezembro de 2011.

Identificação	Prof. (cm)	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	m	n	pH _{água}	Corg	MO	P	K
		-----				Cmol/dm ³	-----				-----	%	-----	01:2,5	%	%	-- mg/L--
B1	0-10	0,062	2,9	1,3	0,97	4,6	0,0	5,23	9,83	53,2	0,0	0,0	6,0	1,26	2,2	108	379
B1	0-20	0,053	2,8	0,4	0,51	3,1	0,0	3,76	6,86	54,8	0,0	0,0	5,8	0,89	1,5	55	197
B2	0-10	0,070	2,3	1,5	0,58	3,3	0,0	4,45	7,75	57,4	0,0	0,0	5,9	0,86	1,5	51	225
B2	0-20	0,075	2,4	0,8	0,36	2,5	0,0	3,63	6,13	59,2	0,0	0,0	5,8	1,66	2,9	87	140
B3	0-10	0,057	3,4	0,6	0,51	2,3	0,0	4,56	6,86	66,5	0,0	0,0	6,3	1,62	2,8	42	197
B3	0-20	0,062	2,8	0,6	0,47	2,6	0,0	3,93	6,53	60,2	0,0	0,0	6,2	1,37	2,4	32	183
B4	0-10	0,048	2,3	0,7	0,36	2,3	0,0	3,41	5,71	59,7	0,0	0,0	6,0	0,94	1,6	42	140
B4	0-20	0,057	2,0	1,1	0,69	3,0	0,0	3,84	6,84	56,2	0,0	0,0	6,1	1,38	2,4	63	267

A amostragem foi realizada em duas profundidades (0-10 e 0-20 cm), em 40 pontos de coleta (amostras simples) de cada profundidade em cada bloco (B1, B2, B3 e B4).

Tabela 17 Análise química de terra referente a fase final do experimento, coletada em Abril de 2013.

Identificação	Prof. (cm)	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	m	n	pH _{água}	Corg	MO	P	K
		-----				Cmol/dm ³	-----				-----	%	-----	01:2,5	%	%	-- mg/L --
B1	0-10	0,050	2,2	2,0	0,48	2,5	0,0	4,73	7,23	65,4	0,0	0,0	6,0	1,61	2,8	49	189
B1	0-20	0,070	2,0	0,8	0,43	3,0	0,0	3,30	6,30	52,4	0,0	0,0	6,1	4,09	7,1	56	168
B2	0-10	0,050	2,2	1,3	0,43	3,3	0,0	3,98	7,28	54,7	0,0	0,0	6,0	0,59	1,0	61	168
B2	0-20	0,050	1,8	1,0	0,26	3,3	0,0	3,11	6,41	48,5	0,0	0,0	5,7	0,89	1,5	17	101
B3	0-10	0,080	2,5	2,5	0,48	2,8	0,0	5,56	8,36	66,5	0,0	0,0	6,3	0,62	1,1	26	189
B3	0-20	0,050	1,9	1,9	0,37	2,3	0,0	4,22	6,52	64,7	0,0	0,0	5,8	3,44	5,9	13	145
B4	0-10	0,050	1,8	1,8	0,37	2,5	0,0	4,02	6,52	61,7	0,0	0,0	6,0	6,04	10,4	30	143
B4	0-20	0,060	2,0	2,0	0,31	2,8	0,0	4,37	7,17	60,9	0,0	0,0	6,1	1,54	2,7	20	120

A amostragem foi realizada em duas profundidades (0-10 e 0-20 cm), em 40 pontos de coleta (amostras simples) de cada profundidade em cada bloco (B1, B2, B3 e B4).