

**DINÂMICA DE ACÚMULO DE FORRAGEM
E PARÂMETROS MORFOGÊNICOS E
ESTRUTURAIS DE CAPIM-MARANDU
SUBMETIDO A QUATRO ALTURAS DE
DOSSEL**

ASTHOR DE MOURA NETO

2011

ASTHOR DE MOURA NETO

**DINÂMICA DE ACÚMULO DE FORRAGEM E PARÂMETROS
MORFOGÊNICOS E ESTRUTURAIS DE CAPIM-MARANDU
SUBMETIDO A QUATRO ALTURAS DE DOSSEL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2011

M929d Moura Neto, Asthor de.
Dinâmica de acúmulo de forragem e parâmetros morfogênicos e estruturais de capim-marandu submetido a quatro alturas de dossel [manuscrito] / Asthor de Moura Neto. – 2011.
114 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros-Janaúba, 2011.
Orientador: Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis.

1. *Brachiaria brizantha*. 2. Capim-marandu. 3. Forragem. 4. Rendimento forrageiro. I. Reis, Sidnei Tavares dos. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.2

ASTHOR DE MOURA NETO

**DINÂMICA DE ACÚMULO DE FORRAGEM E PARÂMETROS
MORFOGÊNICOS E ESTRUTURAIS DE CAPIM-MARANDU
SUBMETIDO A QUATRO ALTURAS DE DOSSEL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 14 de março de 2011.

Prof^a. Dra. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – UNIMONTES/DCA

Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – UNIMONTES/DCA

Prof. Dr. Cláudio Manoel Teixeira Vitor – UFSJ/DZO

**Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis
UNIMONTES
(Orientador)**

**JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL**

DEDICO

A Deus, por ser meu porto seguro em todos os momentos de minha vida, pelas bênçãos e proteção constantes.

Aos meus pais, Pedro e Rita, que foram alicerces para meu crescimento; aos meus irmãos, especialmente Renata e Fabiana pelo carinho e incentivo.

OFEREÇO

Ao meu avô Asthor Goulart de Moura (*in memoriam*) pelo apoio mesmo distante; a todos os familiares e amigos que torceram por mim durante esses anos de estudos.

“A verdadeira viagem do descobrimento não consiste em buscar novas paisagens, mas em ter novos olhos.”

Marcel Proust (1871-1922)

Um conforto: “sei que meu trabalho é uma gota no oceano. Mas sem ele, o oceano seria menor.”

(Madre Teresa de Calcutá)

“Amemos o nosso semelhante ou porque ele é bom ou para que ele se torne bom.”

(Santo Agostinho)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que está sempre presente comigo em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e ao Departamento de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do curso e aprimoramento profissional.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), por financiar o projeto.

À CAPES, pelo auxílio financeiro durante a Pós-graduação.

Ao Professor Sidnei Tavares dos Reis, pela atenção, ajuda constante e brilhante orientação.

À Professora Eleuza Clarete Junqueira de Sales, pelo apoio incondicional, incentivo e amizade.

Ao Professor Vicente Ribeiro Rocha Júnior, pela ajuda, pelos conhecimentos transmitidos e atenção irrestrita.

Ao Professor Cláudio Manoel Teixeira Vitor, por contribuir com a conclusão deste trabalho, compartilhando seus conhecimentos.

Aos funcionários da Fazenda da UNIMONTES, Valmir e Messias, que contribuíram muito para a realização do experimento.

Aos companheiros de experimento, Marcus Vinícius, Daniela, Verônica, Anselmo, Paulo Dionísio, Caio, Odail, Anderson e Heverton. Aos colegas do Laboratório de Análise de Alimentos, Ana Cássia, César, Lara, Laís, Malber, Célio, Walter, Rose, Gabriel e Jeferson.

Aos colegas do curso de Pós-graduação e todos aqueles que de alguma maneira foram peças importantes para a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA

Asthor de Moura Neto, filho de Pedro Trindade de Moura e Rita Maria Sarmiento Trindade, nasceu em Montes Claros – MG, em 27 de julho de 1985.

Em dezembro de 2003 concluiu o curso de Técnico em Administração na Escola Técnica de Formação Gerencial, SEBRAE, Nova Lima – MG.

Em dezembro de 2008 graduou-se Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual de Montes Claros – MG.

Em fevereiro de 2009 ingressou no programa de pós-graduação em Zootecnia da UNIMONTES, concentrando seus estudos na área de Forragicultura e Pastagens, submetendo-se à defesa em março de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT	II
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Capim-Marandu	4
2.2 Dossel forrageiro.....	5
2.3 Características morfológicas e estruturais.....	7
2.3.1 Taxa de aparecimento foliar (TApF) e filocrono (FIL)	9
2.3.2 Taxa de alongamento de folhas (TAIF)	12
2.3.3 Taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIPC)	14
2.3.4 Duração de vida das folhas (DVF) e taxa de senescência (TSen)	15
2.3.5 Comprimento final da lâmina foliar (CFLF)	18
2.3.6 Número de folhas vivas por perfilho (NFV).....	20
2.3.7 Densidade populacional de perfilhos (DPP).....	21
2.3.8 Relação lâmina foliar pseudocolmo (RLFPC).....	23
2.4 Índice de área foliar (IAF)	25
2.5 Composição químico-bromatológica das forrageiras	29
2.6 Produção e acúmulo de forragem	32
3 MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 Local e condução do experimento	34
3.2 Implantação do experimento.....	36
3.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	36
3.4 Características avaliadas	37
3.4.1 Rendimento forrageiro e composição morfológica.....	37
3.4.2 Índice de área foliar (IAF) do dossel	38
3.4.3 Características morfológicas e estruturais.....	38
3.4.4 Características bromatológicas	40
3.4.5 Processamento e análise estatística dos dados.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Características morfológicas	42
4.1.1 Taxa de aparecimento foliar (TApF)	42
4.1.2 Filocrono (Fil).....	45
4.1.3 Taxas de alongamento foliar (TAIF).....	47

4.1.4 Taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIPC)	50
4.1.5 Duração de vida das folhas (DVF).....	52
4.1.6 Taxa de senescência (TSen).....	54
4.2 Características estruturais	57
4.2.1 Número de folhas vivas por perfilho (NFV).....	57
4.2.2 Comprimento Final da Lâmina Foliar (CFLF)	59
4.2.3 Densidade populacional de perfilhos (DPP)	62
4.2.4 Porcentagem de folhas	65
4.2.5 Porcentagem de pseudocolmos	68
4.2.6 Índice de Área Foliar (IAF)	71
4.3 Características bromatológicas	74
4.3.1 Teor de matéria seca (%MS)	74
4.3.2 Porcentagem de proteína bruta (PB).....	75
4.3.3 Teor de fibra em detergente neutro (%FDN).....	78
4.3.4 Teor de fibra em detergente ácido (%FDA)	81
4.3.5 Teor de lignina (%LIG)	83
4.4 Características Produtivas.....	85
4.4.1 Produção de Matéria Seca (kg ha ⁻¹).....	85
4.4.2 Taxa de Acúmulo de Forragem (TAcF).....	88
4.4.3 Peso médio de perfilhos (g)	91
5 CONCLUSÕES.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

RESUMO

MOURA NETO, Asthor de. **Dinâmica de acúmulo de forragem e parâmetros morfogênicos e estruturais de capim-Marandu submetido a quatro alturas de dossel.** 2011. 115 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), na cidade de Janaúba - MG, no período de julho de 2009 a maio de 2010, a fim de avaliar o efeito de diferentes alturas de dossel sobre a morfogênese, rendimento forrageiro e características bromatológicas do capim-Marandu. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos corresponderam a quatro alturas de dossel: 30, 45, 60 e 75 cm. Baseado na análise de solo foi realizada adubação nitrogenada após cada corte na dosagem de 50 kg de N ha⁻¹. O experimento foi mantido sob condições irrigadas. Foram realizados três cortes avaliativos, assim que a forrageira atingiu a altura de dossel desejada, sem intervalos pré-definidos. Para efeito das análises estatísticas, foram utilizados os valores médios relativos aos três cortes avaliativos. Foram determinados a taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FIL), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIPC), duração de vida das folhas (DVF), taxa de senescência (TSen), comprimento final de lâmina foliar (CFLF), número de folhas vivas por perfilho (NFV), densidade populacional de perfilhos (DPP), porcentagem de folhas (%Fol), porcentagem de pseudocolmo (%Col), produção de matéria seca (PMS), teor de matéria seca (%MS), taxa de acúmulo de forragem (TAcF), peso médio de perfilhos (PMP), teor de proteína bruta (%PB), teor de FDN (%FDN), teor de FDA (%FDA), teor de lignina (%LIG), índice de área foliar (IAF). Aumentos lineares em função das alturas de dossel foram verificados para as variáveis FIL, TAIPC, DVF, TSen, CFLF, NFV, %Col, PMS, %MS, TAcF, PMP, %FDN, %FDA, %LIG, IAF; enquanto que sofreram decréscimo com os tratamentos, TApF, TAIF, DPP, %Fol. Em função dos resultados obtidos conclui-se que o corte do capim-Marandu na altura de dossel compreendida entre 45 e 60 cm, apresenta valores adequados de produção e valor nutritivo sem comprometer a persistência da forrageira.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Sidnei Tavares dos Reis - UNIMONTES (Orientador), Prof^a. Eleuza Clarete Junqueira de Sales - UNIMONTES (Co-orientadora).

ABSTRACT

MOURA NETO, Asthor de. **Dynamic of herbage accumulation and morphogenic parameters of Marandu grass submitted to four sward heights.** 2011. 114 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.¹

The study was carried out at Experimental Farm of the Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) in Janaúba - MG, from July 2009 to May 2010, in order to evaluate the effect of different sward heights on the morphogenesis, forage yield and qualitative characteristics of the Marandu grass. The used experimental design was in randomized blocks (ERB) with five repetitions, totalizing 20 experimental units. The treatments corresponded to four sward heights: 30, 45, 60 and 75 cm. Based on analysis of soil was performed nitrogen fertilization after each cut at dosage of 50 kg N ha⁻¹. The experiment was conducted under irrigated conditions. Three evaluative cuts were carried out as soon as the grass reached the desired sward height, without pre-determined intervals. The mean values for the three evaluative cuts were used for statistical analysis. The leaf appearance rate (LAR), phyllochron (PHY), leaf elongation rate (LER), pseudoculm elongation rate (PER), leaf lifespan (LL), senescence rate (SR), final length of leaf blade (FLLB), number of alive leaves per tiller (NALT), tiller density population (TDP), percentage of leaves (% L), percentage of pseudoculm (% C), dry matter production (DMP), dry matter content (% DM), rate of herbage accumulation (RHA), average weight of tillers (WT), crude protein (% CP), NDF content (% NDF), ADF content (% ADF), lignin content (% LIG), leaf area index (LAI) were determined. Linear increases in function of the sward heights were observed for the variables PHY, PER, LL, SR, FLLB, NALT, % C, DMP, % DM, RHA, WT, % NDF, % ADF, % LIG, LAI; while LAR, LER, TD, %L were decreasead with the treatments.. In function of the obtained results, it is possible to conclude that the cutting of Marandu grass at sward height between 45 and 60 cm presents appropriate values of production and nutritional value without compromise the persistence of forage.

¹ **Guidance committee:** Prof. Sidnei Tavares dos Reis - UNIMONTES (Adviser), Prof^a. Eleuza Clarete Junqueira de Sales - UNIMONTES (Co- Adviser).

1 INTRODUÇÃO

As pastagens constituem a base para a produção de ruminantes no Brasil, apresentando-se como a forma mais prática e econômica, principalmente em virtude da disponibilidade de área, diversidade de espécies, potencial de produção e adaptação a diversas condições edafoclimáticas.

A expansão de áreas de pastagens cultivadas, com espécies do gênero *Brachiaria* no Brasil tem se verificado em proporções, provavelmente, jamais igualadas por outras forrageiras. Dentre as espécies forrageiras do gênero *Brachiaria*, destaca-se a *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich.) Stapf cv. Marandu, popularmente conhecida por capim-Marandu, que possui características favoráveis para a sua implantação e persistência nas condições edafoclimáticas específicas de diferentes ecossistemas. Dentre suas principais características, destaca-se: adaptação a solos de média fertilidade, tolerância às cigarrinhas das pastagens, além de uma elevada produtividade, quando devidamente manejada e adubada.

Os índices de produção que podem ser obtidos no sistema de pastagens sofrem influência direta do manejo e das condições existentes. O Brasil, apesar do grande potencial, apresenta índices produtivos médios em patamares bem inferiores. Diversos fatores contribuem para essa situação; no entanto, todos têm em comum o manejo inadequado das pastagens, onde se prioriza o animal em detrimento do pasto, desconsiderando os princípios de fisiologia, morfologia e estrutura do dossel forrageiro.

O estudo da morfogênese está relacionado com a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço. Sendo assim, a morfogênese faz-se uma ferramenta extremamente importante no auxílio à definição de estratégias de manejo da pastagem, pois, em função de ser baseada no acompanhamento da

dinâmica do crescimento e desenvolvimento das lâminas foliares e do colmo dos perfilhos, retrata um diagnóstico do que está acontecendo com a planta forrageira e, aliada a algumas características estruturais do dossel forrageiro, pode-se determinar a dinâmica do acúmulo de forragem da pastagem.

As características morfogênicas apresentam grande variação entre gêneros, espécies e cultivares, o que é um indicativo de que práticas de manejo para essas plantas deverão ser diferenciadas.

O momento da colheita da forragem, seja pelo corte ou pastejo, deve estar relacionado ao estágio de desenvolvimento da planta, conseqüentemente, ao seu valor nutritivo. A qualidade de uma planta forrageira é representada pelo seu valor nutritivo e pela quantidade que é consumida pelo animal. Dessa maneira, é de grande importância o conhecimento da composição bromatológica e digestibilidade durante as diversas fases de desenvolvimento da planta, assim como a influência da época do ano e da fertilidade do solo.

A altura de dossel para corte, bem como o intervalo de cortes, afeta ainda o potencial de rebrota e a persistência das espécies forrageiras. Em geral, longos intervalos entre cortes trazem desvantagens como: maior deposição de material fibroso, diminuição do valor nutritivo e consumo. Por outro lado, cortes muito frequentes reduzem o total de forragem produzida, diminuem as reservas das plantas e afetam o potencial de rebrota.

Para a identificação da condição que maximiza a eficiência de produção e colheita, é preciso um banco de informações sobre as características morfogênicas que determinam a estrutura do pasto. Tais informações, juntamente com a evidência dos efeitos na estrutura do dossel sobre o consumo de forragem e desempenho animal, levam ao desenvolvimento de estratégias de manejo.

É importante salientar que praticamente todo o conhecimento gerado até o momento é oriundo de instituições localizadas nos grandes centros das regiões sudeste e sul do país, o que, na prática, impõe grandes restrições para utilizá-las como ferramenta para orientar o manejo da pastagem para outras condições edafoclimáticas, especificamente a região semiárida do Estado de Minas Gerais.

Diante desse contexto, faz-se necessária a obtenção de um maior volume de informações relacionadas à morfogênese das gramíneas forrageiras que são utilizadas na região semiárida do Estado de Minas Gerais, bem como, sua resposta a diferentes alturas de dossel, buscando-se obter subsídios para um manejo sustentável na produção de forragem.

Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a dinâmica de acúmulo de forragem, parâmetros morfogênicos, estruturais, e composição bromatológica de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a quatro alturas de dossel nas condições do norte de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Capim-Marandu

A *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu é conhecida também por outras denominações regionais, tais como: brizantão, brizantha, braquiarião, Marandu e capim-Marandu (RENVOIZE *et al.*, 1998).

Segundo Nunes *et al.* (1985), o capim-Marandu é um ecótipo originário de regiões vulcânicas da África tropical que, durante muitos anos, foi cultivado no Brasil, na região do município de Ibirarema, Estado de São Paulo. No ano de 1977, a Estação de Pesquisas em Pastagens de Marandela - Zimbabwe, na África, enviou amostras do material vegetal ao CNPGC - Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, da EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, situado no município de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul, onde passou a ser estudado sob o código de acesso BRA-000591. Em 1979 o CPAC - Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado, também da EMBRAPA, situado no município de Planaltina, Distrito Federal, recebeu parte do material para estudo. No ano de 1984, houve o lançamento oficial da cultivar, numa parceria entre o CPAC e o CNPGC, servindo como mais uma alternativa aos pecuaristas brasileiros (NUNES *et al.*, 1985; RENVOIZE *et al.*, 1998).

Com suas características específicas, o capim-Marandu chamou a atenção dos técnicos por apresentar plantas sempre robustas, perene, com até 120 cm de altura, colmos eretos ou subereto, mas com emissão de perfilhos predominantemente eretos. Seus rizomas são muito curtos e encurvados. Os colmos floríferos são eretos, com perfilhamento nos nós superiores, levando à proliferação de inflorescências que atingem até 40 centímetros de comprimento, geralmente com 4 a 6 racemos. Suas lâminas foliares são de cor verde brilhante,

do tipo linear ou linear-lanceoladas, variando de 6-15 mm de largura e 5-40 cm de comprimento, glabras na face adaxial, pubescentes na face abaxial, e bordos não cortantes. As bainhas são pilosas com cílios nas margens, geralmente mais longas que os entrenós, escondendo-os nos nós, o que confere a impressão de haver densa pilosidade nos colmos vegetativos (NUNES *et al.*, 1985).

No ano de 1994, aproximadamente 80% das áreas com pastagens cultivadas no Brasil eram ocupadas por genótipos de *Brachiaria*, com a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu representando mais de 50% desse total (SANTOS FILHO, 1996).

Soares Filho (1994) mencionou que esse cultivar adapta-se a condições de até 3.000 metros de altitude, precipitação pluvial anual ao redor de 700 mm e cerca de 5 meses de seca no inverno. No entanto, não suporta solos encharcados. É recomendada para áreas de média a boa fertilidade, apesar de tolerar acidez no solo.

A temperatura adequada ao seu desenvolvimento situa-se entre 30 e 35 °C, sendo a mínima de 15 °C, embora tolere bem geada (SKERMAN e RIVEIROS, 1992). Com reduzida tolerância ao sombreamento, desenvolvendo-se abundantemente sob condições de sol pleno, apresenta elevado potencial de produção de massa verde, sendo muito utilizado na alimentação de ruminantes (SOARES FILHO, 1994).

2.2 Dossel forrageiro

Define-se estrutura do dossel forrageiro como sendo a distribuição e o arranjo das partes da planta sobre o solo, e várias são as características para descrevê-la: altura, densidade populacional de perfilhos, densidade volumétrica

da forragem, distribuição da fitomassa por estrato, ângulo foliar, índice de área foliar, relação folha colmo (LACA e LEMAIRE, 2000).

A arquitetura do dossel forrageiro é definida por características morfogênicas cujas inter-relações definem as características estruturais do dossel. A morfogênese pode ser definida como a dinâmica de geração (*genesis*) e expansão da forma da planta (*morphos*) no espaço (LEMAIRE e CHAPMAN, 1993). Dessa forma, a arquitetura do dossel ou estrutura do pasto em ecossistemas de pastagens apresenta-se importante por influenciar não somente a produção da forragem, mas também as respostas dos animais em pastejo.

Sob condições de pastejo, a altura do dossel forrageiro se faz um parâmetro prático para orientar o manejo da desfolhação, além de afetar o comportamento ingestivo do animal, correlaciona-se positivamente com a ingestão de forragem (GONTIJO NETO *et al.*, 2006). De acordo com os mesmos autores, acima de uma determinada altura, a ingestão de matéria seca é reduzida, pois a baixa densidade de forragem e a alta dispersão das lâminas foliares nos estratos superiores do dossel ocasionam menor massa do bocado. Desse modo, a maior altura observada em um período de descanso pode afetar negativamente a ingestão de matéria seca pelo animal em decorrência da alteração na estrutura da pastagem.

Por ser uma variável de fácil mensuração, a altura do dossel consiste numa primeira aproximação da quantidade de forragem presente numa determinada área. Conforme Hodgson (1990), a altura do dossel é uma das medidas que fornece melhor indicação da produção de forragem em circunstâncias particulares, e padrões mais consistentes de respostas sob diferentes condições. Assim, a altura é uma ferramenta de avaliação fácil de mensurar, constituindo-se como parâmetro satisfatório para avaliação de pastagens para corte e pastejo.

No entanto, Barthram (1981) afirmou que a altura do dossel não é um bom índice de produção de forragens tropicais, visto que a altura do pseudocolmo pode superestimar a disponibilidade de forragem colhível. Por sua vez, Stobbs (1973) também afirmou que no caso dos pastos tropicais, ocorre uma diminuição da densidade de forragem com a elevação da altura, não havendo, portanto, uma relação direta entre altura e massa de forragem.

Dessa maneira, para gramíneas do tipo C₄, a altura do pasto pode influenciar o valor nutritivo da forragem em função do alongamento do pseudocolmo, aumentando a fração de componentes estruturais, principalmente lignina, que diminui o teor de proteína bruta e o consumo em virtude da redução na ingestão de matéria seca. Consequentemente ocorre diminuição do tamanho de bocados, resultando em um aumento no tempo de pastejo (POMPEU, 2006).

2.3 Características morfogênicas e estruturais

A dinâmica de crescimento de plantas forrageiras tem sido foco de estudo nos últimos anos, visando a aprimorar o conhecimento do processo de produção de forragem em pastagens. A otimização de sistemas de pastejo não pode ser concebida simplesmente como a maximização da quantidade de forragem produzida ou ingerida pelos animais sendo necessário considerar parâmetros que condicionam e determinam a persistência e a produtividade da pastagem. Assim, assegurar a capacidade de reposição de perfilhos assume importância fundamental (UEBELE, 2002).

Avaliar as características morfogênicas, por sua relação com a estrutura do pasto, surge como alternativa para definir estratégias de manejo visando à melhoria da eficiência de utilização da pastagem, bem como de sua persistência (PENA *et al.*, 2009).

As unidades básicas consumidas pelos animais em sistemas de produção a pasto constituem-se de perfilhos, principalmente folhas. Dessa maneira, o conhecimento da dinâmica de crescimento e desenvolvimento dessa estrutura da planta constitui o alvo da morfogênese, que pode ser descrito por três características morfológicas básicas: taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF) e duração de vida das folhas (DVF) (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

Os processos de formação, desenvolvimento, crescimento e senescência de folhas e perfilhos apresentam sensibilidade às condições climáticas desfavoráveis (CARVALHO, 2000; UEBELE, 2002), já que a divisão, e principalmente o crescimento das células são processos extremamente sensíveis ao turgor celular (LUDLOW e NG, 1977).

As características morfogênicas inerentes ao genótipo são influenciadas pelas condições ambientais que determinam as características estruturais que, por sua vez, resultam na área foliar capaz de interceptar a Radiação Fotossinteticamente Ativa Incidente. Entretanto, o número e o tamanho das folhas verdes por unidade de área determinam a capacidade de interceptação luminosa e a eficiência fotossintética do pasto.

Quando se assume uma proporção constante entre área e comprimento foliar para um dado genótipo, o produto entre o tamanho da folha, a demografia populacional dos perfilhos e o número de folhas verdes por perfilhos do pasto determinam seu índice de área foliar (IAF). Este índice é a principal variável estrutural de pastos e que possui alta correlação com as respostas tanto de plantas como de animais em ambientes de pastagens (SBRISSIA e DA SILVA, 2001).

Dentro desse contexto, a morfogênese, a ecofisiologia e a ecologia do pastejo passaram a atuar de maneira cada vez mais importante no sentido de

permitir o desenvolvimento e a compreensão mais detalhada de processos de crescimento, possibilitando o estabelecimento de relações de causa e efeito mais precisas entre ações de manejo e as respostas de produção das pastagens, premissa básica para a idealização e condução de sistemas eficientes de produção animal em pastagens (DA SILVA, 2009).

2.3.1 Taxa de aparecimento foliar (TApF) e filocrono (FIL)

A taxa de aparecimento foliar é expressa em número médio de folhas surgidas por perfilho em determinado período de tempo, expresso geralmente em número de folhas dia^{-1} perfilho $^{-1}$. Dessa forma, a TapF desempenha um papel central na morfogênese, por influenciar de forma direta cada um dos componentes da estrutura do relvado; tamanho de folha, densidade de perfilhos e número de folhas por perfilho (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

A relação direta da TApF com a densidade de perfilhos determina o potencial de perfilhamento para um dado genótipo, porque cada folha formada sobre uma haste representa o surgimento de novas gemas axilares. A TApF é importante, então, na determinação da taxa potencial de produção de gemas para a geração de novos perfilhos em função da interação de vários fatores, como luz e nutrientes (GARCEZ NETO *et al.*, 2002).

Em condições consideradas uniformes, a TApF é tida como constante, porém é amplamente influenciada por mudanças estacionais. As flutuações estacionais são ocasionadas não apenas pela temperatura, mas também por mudanças na intensidade luminosa, fotoperíodo e disponibilidade de água e nutrientes no solo (LANGER, 1972).

A taxa de aparecimento foliar, conforme Grant *et al.* (1981), é largamente influenciada por dois fatores, o primeiro é a taxa de alongamento

foliar e o segundo, o comprimento do cartucho da bainha (pseudocolmo), o qual estabelece a distância que a folha percorre para emergir. Wilson e Laidlaw (1985) afirmaram que o comprimento da bainha aumenta com a massa de forragem, o que causa redução na TApF, mas maior comprimento final das lâminas foliares.

Seguindo essa tendência, Skinner e Nelson (1995) demonstraram que o maior comprimento da bainha promove menor taxa de aparecimento de folhas, o que pode ser explicado pela maior distância a ser percorrida pela folha até a sua emergência.

Em gramíneas tropicais, comportamento semelhante foi observado por Barbosa *et al.* (2002) para o capim-tanzânia sob lotação rotacionada, e por Marcelino *et al.* (2004) para capim-Marandu, os quais verificaram que a TApF foi reduzida com o aumento da altura do pasto. Santos *et al.* (2009) observaram variações na TApF após trabalho realizado com duas gramíneas do gênero *Brachiaria*, em que relataram valores médios de TApF para a *Brachiaria decumbens* (0,15 folhas dia⁻¹ perfilho⁻¹) maior que para a *Brachiaria brizantha* (0,12 folhas dia⁻¹ perfilho⁻¹).

O inverso da TApF estima o filocrono, ou seja, o intervalo entre o aparecimento de duas folhas sucessivas. Na prática, pode-se dizer que o filocrono é o tempo, em dias, para a formação de uma folha. O filocrono também pode ser definido em termos de tempo térmico. De acordo com Lemaire e Agnusdei (2000), em dada espécie, em situações em que não há deficiência hídrica, o filocrono é uma variável relativamente constante quando expresso em unidades térmicas, o que promove uma base de escala para o estudo da morfogênese.

Existe uma relação direta entre filocrono e florescimento, ou seja, à medida que a planta forrageira inicia sua fase reprodutiva, os valores de

filocrono se tornam maiores (VAN ESBROECK *et al.*, 1997). Mudanças no filocrono também podem ocorrer em função das diferentes estações do ano, sendo que os maiores valores de filocrono podem ocorrer durante o inverno, e os menores, no verão, como observado por Barbosa (2004) em capim-tanzânia.

Santos *et al.* (2009) trabalhando com diferentes adubações no capim-Marandu e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, encontraram valores médios de filocrono de 8,1 e 5,3 dias folha⁻¹, respectivamente, evidenciando a diferença entre as espécies forrageiras.

Avaliando o filocrono em *Brachiaria brizantha*, Alexandrino *et al.* (2004) verificaram que, com o aumento das doses de nitrogênio, o filocrono reduziu de 12,20 para 6,99 dias, respectivamente, nas plantas adubadas com 0 a 40 mg dm⁻³ de N. De maneira similar, Martuscello *et al.* (2005) encontraram valores de filocrono para o capim-xaraés de 11,45 e 8,81 dias sem adubação e com 120 mg dm⁻³ de N, respectivamente. O que demonstra que a taxa de filocrono é altamente dependente da fertilidade do solo. Valores médios de 8,18 dias folha⁻¹ foram verificados por Alexandrino *et al.* (2010) também em capim-Marandu.

Pena *et al.* (2009), em trabalho com capim-tanzânia, avaliando duas alturas de corte e três intervalos de corte, observaram relação inversa entre filocrono e taxa de alongamento foliar. Sbrissia e Da Silva (2008), avaliando capim-Marandu submetido à lotação contínua, também relataram o mesmo comportamento entre filocrono e taxa de alongamento foliar.

Alguns autores mostraram que o aumento no comprimento da bainha foliar resulta em maiores valores de filocrono (WILSON e LAIDLAW, 1985; SKINNER e NELSON, 1995), uma vez que o tempo necessário para a visualização da nova folha emergente pode ser atrasado, segundo uma relação

básica estabelecida pelo comprimento das bainhas que envolvem o meristema apical e a taxa de alongamento foliar.

2.3.2 Taxa de alongamento de folhas (TAIF)

O alongamento foliar em gramíneas restringe-se a uma zona na base da folha em expansão (zona de alongamento), que está protegida por bainhas de folhas mais velhas formando o pseudocolmo (SKINER e NELSON, 1995), sendo, em geral, expressa em mm dia⁻¹. Enquanto o alongamento da lâmina foliar cessa o crescimento com a diferenciação da lígula, o alongamento da bainha continua até a sua exteriorização. Modificações na taxa de alongamento foliar ocorrem em função de duas características celulares: número de células produzidas por dia (divisão celular) e mudança no comprimento da célula (alongamento celular).

A TAIF torna-se também sensível ao déficit hídrico, devido a planta priorizar a continuidade dos processos fotossintéticos e de divisão celular, interrompendo o alongamento de folhas e raízes muito antes que esses processos sejam afetados (LUDLOW e NG, 1977).

Fagundes *et al.* (2006), avaliando o efeito da adubação nitrogenada sobre as características morfogênicas e estruturais de *Brachiaria decumbens*, observaram que a taxa de alongamento foliar apresentou resposta linear positiva com as doses de N aplicadas, sendo superior com a maior disponibilidade hídrica e maiores temperaturas ocasionados por condições ambientais favoráveis (verão).

Lemaire e Agnusdei (2000) relataram que a TAIF apresenta comportamento exponencial quando a temperatura média diária se mantém de 5 a 17 °C para as gramíneas C₃ e 12 a 20 °C para gramíneas C₄. Acima desses

limites, a TAlF é linear até que os níveis ótimos de temperatura sejam atingidos para cada espécie (NABINGER e PONTES, 2001).

A TAlF parece ser a variável morfogênica que, isoladamente, tem maior correlação direta com a massa de forragem (HORST *et al.*, 1978), sendo afetada de forma variável pelos fatores de ambiente e de manejo. Contudo, o alongamento de folhas possui uma correlação negativa com a taxa de aparecimento de folhas (TApF), de forma que quanto maior a TApF menor o tempo de alongamento das folhas (ZARROUGH *et al.*, 1984).

Alexandrino *et al.* (2010) verificaram efeito significativo e positivo do nitrogênio sobre a TAlF, e constataram ainda que não houve incremento na TApF com os tratamentos testados.

A taxa de alongamento foliar e a taxa de alongamento de colmo são bem sensíveis ao manejo de desfolhação (SANTOS *et al.*, 2004). Porém, Davis (1974) afirma que a taxa de alongamento de folha é pouco afetada pela intensidade da desfolhação, sendo observada pequena redução somente pela total desfolha do perfilho. Dessa forma, Peternelli (2003) não observou efeito das intensidades de pastejo na taxa de alongamento de folha em pastagens de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*. Barbosa *et al.* (2002) também não notaram efeito de dois resíduos (2,3 e 3,6 t ha⁻¹ de MS) no pós-pastejo sobre a taxa de alongamento de folha em pastagem de capim-tanzânia.

No entanto, em capim-tanzânia, Pena *et al.* (2009) observaram diminuição na TAlF com redução do intervalo de desfolhação (aumento no número de folhas surgidas por perfilho), relatando que isso pode ter sido em decorrência da elevação do meristema apical resultante do processo de alongamento de colmos, condição necessária para a emissão de novas folhas em ambiente com luz, o que encurtou a distância que as novas lâminas deveriam percorrer até emergir do pseudocolmo (GOMIDE e GOMIDE, 2000).

2.3.3 Taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIPC)

Gramíneas tropicais, particularmente aquelas de crescimento ereto, apresentam componente de grande relevância e que pode interferir, de maneira significativa, na estrutura do pasto e no equilíbrio do processo de competição por luz, que é o alongamento do colmo (SBRISSIA e DA SILVA, 2001). Esse processo passou a receber a devida atenção quando Sbrissia e Da Silva (2001) propuseram a sua inclusão no diagrama clássico de Chapman e Lemaire (1996) entre as variáveis morfogênicas (determinando alterações na relação lâmina: colmo, dentre as características estruturais), com a finalidade de melhor descrever o comportamento das gramíneas forrageiras tropicais durante a morfogênese e sob influência dos principais fatores do ecossistema pastagem.

Um das formas efetivas do controle do alongamento de colmos é o manejo do corte ou pastejo. Quanto maior o intervalo de pastejo, maior a chance de a comunidade vegetal repor as reservas utilizadas na recuperação de um novo dossel. Conforme esse intervalo, se ele for suficiente para o dossel interceptar quase toda a luz incidente (MELLO e PEDREIRA, 2004), principalmente em gramíneas forrageiras tropicais, pode ocorrer o alongamento de colmos, que altera os padrões de acúmulo, gerando aumento na massa de forragem do resíduo, provavelmente pelo aumento na massa de perfilhos individuais (DA SILVA e SBRISSIA, 2001).

Em estudo realizado por Stabile *et al.* (2010), avaliando genótipos de capim-colonião em três estádios de maturidade, foi verificado um aumento linear na produção de matéria seca verde à medida que aumentaram os estádios, porém este acréscimo esteve relacionado à alongação do colmo.

Fato similar foi verificado por Cândido *et al.* (2005) em capim-mombaça sob pastejo rotativo, onde o prolongamento do período de descanso acarretou maior altura e massa seca de forragem verde por ciclo de pastejo, no entanto

com proporção crescente de colmos, levando a uma acentuada redução na relação folha:pseudocolmo na forragem acumulada.

Marcelino *et al.* (2006), em experimento com capim-Marandu, observaram que as taxas de alongamento de colmo foram maiores nos tratamentos com maior período de descanso, o que estaria relacionado ao maior número de perfilhos em estágio reprodutivo. Fato semelhante foi verificado por Reis *et al.* (2009) em capim-Xaraés.

Sob condições de pastejo, quando ocorre aumento na proporção de colmos na parte superior do dossel, dificilmente a altura do pasto reduz, visto que esses colmos se tornam um impedimento físico ao pastejo, pela dificuldade em que os animais encontram para consumi-los (CASAGRANDE *et al.*, 2010).

Através do manejo no intervalo e/ou altura de corte, pode-se controlar o alongamento de colmos, fração indesejável e de composição bromatológica inferior àquela de lâminas foliares (BUENO, 2003), de baixo valor nutritivo (DIFANTE *et al.*, 2009), mas deve ser feito dentro dos limites de tolerância e resistência da planta à desfolhação, de forma a não comprometer a perenidade das pastagens.

2.3.4 Duração de vida das folhas (DVF) e taxa de senescência (TSen)

A duração de vida da folha (DVF) representa o intervalo de tempo durante o qual uma dada folha permanece verde, ou seja, do seu aparecimento até sua senescência. Esse intervalo de tempo é pré-determinado geneticamente e sofre influência dos fatores ambientais e de manejo (HODGSON *et al.*, 1981).

Essa variável corresponde ao ponto de equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência foliar, sendo que o efeito da temperatura para a DVF

é semelhante aos efeitos relatados para a TApF, mas de forma inversa, pois temperaturas mais baixas tendem a aumentar a DVF (NABINGER, 1997).

Foi ressaltado por Mazzanti *et al.* (1994) que, em geral, ocorre diminuição na DVF em condições de alta disponibilidade de N, consequência da competição por luz determinada pelo aumento da taxa de alongamento foliar e pelo maior tamanho final das folhas.

O conhecimento da duração de vida das folhas é importante para o manejo do pastejo, já que, de um lado, indica o teto potencial de produção da espécie (máxima quantidade de material vivo por área) e, de outro, pode ser um indicador para a determinação da intensidade de pastejo a ser adotada quando do uso de lotação contínua (altura do dossel e/ou taxa de lotação empregada) ou da frequência de pastejo em casos de lotação rotacionada que permita manter índices de área foliar próximos da maior eficiência de interceptação e máximas taxas médias de acúmulo de forragem (NABINGER e PONTES, 2001).

Devido a pouca ou nenhuma morte do tecido jovem no estágio inicial de rebrotação, a taxa de acumulação líquida de forragem se iguala à taxa de assimilação líquida do dossel (LEMAIRE, 1997). Posteriormente, atingindo o período de duração de vida das folhas, começa a haver morte foliar das primeiras folhas produzidas.

A senescência foliar caracteriza-se pela redução dos níveis de clorofila e proteínas. Esse processo pode ser acelerado por estresses, tais como: temperaturas elevadas, ausência de luz, excesso de água, déficit hídrico e de nutrientes minerais (CALBO, 1989). O aumento da senescência decorrente de deficiência nutricional da planta ocorre em virtude da alta translocação de N e fósforo para as folhas mais novas (HILL, 1980).

O ápice foliar é a porção mais velha e, a base, a mais jovem na folha. Portanto, o ápice foliar é fisiologicamente mais maduro e, por isso, é a primeira parte a senescer (LANGER, 1972).

Em casa de vegetação, trabalhando com a *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*, Silva *et al.* (2009) constataram que a duração de vida das folhas diferiu entre as espécies, de modo que os maiores valores foram observados para a *Brachiaria brizantha* (45,1 dias). Tal relato pode estar relacionado à fisiologia diferenciada de cada espécie forrageira, que deve ser considerada no estabelecimento do intervalo de cortes, visto que maior DVF possibilita maior intervalo de cortes.

Em estudo feito por Martuscello *et al.* (2005) verificou-se redução na duração de vida das folhas com a adubação nitrogenada, acontecimento que pode ser explicado pela maior renovação de tecidos nas plantas advindo da adubação.

Hodgson (1990) descreveu o sincronismo entre o aparecimento de uma folha jovem e morte de outra mais velha. Logo, considerando uma planta totalmente desfolhada, a duração de vida da folha é o tempo necessário para que esse sincronismo aconteça. Assim, períodos de descanso mais longos que a duração de vida da folha implicam grandes perdas por senescência.

Trabalhando com capim-tanzânia submetido a duas alturas de corte e três intervalos entre cortes, Pena *et al.* (2009) observaram, com os valores médios de três cortes, um aumento na duração de vida das folhas à medida que se ampliaram os intervalos entre cortes na altura de corte de 25 cm, fato não encontrado na altura de corte de 50 cm. No mesmo experimento, ainda verificaram que a taxa de senescência das folhas e a taxa de alongamento de colmos tenderam a aumentar com a diminuição da frequência de corte de 2 para 3 folhas surgidas por perfilho.

A duração de vida das folhas é melhor entendida quando analisada em conjunto com a taxa de senescência (TSen) e com o comprimento final da lâmina foliar (CFLF) (MARTUSCELLO *et al.*, 2005).

Trabalhos evidenciam alteração da taxa de senescência foliar com o manejo da desfolhação e destacam que o aumento do período de descanso tende a incrementar a taxa de senescência foliar (ALEXANDRINO *et al.*, 2003; SANTOS, *et al.*, 2004), uma vez que contribui para o maior sombreamento e idade das folhas baixas (MACEDO *et al.*, 2010).

2.3.5 Comprimento final da lâmina foliar (CFLF)

As folhas das gramíneas compõem parte substancial do tecido ativo para fotossíntese, além de serem os órgãos vegetais de maior valor nutritivo para alimentação animal, apresentando, portanto, duplo papel dentro do ecossistema pastagem.

O comprimento da lâmina foliar é uma característica vegetal plástica à intensidade de desfolha, sendo considerada uma estratégia morfológica de escape da planta ao pastejo (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Devido a esse mecanismo, ocorre a diminuição do comprimento das lâminas em pastagens sujeitas à maior intensidade de desfolha.

Alguns autores citam que o comprimento de bainha ainda é o grande responsável pelo comprimento das lâminas foliares (DURU e DUCROCQ, 2000), por determinar a distância que a folha tem que percorrer para sua emergência, portanto, quanto maior a distância percorrida pela folha, maior o seu comprimento. Porém, uma possível elevação do meristema apical, ocasionada pela maior altura do dossel para o maior período de descanso,

conforme sugerido por Rezende *et al.* (2004), pode ser a resposta para dados adversos.

As variações na TAlF e TapF, por meio de práticas de manejo (intensidade de pastejo, frequência de desfolhação, fertilização) ou flutuações climáticas, podem também ocasionar variações no comprimento final da folha (DALE, 1982).

A TAlF e a TapF são fatores determinantes da variação do comprimento final da lâmina foliar (CFLF) (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). A TAlF está diretamente relacionada com o tamanho final da folha, e folhas de menor tamanho estão associadas com valores maiores de TapF.

Outro fator importante a se considerar é o comprimento da bainha, visto que quanto maior o seu comprimento, maior será a fase de multiplicação celular e mais tempo a folha em expansão ficará protegida pela bainha da luz direta (DAVIES *et al.*, 1983), resultando, conseqüentemente, em maior comprimento final da lâmina foliar produzida (DURU e DUCROCQ, 2000).

Em pesquisa realizada por Pontes (2001), as maiores alturas dos pastos de azevém anual propiciaram maior comprimento de bainha e, por conseguinte, maior comprimento das lâminas foliares. Tal comportamento é um bom exemplo da relação existente entre as características morfogênicas e estruturais do pasto, já que as folhas dessa espécie se apresentaram mais curtas nas menores alturas pela redução da TAlF, associada a um filocrono constante.

Mazzanti e Lemaire (1994) apontaram correlação positiva entre taxa de alongamento foliar e comprimento de lâmina foliar, tanto para frequências quanto para intensidades de desfolhação, de modo que maiores taxas de alongamento foliar proporcionaram maiores comprimentos de lâmina foliar. Desse modo, maior comprimento de lâmina foliar em menor período de descanso pode estar associado às maiores taxas de alongamento foliar

(MACEDO *et al.*, 2010). No entanto, Pedreira *et al.* (2002) afirmaram que relvados com altas taxas de lotação e/ou alta frequência de desfolhação promovem emissão de maior número de perfilhos e, conseqüentemente, maior número de folhas, contudo de menor tamanho.

2.3.6 Número de folhas vivas por perfilho (NFV)

A variável número de folhas vivas por perfilho (NFV) sofre influência direta de TApF e de DVF, sendo que o seu valor, normalmente, é espécie-dependente e, na ausência de deficiências nutricionais, é uma característica genotípica bastante estável (NABINGER e PONTES, 2001). Por isso, qualquer mudança em uma destas características morfogênicas afetará o número de folhas vivas por perfilho. O número de folhas geradas em um perfilho representa valiosa referência ao potencial de perfilhamento, visto que cada gema axilar associada a uma folha gerada pode, potencialmente, gerar um novo perfilho e, portanto, alterar a estrutura de uma comunidade de planta (NASCIMENTO JÚNIOR *et al.*, 2002).

O número de folhas vivas por perfilho é razoavelmente constante conforme o genótipo, condições de meio e manejo. Por ser resultado da combinação de características morfogênicas, sofre influência direta e indireta de fatores relacionados ao ambiente e às práticas de manejo utilizadas. Gomide (1997) relatou em *Brachiaria brizantha* um número de folhas vivas por perfilho variando de 5 a 7, enquanto que, para *Brachiaria decumbens* foi verificado 5.

A estabilização do número de folhas vivas por perfilho e de perfilhos por planta constitui-se em índice objetivo para orientar o manejo das forrageiras com vistas a maximizar a eficiência de colheita sob sistema de corte ou pastejo rotacionado, prevenindo perdas de folhas por senescência e morte (GOMIDE, 1997).

Com o aumento de folhas vivas por perfilho e de perfilhos por planta, determina-se o aumento do IAF do relvado e, então, o rendimento forrageiro, via crescente percentual de interceptação e captura da radiação luminosa.

Reis *et al.* (2009) encontraram valores de NFV por perfilho em capim-Xaraés de 5,47 e 5,87 para 36 e 48 dias de descanso, respectivamente. Todavia, a variável não sofreu efeito do período de descanso, reafirmando o que foi relatado por Nabinger (2001). O resultado sugere, portanto, que o capim-Xaraés sustenta 5,5 a 6,0 folhas vivas por perfilho.

Em estudo também com capim-Xaraés, Martuscello *et al.* (2005) confirmaram que o número de folhas vivas é uma variável bastante estável, ao relatar valores de número de folhas de 4,73; 4,58 e 4,34 para os cortes com duas, quatro e cinco folhas completamente expandidas.

Já Silva *et al.* (2009), trabalhando com adubação nitrogenada, encontraram valores médios de número total de folhas vivas por perfilho equivalente a 8,8 e 7,5 folhas para *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*, respectivamente.

2.3.7 Densidade populacional de perfilhos (DPP)

A densidade populacional de perfilhos em comunidades de plantas forrageiras é função do equilíbrio entre as taxas de aparecimento e morte de perfilhos (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). O perfilho é a unidade estrutural básica de um pasto e o balanço entre perfilhos vivos e mortos a cada instante é de suma importância para a estabilidade do pasto.

Assim, de acordo com Briske (1991), mudanças na densidade populacional de perfilhos ocorrem quando o surgimento de novos perfilhos excede ou não a mortalidade. Em outras palavras, o número de perfilhos vivos

por planta, ou unidade de área, é determinado pela relação entre a periodicidade de aparecimento de novos perfilhos e a longevidade dos mesmos.

A taxa potencial de aparecimento de perfilhos só pode ser atingida quando o índice de área foliar (IAF) do dossel é baixo, uma vez que a ativação das gemas para a formação de novos perfilhos está relacionada à quantidade e à qualidade de luz incidente sobre essas gemas. Maiores densidades populacionais em pastos mais baixos evidenciam a existência de um mecanismo de compensação em pastos de capim-Marandu, amplamente descrito na literatura (GRANT *et al.*, 1983; BIRCHAM e HODGSON, 1983; SBRISSIA *et al.*, 2003), segundo o qual pastos mantidos mais baixos possuem maior densidade populacional de perfilhos pequenos e vice-versa. O conhecimento desse mecanismo em condições tropicais pode ajudar a compreender os limites de plasticidade das comunidades de perfilhos em pastos e determinar alternativas de manejo do pastejo que não comprometam a persistência do pasto e favoreçam a otimização dos processos de produção e utilização da forragem produzida.

Verificando a relação tamanho/densidade de perfilhos em capim-Marandu, Sbrissia e Da Silva (2008) confirmaram o que é relatado na literatura, encontrando valores que indicaram decréscimo na população dos perfilhos com o aumento na altura dos pastos, bem como maiores valores de matéria seca dos perfilhos provenientes de pastos mantidos mais altos. Isso demonstra que a baixa intensidade luminosa na base do relvado constitui-se em um dos principais fatores que interferem na capacidade de perfilhamento de pastos mantidos mais altos.

Cultivando capim-Xaraés na Amazônia Legal, Reis *et al.* (2009) encontraram queda no número de perfilhos para os períodos de descanso de 36 e 48 dias, registrando valores de 1.062,50 e 903,33 perfilhos m⁻², respectivamente.

Vários resultados disponíveis na literatura indicam decréscimo na população de perfilhos à medida que os pastos são mantidos mais altos (PARSONS *et al.*, 1983; BIRCHAM e HODGSON, 1983; MATTHEW *et al.*, 2000; SBRISSIA *et al.*, 2001, 2003).

Em trabalho conduzido por Molan (2004) foi observado que a partir da altura de 20 cm, pastos de capim-Marandu já interceptavam mais que 95% da luz incidente. Sendo assim, torna-se evidente que a competição já estava ocorrendo e, provavelmente, induzindo uma mortalidade de perfilhos dependente de luz.

Segundo Gracez Neto *et al.* (2002), a produção de novos perfilhos é, normalmente, um processo contínuo, o qual pode ser acelerado pela desfolhação da planta e conseqüente melhoria do ambiente luminoso na base do dossel. Perfilhos individuais têm duração de vida limitada e variável em função de fatores bióticos e abióticos, de modo que a sua população pode ser mantida por uma contínua reposição dos perfilhos mortos. Esse comportamento é ponto-chave para a perenidade das gramíneas.

2.3.8 Relação lâmina foliar:pseudocolmo (RLFPC)

A RLFPC tem importância variável de acordo a espécie forrageira, sendo maior naquelas de crescimento entouceirado e colmo mais lignificado. Esta relação está intimamente ligada aos valores de matéria seca de lâminas verdes e matéria seca de colmos verdes estimados em uma pastagem. É importante que ela seja alta, pois confere à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte, por representar um desenvolvimento fenotípico, em que os meristemas apicais se apresentam mais próximos ao solo e, por conseguinte, menos vulneráveis à destruição (PINTO *et al.*, 1994). Conforme

Sbrissia e Da Silva (2001), em gramíneas de hábito de crescimento ereto, a RLFPC é reduzida de maneira drástica com o alongamento dos colmos.

O manejo das pastagens pode provocar mudanças na RLFPC. Januskiewicz *et al.* (2010) encontraram variações nas porcentagens de folhas e de pseudocolmos no capim tanzânia entre os períodos de descanso (25 e 35 dias) e alturas de resíduo (30 e 50 cm) testados. Sbrissia e Da Silva (2008) relataram a diminuição da relação folha colmo em capim-Marandu com o aumento da altura do pasto.

O desenvolvimento de colmos traz incrementos à produção de matéria seca; no entanto, interfere na estrutura do dossel, podendo apresentar efeitos negativos sobre a qualidade da forragem por meio de redução na RLFPC, característica que guarda relação direta com o desempenho dos animais em pastejo (EUCLIDES *et al.*, 2000).

Maranhão *et al.* (2010), em *Brachiaria decumbens*, verificaram que nos menores intervalos entre cortes, a pastagem apresentava maior relação lâmina colmo, afirmando que essa maior proporção de lâmina pode ser atribuída ao menor comprimento do colmo nos menores intervalos entre cortes, e, ainda que, a diminuição observada na relação lâmina colmo é explicada pelo aumento do comprimento do colmo com o aumento dos intervalos de cortes. De fato, a literatura mostra que a relação lâmina colmo apresenta-se alta no início do ciclo de vida das plantas, tendendo a diminuir com a idade (CÂNDIDO *et al.*, 2005; GOMIDE *et al.*, 2003).

Nas gramíneas forrageiras, o alongamento do colmo é, geralmente, concomitante ao florescimento. Nesse período, a relação lâmina foliar/pseudocolmo diminui rapidamente, pois além do crescimento dos colmos ser maior, o aparecimento de folhas cessa após o lançamento das inflorescências.

Gomide *et al.* (2007), em experimento com capim-mombaça, concluíram que o prolongamento do período de descanso compromete a estrutura do dossel, estreitando a relação folha/colmo e reduzindo a população de perfilhos.

Quanto às idades de rebrota, Rodrigues *et al.* (2004) observaram um decréscimo linear no percentual de folhas do capim-marandu. visto que aos 28 dias o percentual de folhas na massa de forragem foi 60% e aos 80 dias, 34%. Segundo os autores, com o desenvolvimento da planta, ocorreu redução da luminosidade dentro do dossel, decorrente do aumento do índice de área foliar, estimulando o alongamento do colmo.

Trabalhando com genótipos de capim-colonião, Stabile *et al.* (2010) constataram uma redução média de 91,1% para 54,1% da participação da massa de folhas na massa total quando os genótipos foram colhidos com 30 e 90 dias, respectivamente. Foi relatado ainda um aumento linear na produção de matéria seca verde relacionando esse acréscimo à alongação do colmo.

2.4 Índice de área foliar (IAF)

O índice de área foliar (IAF) refere-se à área de folhas existente dentro de uma determinada área de solo ocupada pela planta (m^2 folhas/ m^2 solo). Quanto maior esse índice, o qual aumenta com a idade da planta (GOMIDE, 1996), maior a interceptação de luz solar pela mesma (MONTEIRO e MORAES, 1996).

O IAF do dossel é formado por relações dinâmicas entre as características morfogênicas e estruturais das plantas (LEMAIRE e AGNUSDEI, 1999) e, para um dado genótipo, há uma relação constante entre a área da folha e o seu comprimento (NABINGER, 1999).

Segundo Hodgson (1990), as características do dossel que apresentam uma maior consistência com a produção de forragem são a altura e o índice de área foliar. Os valores do IAF apresentam-se menores no período considerado como inverno, e maiores no verão, fato ligado à chamada estacionalidade da forrageira ao longo do ano, evidenciando a influência de fatores climáticos (como a radiação solar e a temperatura) sobre os valores observados dessas variáveis (PINHEIRO, 2002).

Sbrissia e Da Silva (2008) encontraram média de IAF de 5,5, no período do verão, para o capim-Marandu, e Lara (2007) observou, no verão, IAF de 3,86 e, no inverno, 2,39 para o mesmo capim.

De acordo com Mott e Popenoe (1977), o IAF varia normalmente de 2 a 3 podendo atingir valores maiores que 15, conforme a espécie, e existem também grandes diferenças entre variedades dentro de espécies. E, ainda, segundo esses autores, algumas linhagens de *Panicum maximum* têm folhas dispostas mais verticalmente durante grande parte de seu crescimento, o que lhes permite apresentar elevados valores de IAF e alta eficiência de interceptação luminosa, em comunidades vegetais. Gêneros que apresentam folhas orientadas mais horizontalmente, como é o caso do *Cynodon*, têm menores valores de IAF.

Até o momento, a amplitude de variação encontrada para o IAF, especificamente, às espécies do gênero *Brachiaria*, compreende-se entre 1 e 15 (ALCÂNTARA, 1987; GRASSELLI *et al.*, 2000).

Pedreira *et al.* (2007), realizando um exame da dinâmica do acúmulo de forragem do capim-Xaraés durante o período de rebrotação de sucessivos ciclos de pastejo, verificaram que no início o processo é caracterizado pelo acúmulo quase que exclusivo de folhas até que o dossel intercepte aproximadamente 95% da luz incidente e alcance seu índice de área foliar crítico, ou seja, 3,7. A partir deste ponto, os componentes colmo e material morto começam a acumular de

maneira significativa, ressaltando ainda que no capim-Xaraés, esse valor de índice de área foliar correspondeu à altura de dossel de 30 cm, independentemente da época do ano.

Consoante Humphreys (1966), com o aumento no índice de área foliar ocorre um aumento na interceptação luminosa e na eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa, resultando em uma aceleração na taxa de crescimento em condições favoráveis de ambiente. Em um IAF chamado “ótimo” ocorre a interceptação de praticamente toda a luz incidente com um mínimo de autossombreamento, produzindo, dessa forma, a máxima taxa de crescimento da cultura (TCC, peso de matéria seca acumulado por unidade de área por unidade de tempo) (BROWN e BLASER, 1968). Abaixo desse IAF ótimo as taxas de crescimento da cultura seriam menores quanto mais incompleta fosse a interceptação da luz incidente, ou seja, menor IAF. Acima do IAF ótimo a redução na taxa de crescimento da cultura seria causada pelo aumento das perdas respiratórias, consequência do sombreamento excessivo, que resulta num balanço negativo de carbono nas plantas (HAY e WALKER, 1989).

Reis *et al.* (2009), trabalhando com dois períodos de descanso em capim-Xaraés na Amazônia Legal, relataram valores médios de IAF de 8,54 e 7,92 para 36 e 48 dias de descanso, respectivamente. O IAF não sofreu efeito dos períodos de descanso, o que pode ser explicado pelo fato de o número de folhas vivas e o comprimento médio final de lâminas também não terem sido afetados pelos tratamentos, já que a área foliar está em função do número e tamanho de folhas verdes contidas em um perfilho.

Em condições ambientais favoráveis, a taxa de crescimento cultural é impulsionada pelo aumento do índice de área foliar, que consequentemente aumenta a interceptação luminosa (ALEXANDRINO *et al.*, 2005a). No entanto, período de descanso prolongado torna a planta menos eficiente, pois a hierarquia

de distribuição de assimilados passa a priorizar a produção de colmo. Além disso, o sombreamento das folhas baixas é aumentado e desencadeia o processo de senescência foliar (MACEDO *et al.*, 2010).

Em estudo com capim-mombaça, Gomide *et al.* (2007) verificaram que em um mesmo valor de IAF, a interceptação luminosa aumentou com o coeficiente de extinção. Tal relato pode ser explicado, em parte, pelas observações de Mello e Pedreira (2004) que, avaliando três intensidades de pastejo em capim-tanzânia sob lotação intermitente, encontraram folhas mais horizontais em dossel com menor resíduo vegetal, o que resultou em maior interceptação luminosa por unidade de área foliar e o alcance do IAF crítico na mesma idade de rebrotação dos maiores resíduos.

Em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés sob pastejo intermitente, Pedreira *et al.* (2007), com intervalo médio de 31,7 dias, encontraram IAF de 4,70. Já Giacomini (2007) observou em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, também submetida a regimes de lotação intermitente, valores médios de IAF iguais a 6,2 e 5,2 nas alturas de pós-pastejo de 10 e 15 cm, respectivamente. Por outro lado, Franco *et al.* (2007) obtiveram, em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu implantada em Latossolo Vermelho-Amarelo, valores de IAF equivalentes a 5,76 e 7,10 em períodos de descanso de 36 e 48 dias, respectivamente.

Pedreira *et al.* (2009), em estudo com capim-Xaraés em diferentes estratégias de pastejo, afirmaram que maiores valores de índices de área foliar foram registrados na estratégia com intervalos de pastejo mais longos (100% IL), tanto na época da primavera como no verão.

2.5 Composição químico-bromatológica das forrageiras

Em plantas forrageiras, a composição químico-bromatológica, composta também pelos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e valores de digestibilidade, assume papel importante na análise qualitativa da forragem, já que tais variáveis podem interferir de forma direta ou indireta no consumo voluntário de MS e, por conseguinte, na produção animal (VAN SOEST, 1994).

As gramíneas C₄, que constituem os pastos tropicais, exibem alterações em suas características morfológicas e químicas, associadas ao desenvolvimento, à maturidade fisiológica e senescência natural da planta forrageira, alterando consequentemente a qualidade e a estrutura do relvado, além da disponibilidade de forragem (EUCLIDES *et al.*, 1990).

O valor nutritivo das plantas é afetado por fatores fisiológicos, morfológicos, ambientais e por diferenças entre espécies, sendo que, no caso das plantas forrageiras, o declínio do valor nutritivo associado ao aumento da idade normalmente é explicado como o resultado da maturidade da planta (SOARES FILHO *et al.*, 2002).

À medida que as plantas amadurecem, ocorrem espessamento e lignificação da parede e redução do conteúdo celular; a lignina forma uma barreira que impede a hidrólise enzimática da celulose e da hemicelulose, limitando a digestão da parede celular da forragem (RODRIGUES *et al.*, 2004). Por conseguinte, a concentração dos componentes potencialmente digestíveis decresce e a de fibra aumenta.

Barnabé *et al.* (2007) observaram teores médios de PB variando de 7,6 a 9,8%, ao comparar adubação química e doses crescentes de dejetos líquidos de suínos, nos meses de fevereiro a abril em pastagem de capim-Marandu. Valores

próximos aos obtidos por Medeiros *et al.* (2007) que, utilizando também dejetos de suínos em *Brachiaria brizantha*, registraram 9,6% de PB em quatro diferentes épocas.

Períodos longos de crescimento do pasto, apesar de resultarem em maiores acúmulos de forragem, contribuem para um menor valor nutritivo, tanto por modificações na estrutura do dossel, por meio do aumento nas frações haste e material senescido e decréscimo proporcional na produção de folhas (CARNEVALLI, 2003), quanto por alterações em nível celular, representado pelo aumento dos teores de carboidratos estruturais e lignina (componentes da parede celular) e reduções no conteúdo celular (REIS e RODRIGUES, 1993; VAN SOEST, 1994).

Stabile *et al.* (2010), avaliando genótipos do capim-colonião em três estádios de maturidade, observaram que o teor de fibra em detergente neutro (FDN) do colmo aumentou linearmente com a maturidade, sendo que os genótipos só diferiram entre si quando colhidos com 30 dias de crescimento em comparação aos outros estádios (60 e 90 dias). Na média dos genótipos, houve aumento linear dos teores de matéria seca, fibra em detergente ácido e lignina de folhas.

Utilizando quatro intervalos de corte (15, 20, 30 e 60 dias) em *Brachiaria brizantha* cv. MG-5, Costa *et al.* (2007) relataram acréscimo na produção de matéria seca à medida que se aumentou o intervalo de corte de 15 para 60 dias, sendo que as melhores respostas foram verificadas no intervalo de 60 dias. A produtividade registrada aos 60 dias correspondeu a 49,78; 55,25 e 64,01% da obtida aos 15, 20 e 30 dias de crescimento. Mostrando que, do ponto de vista do rendimento forrageiro, a idade de corte mais apropriada para essa forrageira foi de 60 dias. Durante esse período subentende-se que a planta esteja em plena fase de desenvolvimento. Os maiores teores de PB foram verificados

no intervalo de corte de 15 e 20 dias, chegando a atingir 16,02%, diferenciando dos intervalos de 30 e 60 dias. Percentual relativamente próximo dos encontrados por Gerdes *et al.* (2000) que relataram valores médios ao longo do ano de 14,1% de PB e 65% de FDN para o capim-Marandu.

Foi relatado por Castro *et al.* (2004), analisando *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em idades de corte de 28, 56, 84 e 112 dias, que os valores de PB diminuíram com o aumento da idade de corte. Enquanto que Costa (1995) verificou que a melhor idade de corte, visando a conciliar melhor produção de massa seca e teores de PB para o capim-Marandu, situa-se entre 56 e 70 dias de crescimento vegetativo.

Em experimento realizado por Mari (2003) foram observados valores de FDN equivalente a 63,3% no inverno e 77,6% no verão. Este fato pode ser explicado, pelo possível alongamento do colmo das gramíneas, em especial no verão, onde a participação do constituinte parede celular torna-se mais significativa, diminuindo a relação folha/colmo e elevando os teores de FDN (GERDES *et al.*, 2000).

Santos *et al.* (2003) observaram teores médios de 40,22% de FDA na *B. brizantha* aos 35 dias de idade. Valor superior aos encontrados por Barnabé *et al.* (2007), utilizando dejetos líquidos de suínos, que variaram de 36,6 a 38,8 %.

Avaliando produtividade e composição bromatológica no capim-Marandu, Bennett *et al.* (2008) obtiveram médias dos teores de proteína bruta variando de 10,65%, para o tratamento testemunha, a 17,67%, na maior dose de nitrogênio aplicada, além de valores médios de FDA de 34,06%.

Gonçalves (2006), estudando a composição químico-bromatológica do capim-tanzânia sob três períodos de descanso (1,5, 2,5 e 3,5 folhas perfilho⁻¹), observou maiores teores de lignina em pastos com maior período de descanso (2,5 e 3,5 folhas perfilho⁻¹), com médias de 3,87 e 4,17 %, respectivamente.

2.6 Produção e acúmulo de forragem

O acúmulo líquido de forragem numa comunidade de plantas forrageiras ou em uma pastagem tem sido descrito como o resultado direto do balanço entre os processos de crescimento e senescência do dossel (HODGSON, 1990).

Fatores ambientais e de manejo têm influência sobre a produção de forragem. Dentre os fatores ambientais, a luminosidade, temperatura, disponibilidade de água e nutrientes influenciam o estabelecimento e crescimento das plantas. Dessa maneira, mudanças no ambiente sempre resultarão em mudanças na disponibilidade e qualidade das pastagens (RODRIGUES *et al.*, 2004).

Com relação ao manejo, o objetivo está em conciliar produção de biomassa e demanda de forragem pelos animais sem prejuízo da perenidade do pasto (GOMIDE *et al.*, 2006). No manejo merece atenção o intervalo entre cortes ou pastejo devido à influência na magnitude de variação da produção de forragem e também em outras características estruturais do pasto, tais como na disponibilidade de folhas e na taxa de senescência (ZAGO e GOMIDE, 1982; GOMIDE *et al.*, 2006). Baseado no conhecimento desses fatores, decisões podem ser tomadas de maneira mais consistentes, de acordo com as necessidades das plantas forrageiras em condições específicas (localidade geográfica, época do ano e fertilidade do solo) o que torna o manejo mais adequado (SILVA, 2004).

Esses processos possuem implicação importante na utilização da forragem acumulada, uma vez que a perda excessiva de tecidos vegetais por meio do processo de senescência implica, obrigatoriamente, baixa utilização da forragem acumulada (SBRISSIA, 2004).

Trabalhando com capim-Marandu, Gerdes *et al.* (2000) registraram produções médias aos 35 dias de crescimento variando entre 3.500 e 1.500 kg

ha⁻¹, no período de verão e inverno, respectivamente. No entanto, a produção das diversas espécies forrageiras pode sofrer variações nas diferentes regiões do Brasil conforme fatores ambientais e de manejo.

Flores *et al.* (2008) confirmaram, em estudo com capim-Xaraés e Marandu, relação positiva entre altura do dossel e massa de forragem para espécies de gramíneas.

Em pasto de *Brachiaria decumbens* sob lotação contínua e adubado com nitrogênio, Fagundes *et al.* (2005) verificaram que o padrão de acúmulo de forragem foi influenciado por variações climáticas nas diferentes estações do ano.

Gomide *et al.* (2002), em um estudo com capim-mombaça submetido a períodos de descanso variáveis, constataram que o acúmulo de forragem foi maior para longos períodos de descanso, consequência, principalmente, do incremento da participação da fração colmo na massa de forragem.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e condução do experimento

O ensaio foi conduzido na Fazenda Experimental da UNIMONTES, situada no município de Janaúba, na região Norte de Minas, a 15° 43' de latitude Sul, 43° 19' de longitude Oeste e com aproximadamente 530 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSwH (clima quente de caatinga), com chuvas de verão e períodos secos bem definidos no inverno, apresentando precipitação média anual de 877 mm. Os dados climáticos obtidos durante o período experimental foram oriundos da estação meteorológica da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), localizada em Nova Porteirinha-MG, situada a 6,0 km de distância da área onde foi conduzido o experimento. As médias mensais de temperatura e precipitação pluvial referentes ao período experimental estão representadas na Figura 1.

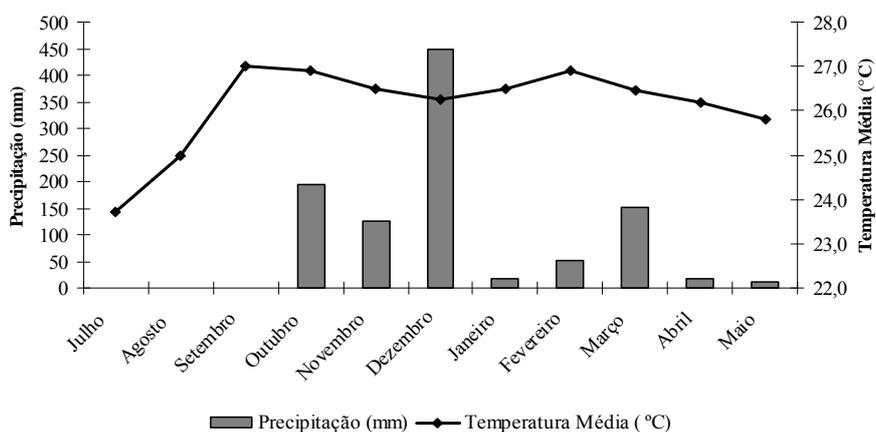


FIGURA 1. Médias mensais de temperatura (°C), e precipitação pluvial acumulada mensal (mm) durante período de julho de 2009 a maio de 2010. Janaúba, MG.

A área experimental foi assentada em um solo da classe Latossolo Vermelho Distrófico, caracterizado por textura argilosa, pH ácido, baixa saturação por bases e alta concentração de alumínio; em pastagem de capim-Marandu já implantada e mantida sob condição irrigada. As amostras de solo foram retiradas em julho do ano de 2009, na camada de 0 a 10 cm de profundidade, e levadas ao Laboratório de Análise de Solos da UNIMONTES para avaliação de suas características físico-químicas (TABELA 1).

TABELA 1. Caracterização físico-química de amostra de solo coletada na área experimental (0-10 cm). Janaúba, MG, 2009.

Atributos	Valores	Classe de interpretação
pH ¹	5,8	Acidez média
Mat. Orgânica ² (dag/kg)	4,6	Bom
P ³ (mg/dm ³)	18,3	Médio
K ³ (mg/dm ³)	196	Muito bom
Ca ⁴ (cmol/dm ³)	1,3	Médio
Mg ⁴ (cmol/dm ³)	1,0	Bom
Al ⁴ (cmol/dm ³)	0,1	Muito baixo
H+Al ⁵ (cmol/dm ³)	1,7	Baixo
SB (cmol/dm ³)	2,8	Médio
t (cmol/dm ³)	2,9	Médio
T (cmol/dm ³)	4,5	Médio
V (%)	62,5	Bom
m (%)	3,4	Muito baixo
B ⁶ (mg/dm ³)	0,2	Baixo
Cu ³ (mg/dm ³)	0,8	Médio
Fe ³ (mg/dm ³)	1033,0	Alto
Mn ³ (mg/dm ³)	53,4	Alto
Zn ³ (mg/dm ³)	8,0	Alto
Areia (dag/kg)	50,0	-
Silte (dag/kg)	17,0	-
Argila (dag/kg)	33,0	Textura argilosa

1/pH em água; 2/Colorimetria; 3/Extrator: Mehlich-1; 4/Extrator: KCl 1mol/L; 5/pH SMP; 6/Extrator: BaCl₂. SB, Soma de bases; t, CTC efetiva; T, CTC a ph 7,0; V, saturação por alumínio; m, Saturação por alumínio. dag/kg = %; mg/dm³ = ppm; cmol_c/dm³ = meq/100 cm³.

3.2 Implantação do experimento

O experimento teve início em julho de 2009 com o corte da forrageira rente ao solo e retirada do material. Posteriormente, um corte de uniformização a 15 cm acima do solo foi realizado, para que ocorresse adaptação da forrageira ao corte. Logo após, iniciou-se o período experimental, estendendo-se de agosto de 2009 até maio de 2010.

Foi utilizado o sistema de irrigação fixa, as irrigações quando necessárias eram realizadas duas vezes por semana, procurando-se atingir a capacidade de campo.

Com base na análise de solo e na exigência da cultura, conforme recomendações de Cantarutti *et al.* (1999), não foi necessário calagem, apenas adubação nitrogenada de manutenção, na dose de 50 kg de N por hectare, aplicados após os dois cortes para adaptação da forrageira ao corte e ainda após os cortes avaliativos. Foi utilizado como fonte de adubo nitrogenado o sulfato de amônio aplicado a lanço.

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos foram constituídos de quatro alturas de dossel, alocados em parcelas com dimensão de 16,0 m² (4,0 x 4,0 m), espaçadas de 1,0 m entre os blocos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com 5 repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

Os cortes foram realizados quando atingiram as respectivas alturas de dossel, 30, 45, 60 e 75 cm. A altura do dossel foi determinada com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, tomando-se 20 pontos aleatórios por unidade experimental. A altura de cada ponto correspondeu à altura média do

dossel em torno da régua. Foram tomadas leituras de altura na condição de pré-corte, quando as parcelas atingiram os níveis estipulados.

Os intervalos entre cortes corresponderam ao período de tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse a altura de cada tratamento. Foram feitos três cortes avaliativos em cada tratamento, deixando-se um resíduo pós-pastejo de 15 cm.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Rendimento forrageiro e composição morfológica

A altura do dossel do pasto foi monitorada constantemente no decorrer dos dias de avaliação. Para tal utilizou-se uma régua graduada e tomando-se pontos aleatórios na parcela detectava-se a altura média das parcelas nos diferentes tratamentos.

A massa de forragem na condição de pré-corte foi mensurada por meio do uso de quadrados de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m) disposto em três pontos representativos da altura média do dossel da parcela. A forragem contida no interior do quadrado era cortada a 15 cm do solo. A forragem amostrada foi pesada e, posteriormente, efetuou-se a contagem dos perfilhos. Em seguida, o material foi subdividido em duas subamostras: uma para a separação dos componentes morfológicos da planta (lâmina foliar verde, pseudocolmo e material morto) e a outra para a determinação da biomassa, sendo acondicionadas em saco de papel, pesadas e conduzidas à estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até peso constante, para pesagens posteriores.

Os valores de massa de forragem foram convertidos para kg MS ha⁻¹, e a composição morfológica do pasto foi expressa por meio da proporção (%) da massa de lâmina foliar, pseudocolmo (colmo + bainha), em relação à massa seca

total da forragem de cada amostra. O acúmulo de forragem (kg MS ha^{-1}) foi calculado a partir da diferença entre a massa de forragem no pós-corte anterior e no pré-corte atual. Para a determinação da taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), os valores de acúmulo de forragem foram divididos pelo número de dias entre cortes de cada ciclo. O acúmulo total de massa seca do período experimental foi calculado através do somatório da produção de todos os ciclos de corte.

3.4.2 Índice de área foliar (IAF) do dossel

Os dados de índice de área foliar foram coletados antes de cada corte avaliativo, por intermédio da utilização do analisador AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR-80 (DECAGON Devices), com o qual foi realizada uma leitura acima do dossel e quatro ao nível do solo em cada unidade experimental. Dados de interceptação luminosa não foram considerados, pelo fato de a menor altura de dossel já obter uma interceptação de 100%.

3.4.3 Características morfogênicas e estruturais

As características morfogênicas e estruturais foram avaliadas semanalmente, no decorrer do período de pós-corte dos pastos. Foram marcados três perfilhos de forma aleatória por unidade experimental, totalizando 60 perfilhos. Esses perfilhos foram identificados com fios plásticos e, para melhor visualização no campo, foram fixadas estacas ao lado de cada perfilho em avaliação. A coleta de dados iniciou-se após o corte de uniformização, se estendendo durante o período de rebrotação do pasto até que as parcelas atingissem a altura de dossel dos respectivos tratamentos. Após isso, novos

perfilhos eram marcados, e assim sucessivamente durante o intervalo de tempo dos três cortes realizados nas quatro alturas de dossel.

Durante a coleta de dados, o comprimento das folhas foi medido conforme seu estágio de desenvolvimento. Para folha completamente expandida mediu-se o comprimento do seu ápice até a lígula; folha em expansão adotava-se o mesmo procedimento, porém, considerando a lígula da última folha expandida como referência na medida. Com relação às folhas em senescência, foi observada a diferença entre o comprimento senescente final (amarelamento e enegrecimento) e o comprimento senescente inicial. O tamanho do pseudocolmo foi considerado como sendo a distância do solo até a última lígula completamente expandida e ainda foi contabilizado o número de novas folhas surgidas em cada perfilho.

A partir dessas informações de campo, foi possível calcular:

a) Taxa de aparecimento foliar (TApF), em folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹: relação entre o número de folhas surgidas por perfilho e o número de dias do período de avaliação;

b) Filocrono (Fil): inverso da taxa de aparecimento de folhas (dias folha⁻¹ perfilho⁻¹). Representa a média do intervalo de tempo para o aparecimento de duas folhas sucessivas em cada perfilho.

c) Taxa de alongamento foliar (TAIF), em cm perfilho⁻¹ dia⁻¹: diferença entre o comprimento final e o comprimento inicial das folhas em expansão, dividida pelo número de dias entre as medições.

d) Taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC), em cm perfilho⁻¹ dia⁻¹: relação entre a diferença do comprimento do pseudocolmo, final e inicial, e o número de dias do período de avaliação.

e) Comprimento final da lâmina foliar (CFLF), em cm perfilho⁻¹: comprimento médio das lâminas foliares de todas as folhas expandidas.

f) Número de folhas vivas por perfilho (NVF), em folhas perfilho⁻¹: média do número de folhas em expansão e expandidas por perfilho durante o período de avaliação.

g) Duração de vida das folhas (DVF), em dias: estimada pela equação proposta por Lemaire e Chapman (1996), $DVF = NVF \times \text{Filocrono}$.

h) Taxa de senescência de folhas (TSen), em cm perfilho⁻¹ dia⁻¹: relação entre o somatório dos comprimentos senescidos das lâminas foliares presentes no perfilho e o número de dias do período de avaliação.

3.4.4 Características bromatológicas

As análises bromatológicas do material foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos da UNIMONTES. As amostras foram moídas em moinho tipo Willey em peneira de 1 mm para determinação do teor de matéria seca e proteína bruta (AOAC, 1990). As concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina foram obtidas pelo método sequencial (VAN SOEST *et al.*, 1991).

3.4.5 Processamento e análise estatística dos dados

As variáveis foram agrupadas conforme a natureza de cada uma. Foram calculadas as médias para cada ciclo de corte para as seguintes variáveis: massa e componentes da forragem na condição de pré-corte, acúmulo e componentes da forragem acumulada, características morfogênicas e estruturais; efetuando-se posteriormente a média dos três ciclos avaliativos.

Os dados foram arranjados e submetidos à análise de variância, e quando a mesma apresentou significância, as médias dos tratamentos foram submetidas

ao estudo de regressão a 5% de probabilidade. Os dados foram arranjados e submetidos à análise de variância utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2000), conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + C_j + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = Valor observado da altura de dossel 'j', submetido ao bloco 'i';

μ = Uma constante associada a todas as observações (média geral);

B_i = Efeito do bloco 'i', com $i = 1, 2, \dots, 5$;

C_j = Efeito da altura de dossel 'j', com $j = 1, 2, 3$ e 4 ;

e_{ij} = Efeito dos fatores não controlados (erro experimental), que por hipótese tem distribuição normal, média zero e variância σ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características morfológicas

4.1.1 Taxa de aparecimento foliar (TApF)

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) quanto à taxa de aparecimento de folhas nas diferentes alturas de dossel. A variável apresentou comportamento linear, sendo possível observar um decréscimo de $0,0008$ folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ para cada centímetro na altura do dossel aumentado (FIGURA 2). Verificou-se ainda que o dossel a 30 cm de altura para corte proporcionou uma maior taxa de aparecimento foliar.

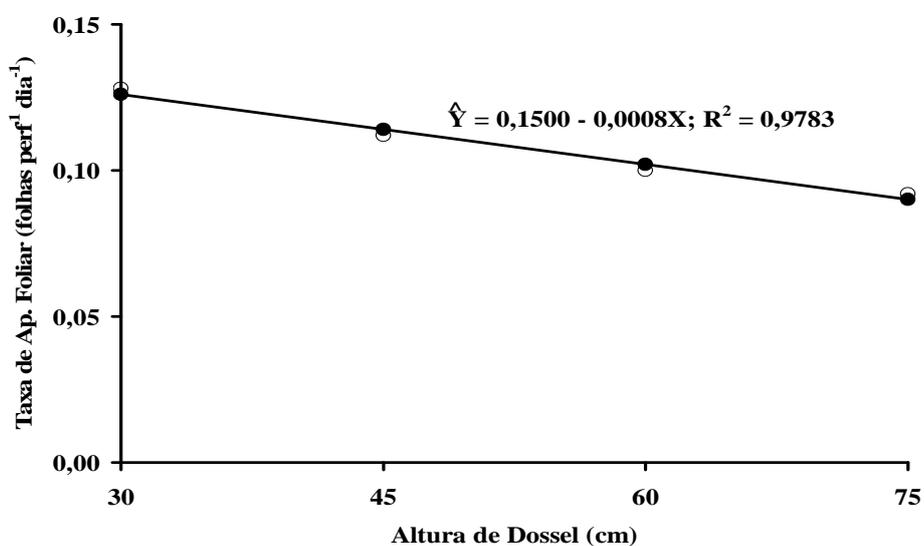


FIGURA 2. Taxa de aparecimento foliar de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

Em condições consideradas uniforme, a TApF é tida como constante, porém é amplamente influenciada por mudanças estacionais. O aparecimento de folhas é influenciado por vários fatores, dentre os climáticos, em especial a temperatura (NABINGER e PONTES, 2001). Pode ser o fato das altas temperaturas médias que ocorreram durante os três ciclos avaliativos do experimento (FIGURA 1), o motivo desse decréscimo de menor magnitude nos valores de taxa de aparecimento observado.

Relata-se que, folhas de menor tamanho estão associadas com valores maiores de TApF (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Seguindo essa afirmação, observa-se que essa tendência foi obtida neste estudo, em função das menores alturas de dossel apresentarem folhas com tamanho inferior.

É provável que a maior TApF para as plantas submetidas ao corte na altura de 30 cm esteja relacionada a um dos fatores citados por Grant *et al.* (1981). Segundo os autores, a TApF é largamente determinada por dois fatores: a taxa de alongamento foliar (TAIF) e o comprimento do cartucho de bainha, por intermédio do qual a folha percorre para emergir. Dessa forma, mudanças em um desses dois fatores influem na TApF. Neste estudo, comparando-se o efeito das alturas de dossel sobre a TApF, nota-se que o cartucho da bainha é constantemente aumentado em função das diferentes alturas, podendo-se concluir que esse fato apresenta-se mais importante que a taxa de alongamento foliar. Skinner e Nelson (1995) também demonstraram que o maior comprimento da bainha promove menor taxa de aparecimento de folhas, ressaltando o fato de o cartucho se aumentar gradualmente.

Assim, o relato feito por Wilson e Laidlaw (1985), ao afirmarem que o comprimento da bainha aumenta com a massa de forragem, ocasionando redução na TApF, condiz com os dados obtidos neste estudo.

O potencial produtivo de uma forrageira tem determinação genética, e para que este seja alcançado, condições adequadas de meio e manejo devem ser observadas. Em experimento realizado por Santos *et al.* (2009) com gramíneas do gênero *Brachiaria*, em casa de vegetação, a TApF foi influenciada pelo cultivar, onde a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk apresentou 0,19 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹, enquanto a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu obteve 0,13 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹. Com isso, é importante estar atento às diferentes variedades que melhor se adaptam à determinada região.

Em pesquisa realizada por Marcelino *et al.* (2006), em capim-Marandu sob intensidades e frequências de desfolhação, foi constatado que a TApF não sofreu influência das intensidades de desfolhação (10 e 20 cm). No entanto, no tratamento de maior frequência de desfolhação, foram observados maiores TApF. Dessa maneira, cortes mais frequentes proporcionaram maior remoção dos tecidos foliares e, conseqüentemente, maior produção de folhas, possivelmente em virtude da maior penetração de luz na base do dossel. Para Nabinger (1997) e Bos e Neutboon (1998), os efeitos de ambiente (luz e temperatura) podem influenciar a TApF e estar relacionados ao sombreamento por folhas e outras estruturas da porção superior do dossel, inibindo a atividade de gemas e comprometendo a formação de novas folhas e novos perfilhos (FRANK e HOFMAN, 1994).

A média obtida durante os três ciclos avaliativos para a TApF variaram de 0,13 a 0,09, para menor e maior altura de dossel, respectivamente. Valores relativamente superiores aos obtidos por Gonçalves (2002) em experimento realizado no verão com a mesma forrageira submetida a regime de lotação contínua, onde se obteve TApF de 0,14 e 0,08 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹.

Testando diferentes turnos de rega e níveis de irrigação em capim-tanzânia, Cunha *et al.* (2007) observaram TApF que variou de 0,07 a 0,12 folhas

perfilho⁻¹ dia⁻¹. Valores próximos aos observados neste estudo, que também foi mantido sob condições irrigadas. Porém, essa amplitude foi inferior à encontrada por Barbosa *et al.* (2002), que variou de 0,14 a 0,18 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹, para resíduo alto e baixo, respectivamente, e próximos aos verificados por Gomide e Gomide (2000) de 0,09 e 0,18 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ na rebrota e no estabelecimento, respectivamente, para o capim-tanzânia.

4.1.2 Filocrono (Fil)

Para o filocrono, pode-se observar que houve efeito significativo ($P < 0,05$) com relação às diferentes alturas de dossel. Foi constatada uma tendência inversa à obtida para a variável TApF, cujo filocrono apresentou comportamento linear, verificando-se um acréscimo de 0,1098 dias folha⁻¹ perfilho⁻¹ para cada centímetro na altura do dossel aumentado (FIGURA 3), sendo o maior valor de filocrono verificado para a altura de dossel de 75 cm.

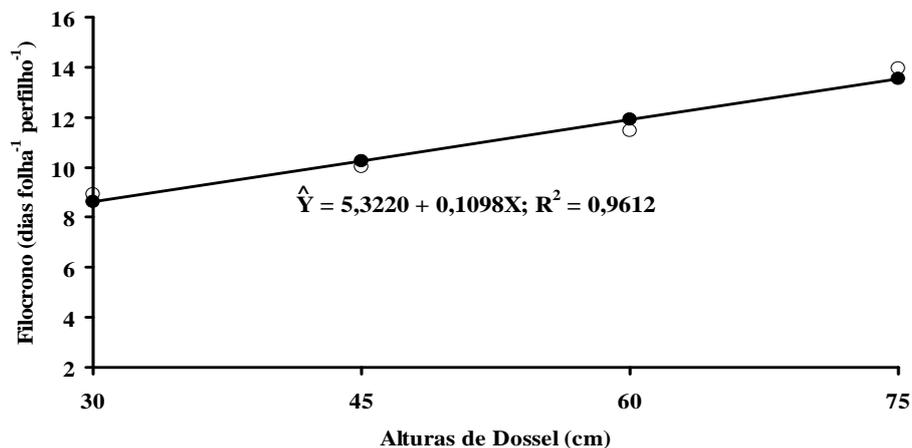


FIGURA 3. Filocrono de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

O maior período de descanso necessário às maiores alturas pode ter sido o fator que contribuiu para esse acréscimo no valor do filocrono, principalmente em função das diferentes estações do ano, visto que os maiores valores de filocrono podem ocorrer durante o inverno e os menores, no verão, como observado por Barbosa (2004) em capim-tanzânia.

De acordo com Lemaire e Agnusdei (2000), em dada espécie, em situações em que não há deficiência hídrica, o filocrono é uma variável relativamente constante. No entanto, o acréscimo nos valores de filocrono obtidos nesta pesquisa, à medida que se teve aumento nas alturas de dossel, corrobora alguns autores que mostraram que o aumento no comprimento da bainha foliar resulta em maiores valores de filocrono (WILSON e LAIDLAW, 1985; SKINNER e NELSON, 1995), uma vez que o tempo necessário para a visualização da nova folha emergente pode ser atrasado, segundo uma relação básica estabelecida pelo comprimento das bainhas que envolvem o meristema apical e a taxa de alongamento foliar.

Nas menores alturas de dossel, em função da ocorrência de cortes mais frequentes, foi verificado inexistência ou um número reduzido de plantas em estágio reprodutivo, o que favoreceu um incremento nos valores de filocrono com o aumento nas alturas. Em virtude de haver uma relação direta entre filocrono e florescimento, onde, à medida que a planta forrageira inicia sua fase reprodutiva, os valores de filocrono se tornam maiores (VAN ESBROECK *et al.*, 1997).

Marcelino *et al.* (2006), trabalhando com capim-Marandu, observaram maiores valores de filocrono em menores frequências de desfolha. Isso é provável em decorrência da possível associação das variações na TApF, e conseqüentemente no filocrono, ao estágio de desenvolvimento da planta.

Variações nos valores de filocrono podem ocorrer entre espécies forrageiras do mesmo gênero, como observado por Santos *et al.* (2009) pesquisando diferentes adubações no capim-Marandu e Basilisk em que encontraram valores médios de filocrono de 8,1 e 5,3 dias folha⁻¹, respectivamente. Neste estudo, o capim-Marandu apresentou valores superiores, variando de 8,94 a 13,95. Todavia, próximos aos valores obtidos por Alexandrino *et al.* (2004) avaliando o filocrono em *Brachiaria brizantha*, onde verificaram que, com o aumento das doses de nitrogênio, o filocrono reduziu de 12,20 para 6,99 dias, respectivamente, nas plantas adubadas com 0 a 40 mg dm⁻³ de N. De maneira similar, Martuscello *et al.* (2005) verificaram valores de filocrono para o capim-xaraés de 11,45 e 8,81 dias sem adubação e com 120 mg dm⁻³ de N, respectivamente. O que demonstra que a taxa de filocrono é altamente dependente da fertilidade do solo.

4.1.3 Taxa de alongamento foliar (TAIF)

A taxa de alongamento foliar foi influenciada ($P < 0,05$) pelas alturas de dossel, apresentando comportamento linear com decréscimo no valor de 0,0178 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ para cada centímetro aumentado na altura do dossel (FIGURA 4).

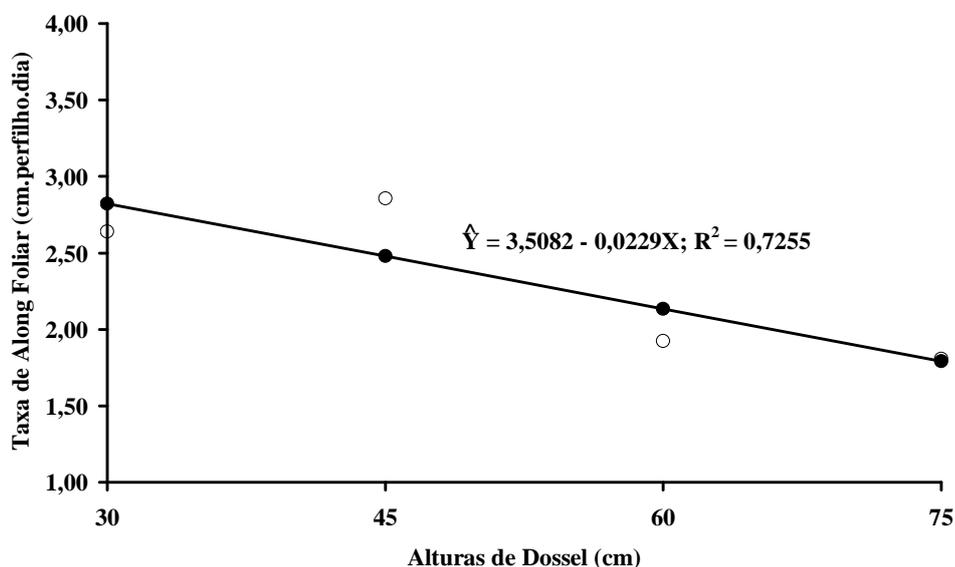


FIGURA 4. Taxa de alongamento foliar de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

A TAlF parece ser a variável morfogênica que, isoladamente, tem maior correlação direta com a massa de forragem (HORST *et al.*, 1978), sendo afetada de forma variável pelos fatores de ambiente e de manejo. Contudo, o alongamento de folhas possui uma correlação negativa com a taxa de aparecimento de folhas (TApF), de forma que quanto maior a TApF, menor o tempo de alongamento das folhas (ZARROUGH *et al.*, 1984). Tal correlação não foi obtida neste estudo, certamente em função do maior acúmulo de pseudocolmo, o que desfavoreceu o alongamento de folhas, em virtude da maior distância que a folha percorre para emergir.

Foi verificada ainda uma relação inversa entre o filocrono (FIGURA 3) e a taxa de alongamento foliar, relato que ratifica Pena *et al.* (2009) em trabalho

com capim-tanzânia que, ao avaliarem duas alturas e três intervalos de corte, verificaram essa relação inversa ao aumentar o período de descanso, associando o ocorrido em virtude da elevação do meristema apical resultante do alongamento de pseudocolmo.

De acordo com Santos *et al.* (2004), a taxa de alongamento foliar e a taxa de alongamento de colmo são bem sensíveis ao manejo de desfolhação. Porém, Davis (1974) relata que a taxa de alongamento de folha é pouco afetada pela intensidade da desfolhação, sendo observada pequena redução somente pela total desfolha do perfilho. O que pode ter sido a causa da queda nos valores de taxa de alongamento foliar nos cortes sucessivos, já que pelo corte ocorria uma desfolha quase que completa de todos os perfilhos presentes.

Segundo Ludlow e Ng (1977), a expansão foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico, por cessar o alongamento de folhas e raízes muito antes que os processos de fotossíntese e divisão de células sejam afetados. De fato, a taxa de alongamento de folhas (TAIF) é mais susceptível ao estresse hídrico que a fotossíntese (WARDLAW, 1969), uma vez que a divisão e, principalmente, o crescimento das células, são processos extremamente sensíveis ao turgor celular (LUDLOW e NG, 1977).

Como o experimento foi mantido sob condições irrigadas, a tendência é de que a expansão foliar não seja comprometida. A TAIF seguiu a mesma tendência da TApF (FIGURA 2), em que se percebe um decréscimo na taxa de alongamento à medida em que se aumenta a altura de dossel, fato que pode ser explicado pelo constante aumento no comprimento do cartucho da bainha, pelo qual a folha percorre para emergir.

Assim, mudanças em um desses dois fatores influem na TApF. No caso deste estudo, comparando-se o efeito das frequências de corte sobre a TApF,

nota-se que o cartucho da bainha é constantemente reduzido com os cortes mais frequentes, sendo este fato mais importante que a TAIF.

4.1.4 Taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIPC)

Verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) da altura do dossel na taxa de alongamento de pseudocolmo. Neste caso, diferentemente do efeito observado na taxa de alongamento foliar, constatou-se um aumento de $0,0145 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na taxa de alongamento quando se aumenta um centímetro na altura do dossel (FIGURA 5). Confirmou-se, portanto, que a maior taxa de alongamento de pseudocolmo ocorreu na altura de 75 cm.

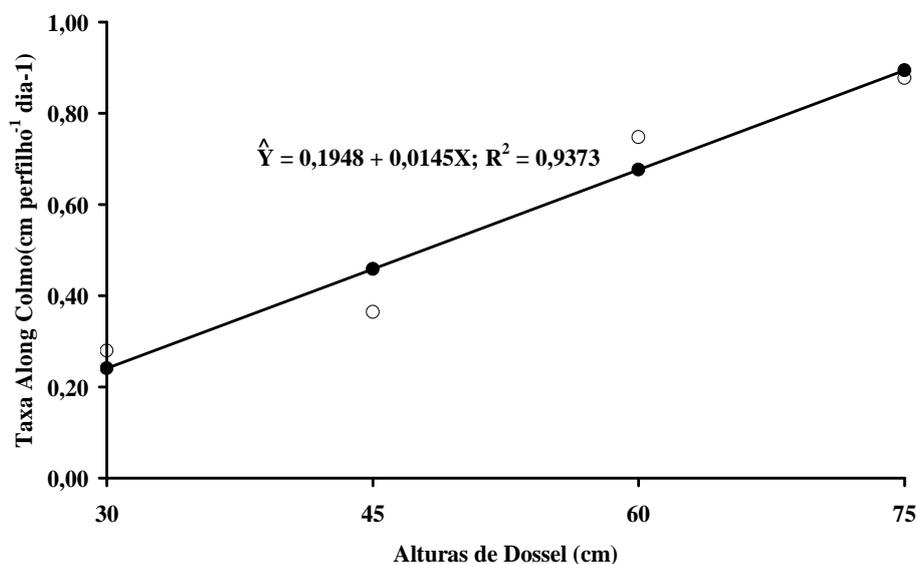


FIGURA 5. Taxa de alongamento do pseudocolmo de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

À medida que se aumentou o intervalo entre cortes e/ou altura do dossel forrageiro, houve um maior acúmulo de pseudocolmo ($P < 0,05$). Provavelmente, isto se deve às respostas das plantas manejadas mais altas, em tentar expor suas folhas a um ambiente mais favorável à luminosidade, conseqüentemente, aumentando a taxa de acúmulo de pseudocolmo. O manejo do corte ou pastejo é uma das formas mais efetivas do controle do alongamento de pseudocolmo. Quanto maior o intervalo de pastejo, maior a chance de a comunidade vegetal repor as reservas utilizadas na recuperação de um novo dossel.

Em estudo realizado por Marcelino *et al.* (2006), foi observado maior acúmulo de pseudocolmo por perfilho em desfolhas menos intensa e menos frequentes, provavelmente tais taxas foram encontradas em razão do número de perfilhos florescidos em plantas submetidas a desfolhas mais leves, o que favoreceu, portanto, o aumento na produção de pseudocolmo.

Alexandrino *et al.* (2005b), ao avaliarem os efeitos de dois períodos de descanso do capim-mombaça, também verificaram que a altura do dossel se elevou em piquetes sob maior período de descanso, como resultado do mais intenso alongamento do pseudocolmo.

Neste estudo os valores de TAIPC obtidos foram de 0,28; 0,36; 0,75 e 0,88 para as alturas de 30, 45, 60 e 75 cm, respectivamente, evidenciando o acréscimo acentuado com o aumento nas alturas. Fagundes *et al.* (2005), em capim-braquiária, encontraram para TAIPC, médias de $0,14 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no inverno e de 1,07 no verão, que em média apresentam proximidade aos valores desta pesquisa.

De acordo com Santos *et al.* (2004), o manejo das gramíneas tropicais deve favorecer o controle do florescimento (ou impedi-lo), reduzindo o alongamento do colmo e, conseqüentemente, aumentando o valor nutritivo da forragem ofertada aos animais. Dessa forma, neste estudo as alturas de dossel

intermediárias (45 e 60 cm) apresentam-se como alternativas para melhoria da qualidade da forragem, já que há uma tendência natural de incremento nos valores de TAIPC com o aumento na altura de dossel e/ou período de descanso.

Fagundes *et al.* (2006) relataram que, em gramíneas tropicais, a fração colmo, é importante para o crescimento, por sua interferência na estrutura do dossel e nos processos de competição por luz. Porém, esse crescimento em demasia pode comprometer alguns parâmetros morfogênicos e por consequência a persistência da forrageira.

A TAIPC é importante por ser responsável por grande parte do crescimento da planta (SBRISSIA e DA SILVA, 2001). Pinto *et al.* (2001), em pesquisa realizada com capim-bermuda cv. Tifton 85 (*Cynodon* ssp.) sob lotação contínua, verificaram que 60 a 75% do crescimento das plantas foi proveniente do alongamento de colmo e não apenas do alongamento foliar. Portanto, quantificar a participação de colmo na taxa de renovação de tecidos é importante, pois altera a relação folha/colmo da planta e, conseqüentemente, o valor nutritivo da forragem.

4.1.5 Duração de vida das folhas (DVF)

Observou-se efeito significativo da altura de dossel ($P < 0,05$) na duração de vida das folhas. A variável apresenta um comportamento linear com acréscimo de 0,7316 dias na duração de vida das folhas quando se aumenta um centímetro na altura do dossel do capim-Marandu (FIGURA 6). A altura de dossel de 75 cm apresentou-se como a que propiciou maior tempo de vida das folhas.

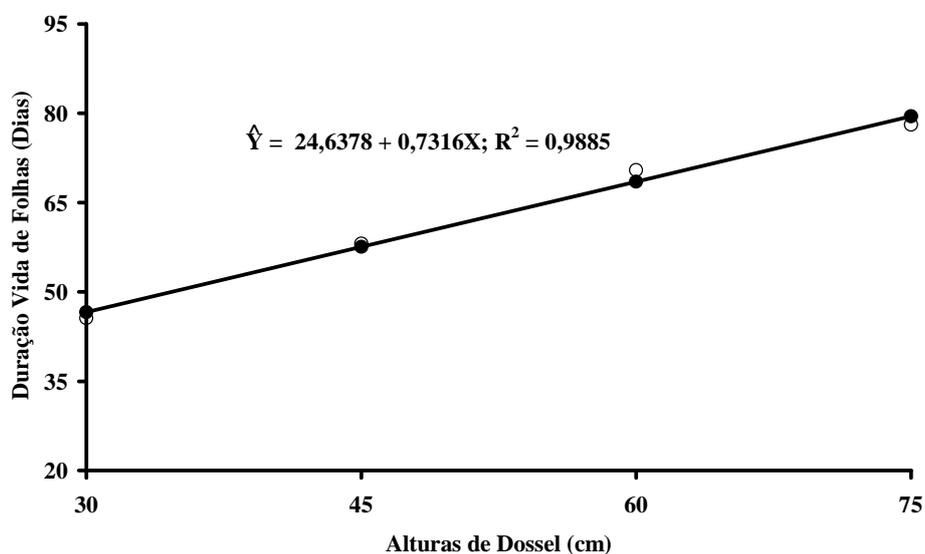


FIGURA 6. Duração de vida das folhas de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

A duração de vida das folhas é melhor entendida quando analisada em conjunto com a taxa de senescência (TSen) e com o comprimento final da lâmina foliar (CFLF) (MARTUSCELLO *et al.*, 2005). Nesta pesquisa ficou evidente a relação direta entre a DVF ao se identificar a mesma tendência ocorrida com a TSen (FIGURA 7) e o CFLF (FIGURA 9). Hodgson (1990) descreveu o sincronismo entre o aparecimento de uma folha jovem e morte de outra mais velha. Portanto, considerando uma planta totalmente desfolhada, a duração de vida da folha é o tempo necessário para que esse sincronismo aconteça. Assim, períodos de descanso mais longos que a duração de vida da folha implicam grandes perdas por senescência.

Em estudo realizado por Gonçalves (2002), também com capim-Marandu, foi estimada, em 34,4; 43,1; 45,5 e 48,4 dias, a duração de vida da

folha, respectivamente para pastagens manejadas a 10, 20, 30 e 40 cm de altura. Corroborando os valores encontrados neste estudo, onde foi possível detectar a mesma tendência de incremento na DVF com o aumento no dossel da pastagem.

Os valores de DVF foram de 45,60; 58,10; 70,44 e 78,06, respectivamente para as alturas de dossel de 30, 45, 60 e 75 cm. Resultados inferiores aos deste trabalho foram obtidos por Silva *et al.* (2009) em casa de vegetação avaliando *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*, visto que constataram ainda que a duração de vida das folhas diferiu entre as gramíneas, de modo que os maiores valores foram observados para a *Brachiaria brizantha* (45,1 dias). Tal relato pode estar relacionado à fisiologia diferenciada de cada espécie forrageira, que deve ser considerada no estabelecimento do intervalo de cortes, pois maior DVF possibilita maior intervalo de cortes.

Trabalhando com capim-tanzânia submetido a duas alturas de corte e três intervalos entre cortes, Pena *et al.* (2009) observaram, nos valores médios de três cortes, um aumento na duração de vida das folhas à medida que se aumentaram os intervalos entre cortes na altura de 25 cm. De maneira similar, neste estudo foi registrado um aumento nos intervalos entre cortes à medida que se aumentaram as alturas de dossel. Ao verificar, por exemplo, a altura de 75 cm, que apresentou maior DVF (78,06 dias), constata-se que a mesma aguardou mais tempo para ser atingida, implicando um maior período de descanso. Reafirmando, portanto, a tendência de que ocorre acréscimo na DVF com o aumento nos intervalos entre cortes.

4.1.6 Taxa de senescência (TSen)

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) quanto à taxa de senescência das folhas nas diferentes alturas de dossel. Foi verificado para esta variável um comportamento linear com acréscimo de $0,0241 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na taxa de

senescência à medida que se aumentou um centímetro na altura do dossel do capim-Marandu (FIGURA 7). A altura de dossel de 75 cm apresentou-se como a que proporcionou maior taxa de senescência das folhas.

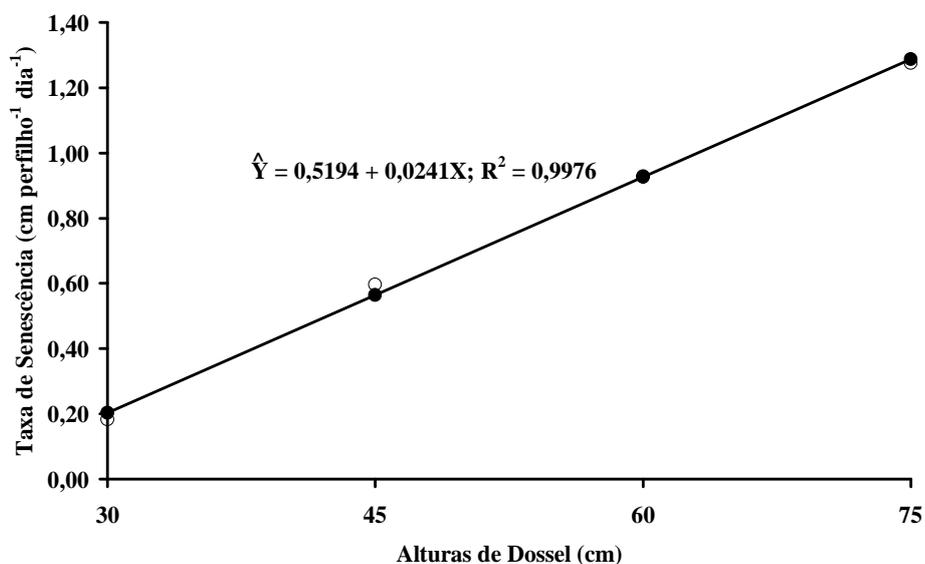


FIGURA 7. Taxa de senescência foliar de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

Na literatura relatam-se alterações na taxa de senescência foliar com o manejo da desfolhação, em especial com o aumento do período de descanso, ocasionando incremento na taxa de senescência foliar, pela contribuição no maior sombreamento e idade das folhas baixas (ALEXANDRINO *et al.*, 2003; SANTOS, *et al.*, 2004). Dessa forma, os valores obtidos tendem a corroborar o que afirma a literatura.

A senescência foliar reduz a quantidade de forragem de boa qualidade, pois as porções verdes da planta são as mais nutritivas para a dieta animal, sendo causada pela competição por metabólitos e nutrientes entre as folhas velhas e as jovens em crescimento (COSTA, 2004).

A senescência foliar caracteriza-se pela redução dos níveis de clorofila e proteínas. Esse processo pode ser acelerado por estresses, tais como: temperaturas elevadas, ausência de luz, excesso de água, déficit hídrico e de nutrientes minerais (CALBO, 1989). Com base nessas afirmações, as temperaturas elevadas (FIGURA 1) durante o experimento podem ter contribuído para esse aumento na taxa de senescência nas alturas de dossel, que permaneceram por mais tempo no campo.

A TSen variou de 0,18 a 1,28 cm dia⁻¹. Valores intermediários a estes foram encontrados por Martuscello *et al.* (2005) em estudo com capim-Xaraés, com variação de 0,36 cm dia⁻¹ (plantas sem adubação e colhidas com cinco folhas) a 0,77 cm dia⁻¹ (plantas que receberam 120 mg dm⁻³ de N e colhidas com duas folhas).

Também com capim-Xaraés em casa de vegetação, Costa *et al.* (2009) avaliaram diferentes idades de corte (14, 21, 28, 35 e 42 dias), e verificaram que a taxa de senescência foliar foi afetada pela idade das plantas. O processo de senescência só ocorreu a partir dos 28 dias de idade, sendo as maiores taxas verificadas aos 35 e 42 dias de idade, 0,062 e 0,097 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, evidenciado o prognóstico de maior taxa de senescência à medida que se aumenta a idade de corte e/ou intervalos entre cortes.

Seguindo a mesma tendência dos dados obtidos neste estudo, Difante *et al.* (2005), também em capim-Marandu, obtiveram TSen de 0,102; 0,109 e 0,170 cm dia⁻¹ perfilho⁻¹, respectivamente para cortes em plantas com três, quatro e cinco folhas surgidas.

4.2 Características estruturais

4.2.1 Número de folhas vivas por perfilho (NFV)

O número de folhas vivas por perfilhos foi influenciado ($P < 0,05$) pelas alturas de dossel do capim-Marandu. Constatando-se um comportamento linear com acréscimo de 0,0193 folhas à medida que se aumentou um centímetro na altura do dossel (FIGURA 8).

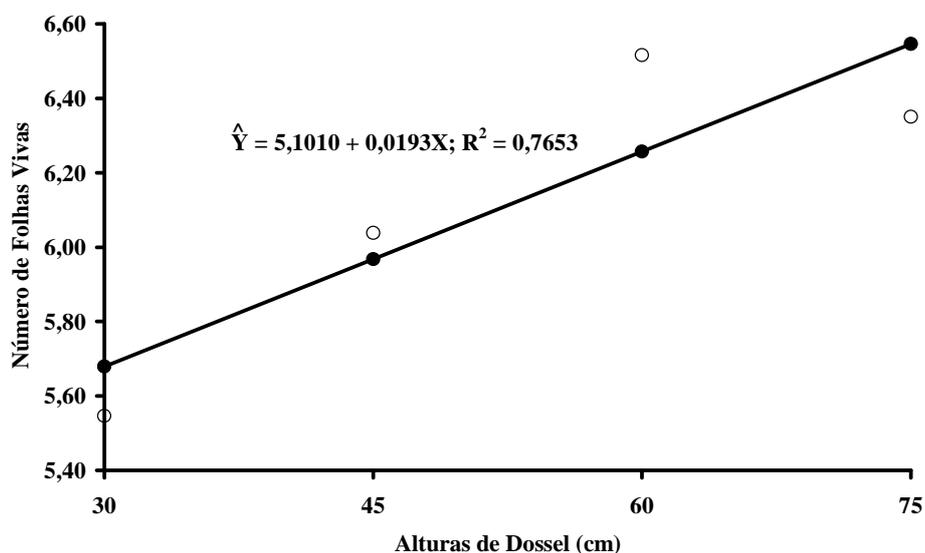


FIGURA 8. Número de folhas vivas por perfilho de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

A variável número de folhas vivas por perfilho (NFV) sofre influência direta da taxa de aparecimento de folhas (TApF) e da duração de vida das folhas (DVF). Mesmo sendo considerada uma característica genotípica bastante

estável, normalmente, é espécie-dependente na ausência de deficiências nutricionais (NABINGER e PONTES, 2001). No entanto, foi observada nesta pesquisa a mesma tendência de acréscimo na duração de vida das folhas (FIGURA 6) e situação inversa à taxa de aparecimento foliar (FIGURA 2). Isso certamente ocorreu em função da pequena redução na TApF (0,0008 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) ter sido insuficiente para influenciar o NFV.

Pelo fato de ser resultado da combinação de características morfogênicas, o NFV sofre influência direta e indireta de fatores relacionados ao ambiente e às práticas de manejo utilizadas (GOMIDE, 1997). Dessa forma, o manejo nas diferentes alturas de dossel teve contribuição para o resultado de aumento no número de folhas vivas por perfilho no capim-Marandu.

Gomide (1997) relata que o número de folhas vivas em *Brachiaria brizantha* compreende os valores de 5 a 7. Analisando os dados, é possível observar que os valores médios obtidos neste trabalho assemelham-se aos da literatura citada.

Os valores de NFV por perfilho obtidos neste estudo estão compreendidos entre 5,54 a 6,35. Corroborando estes resultados, Peternelli (2003), ao avaliar o capim-Marandu sob diferentes níveis de oferta de forragem (5, 10, 15 e 20% kg de MS por 100 kg de peso animal por dia), verificou uma variação com tendência semelhante, porém com valores inferiores, variando de 4,8 a 5,3 folhas vivas por perfilho. Ainda com a mesma espécie forrageira, Marcelino *et al.* (2006) encontraram médias com maior amplitude, 4,5 a 7 folhas por perfilho, observando que o número de folhas vivas foi maior nos tratamentos com menores frequências de desfolhação. Relataram, portanto que, provavelmente nesses tratamentos, foi observada menor renovação de tecidos foliares, como resultado de menores valores de taxa de alongamento foliar e taxa

de aparecimento foliar. Como a renovação dos tecidos é menor, o tempo para senescência é mais longo, permanecendo vivas por mais tempo no perfilho.

Já Gonçalves (2002), pesquisando as características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua, encontrou valores inferiores aos registrados neste experimento, obtendo 4,5 folhas vivas por perfilho.

Reis *et al.* (2009) verificaram valores de NFV por perfilho em capim-Xaraés de 5,47 e 5,87 para 36 e 48 dias de descanso, respectivamente; entretanto, a variável não sofreu efeito do período de descanso. A tendência dos dados assemelha-se aos obtidos com capim-Marandu neste estudo, com valores médios de dias de descanso equivalentes a 40, 55, 64 e 80 dias para as alturas de 30, 45, 60 e 75 cm, respectivamente.

4.2.2 Comprimento Final da Lâmina Foliar (CFLF)

Verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) quanto ao comprimento final da lâmina foliar em função das diferentes alturas de dossel. A variável apresentou comportamento linear, com um acréscimo de 0,1499 cm no comprimento das lâminas quando se acrescentou um centímetro na altura do dossel do capim-Marandu (FIGURA 9).

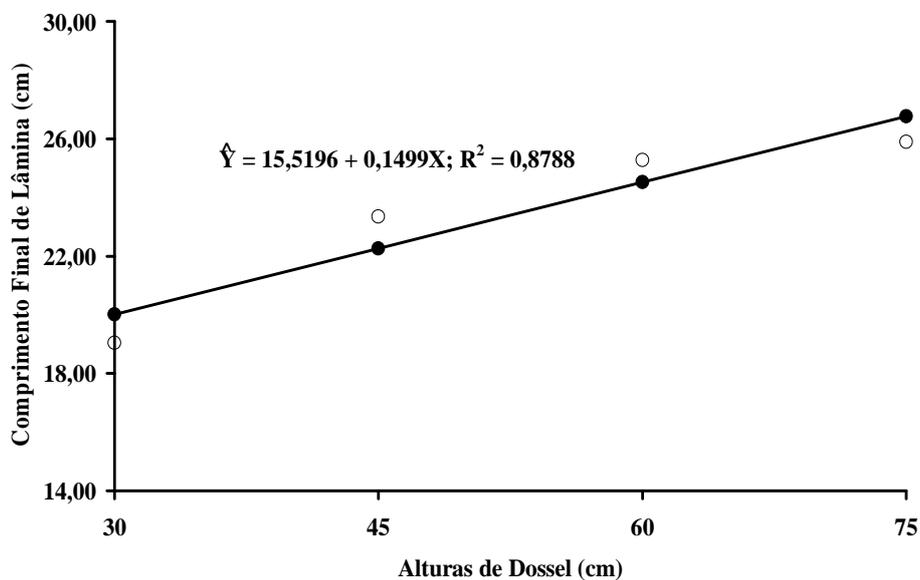


FIGURA 9. Comprimento final de lâmina foliar de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

O acréscimo no comprimento final das lâminas foliares condiz com o que é relatado por Sbrissia e Da Silva (2008), ao observarem maiores áreas foliares nos perfilhos oriundos de pastos mantidos mais altos. Isso pode ser consequência direta dos limites plásticos impostos para essa característica, ou seja, o comprimento de folhas teve que se adaptar aos aumentos na altura do dossel por meio do alongamento de suas lâminas foliares. Assim, o comprimento da bainha foi aumentado proporcionalmente à medida que se aumentaram as alturas de dossel, resultando consequentemente em maior comprimento final da lâmina foliar produzida (DURU e DUCROCQ, 2000), já que o comprimento final da folha é afetado principalmente pelo comprimento do pseudocolmo (envoltório de bainhas). Dessa forma, quanto maior o comprimento do

pseudocolmo, maior o espaço a ser percorrido pela folha para iniciar e completar sua emergência até alcançar sua expansão, determinando, portanto, seu maior comprimento.

Mazzanti e Lemaire (1994) apontaram correlação positiva entre taxa de alongamento foliar e comprimento de lâmina foliar, tanto para frequências quanto para intensidades de desfolhação, de modo que maiores taxas de alongamento foliar proporcionaram maiores comprimentos de lâmina foliar. No entanto, isso não ocorreu neste estudo, obtendo-se comportamentos distintos. Porém, uma possível elevação do meristema apical, ocasionada pela maior altura do dossel para o maior período de descanso, conforme sugerido por Rezende *et al.* (2004), pode ser a resposta para essa divergência nos dados. Além disso, a pequena queda na TAlF ($0,0178 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) (FIGURA 4) certamente pode também não ter sido suficiente para afetar o comprimento final da lâmina foliar.

O maior comprimento de lâmina foliar em menor período de descanso pode estar associado às maiores taxas de alongamento foliar (MACEDO *et al.*, 2010). Entretanto, Pedreira *et al.* (2002) afirmaram que relvados com altas taxas de lotação e, ou, alta frequência de desfolhação, promovem emissão de maior número de perfilhos e, por conseguinte, maior número de folhas, embora de menor tamanho.

De maneira semelhante à obtida neste estudo, Pontes (2001) observou que as maiores alturas dos pastos de azevém anual propiciaram maior comprimento de bainha e, por consequência, também maior comprimento das lâminas foliares. Tal comportamento do tamanho das folhas é um bom exemplo da relação existente entre as características morfogênicas e estruturais do pasto, já que as folhas dessa espécie se apresentaram mais curtas nas menores alturas pela redução da taxa de alongamento foliar, associada a um filocrono constante.

Por outro lado, alguns autores (WILSON e LAIDLAW, 1985; DURU e DUCROCQ, 2000) reportaram que a diminuição do comprimento da bainha constitui forma efetiva para a diminuição do comprimento da folha.

Marcelino *et al.* (2006), em capim-Marandu, verificaram maior comprimento de lâminas foliares em corte realizado a uma altura maior, o que provavelmente refletiu o maior trecho a ser percorrido pela folha até sua expansão; nos cortes mais frequentes, também foi observado maior CFLF, que pode estar associado às maiores TAlF e TApF.

Neste estudo foi observado aumento linear no CFLF, apresentando média de 23,38 cm para esta variável. Já Casagrande *et al.* (2010), avaliando diferentes ofertas de forragem em capim-Marandu constataram que o comprimento final das folhas não variou entre as ofertas de forragem, apresentando média geral de 20,5 cm. No entanto, foi verificada tendência de aumento linear nesta variável nas maiores ofertas de forragem.

4.2.3 Densidade populacional de perfilhos

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para densidade populacional de perfilhos em função das diferentes alturas de dossel. Ocorreu um comportamento linear, onde se constatou um decréscimo nos valores de 1,7468 perfilhos m^{-2} quando se acrescentou um centímetro na altura de dossel do capim-Marandu (FIGURA 10). Observou-se ainda que, nos pastos manejados à altura de dossel de 30 cm, houve um maior número de perfilho.

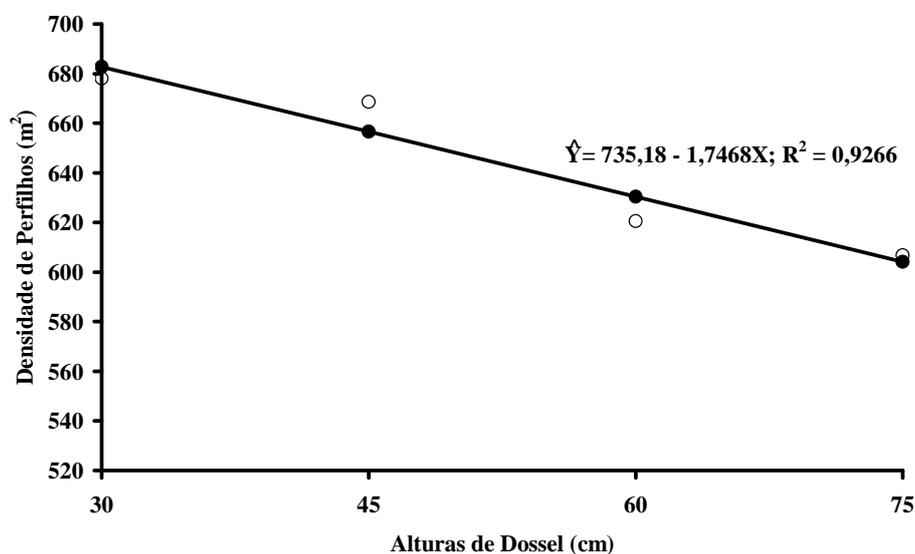


FIGURA 10. Densidade populacional de perfilhos de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

Os valores de densidade populacional de perfilhos encontrados nesta pesquisa confirmam os resultados obtidos por Sbrissia e Da Silva (2008) ao estudarem a relação tamanho/densidade populacional de perfilhos em capim-Marandu, em que verificaram uma diminuição no número de perfilhos em pastos manejados com maior altura média, uma situação comum aos pastos sob maiores períodos de diferimento. Dessa forma, a baixa intensidade luminosa na base do relvado foi um dos fatores que limitaram o perfilhamento do pasto.

Assim, pastos submetidos a maiores alturas de dossel (longos períodos de descanso) com os sucessivos cortes, obtiveram um número reduzido de perfilhos de grande tamanho, e o contrário foi observado nas menores alturas de dossel (curtos períodos de descanso).

Molan (2004), estudando capim-Marandu, observou que a partir da altura de 20 cm os pastos já interceptavam mais que 95% da luz incidente, havendo, portanto, competição entre perfilhos por luz. Essa tendência obtida pode ser explicada na literatura, uma vez que a produção de novos perfilhos, em geral, é um processo contínuo que pode ser acelerado pela desfolhação da planta e pela consequente melhoria do ambiente luminoso na base do dossel (LANGER, 1972).

Os resultados oriundos da densidade populacional de perfilho (FIGURA 10) corrobora o que é descrito por Matthew *et al.* (2000), que pastos mantidos sob regime intenso de desfolhação apresentam perfilhos com folhas mais curtas e maior densidade populacional de perfilhos pequenos, ao passo que sob regime leniente de desfolhação são observadas menores densidades populacionais de perfilhos grandes e folhas mais compridas. Essas modificações estruturais proporcionam a manutenção da dinâmica de crescimento das plantas forrageiras e representam uma estratégia de adaptação ao pastejo, garantindo produtividade pela melhor captação dos recursos do meio, notadamente luz.

De maneira similar à observada por Santos *et al.* (2010), trabalhando com diferimento em capim-braquiária, foi verificada uma redução no número de perfilhos vegetativos à medida que se aumentou a altura de dossel ou intervalo entre cortes. Isso pode ser explicado pelo fato de grande parte dos perfilhos vegetativos se desenvolverem em perfilhos reprodutivos, que passaram à categoria de perfilhos mortos, seguindo o ciclo fenológico natural do capim-braquiária. É possível ainda que perfilhos vegetativos de menor tamanho possam ter sido sombreados e mortos em razão da competição por luz com os perfilhos mais velhos (de maior tamanho) durante o período de diferimento. Em situação de sombreamento, maior quantidade de assimilados é alocada para o crescimento de perfilhos existentes em detrimento de novos perfilhos.

No entanto, Difante *et al.* (2008), ao avaliarem duas alturas de corte (15 e 30 cm) e três intervalos de corte (3, 4 e 5 folhas perfilho⁻¹) no capim-Marandu, observaram que a maior taxa de aparecimento de perfilhos foi encontrada no tratamento de 15 cm com 5 folhas ao se associar altura de corte e época do ano (verão) favorável à produção de forragem. Isso em função da maior abertura do dossel forrageiro das parcelas manejadas mais baixas.

Marcelino *et al.* (2006), trabalhando com diferentes intensidades e frequências de desfolhação em capim-Marandu, registraram uma tendência similar à observada neste estudo, constatando-se um maior número de perfilhos nos tratamentos com maiores frequências de corte.

4.2.4 Porcentagem de folhas

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) quanto à porcentagem de folhas nas diferentes alturas de dossel. Houve um comportamento linear, verificando-se uma diminuição de 0,3783% na concentração de folhas à medida que se aumenta um centímetro na altura de dossel do capim-Marandu (FIGURA 11). A altura de 30 cm proporcionou uma maior porcentagem desse componente na massa de forragem.

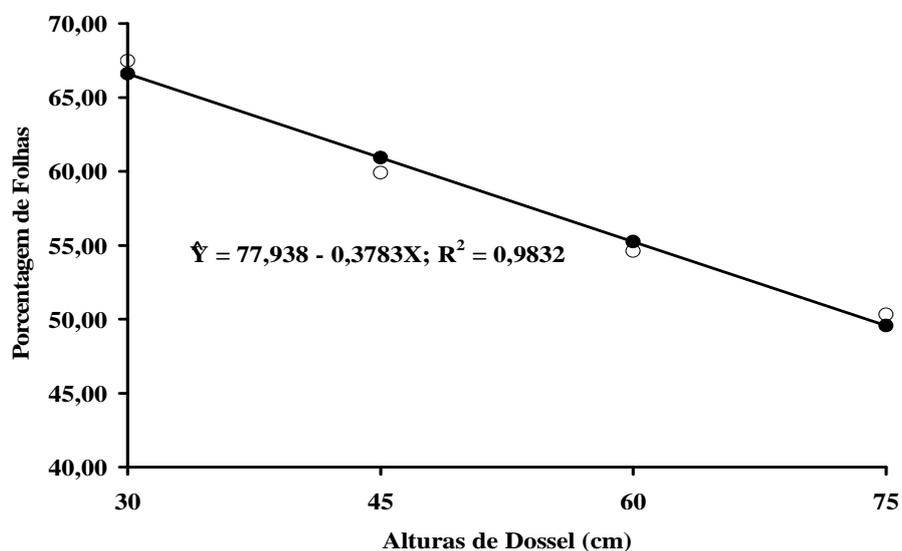


FIGURA 11. Porcentagem de folhas de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

Para Sbrissia e Da Silva (2001), em gramíneas de hábito de crescimento ereto, a relação lâmina foliar/colmo é reduzida de maneira drástica com o alongamento dos colmos. Dessa forma, por ter ocorrido aumento na taxa de alongamento de pseudocolmo (Figura 5), podemos inferir que a tendência dos dados foi coerente, verificando-se uma diminuição na porcentagem de folhas à medida que se aumentou a altura do dossel.

O aumento na altura do dossel ocasionou o desenvolvimento de pseudocolmo que incrementa a produção de matéria seca; entretanto, interfere na estrutura do dossel, podendo apresentar efeitos negativos sobre a qualidade da forragem por meio de redução na relação lâmina:pseudocolmo, (EUCLIDES *et al.*, 2000).

A diminuição observada na porcentagem de folhas é explicada pelo aumento do comprimento do pseudocolmo com o aumento dos intervalos de cortes e/ou alturas de dossel. De fato, a literatura mostra que a relação lâmina:pseudocolmo apresenta-se alta no início do ciclo de vida das plantas, tendendo a diminuir com a idade (CÂNDIDO *et al.*, 2005; GOMIDE *et al.*, 2003).

A folha é um importante componente para a produção de massa seca da planta, destacando que, além de interceptar boa parte da energia luminosa, e representar parte substancial do tecido fotossintético ativo, garante a produção de fotoassimilados da planta, e constitui-se em material de alto valor nutritivo (ALEXANDRINO *et al.*, 2004).

Em experimento realizado com genótipos de capim-colonião, foi constatado que o aumento linear na produção de matéria seca verde estava relacionado à alongação do colmo, tendo em vista a redução média de 91,1% para 54,1% de participação da massa de folhas na massa total da forragem quando os genótipos foram colhidos com 30 e 90 dias (STABILE *et al.*, 2010).

Em capim-elefante, Silva *et al.* (1994) constataram que a pressão baixa de pastejo resultou em maior densidade de forragem, maior quantidade de material morto e baixa relação folha/colmo, enquanto que, sob alta pressão de pastejo, houve maior relação folha/colmo, pouco material morto e predominância de folhas verdes. A porcentagem de folhas na pressão baixa de pastejo foi de 56%; e na alta, de 62%.

Analisando capim-braquiária submetido a intervalos de corte e adubação nitrogenada, Maranhão *et al.* (2010) verificaram que nos menores intervalos entre cortes a pastagem apresentou maior relação lâmina:pseudocolmo; demonstrando que essa maior proporção de lâmina pode ser atribuída ao menor comprimento do colmo nos menores intervalos entre cortes.

Em pesquisa realizada por Ribeiro *et al.* (2008) com capim-Marandu, foi observado que em uma colheita realizada tardiamente, a maturidade pode ter contribuído para uma redução na participação das folhas. Isso confirma o presente trabalho, onde se constata queda na porcentagem de folhas com o aumento no período de corte em virtude das maiores alturas de dossel.

Ao contrário do que foi relatado, Andrade (2003), trabalhando com capim-Marandu sob lotação contínua, não detectou efeito das alturas de pasto (10, 20, 30 e 40 cm) sobre a proporção de folhas na massa de forragem, com médias de 21,9; 22,2; 20,3 e 21,5% para as respectivas alturas. Isso evidencia que o pastejo sob lotação contínua permite aos animais selecionar mais folhas, afetando a proporção desse componente na massa de forragem.

Para caracterização do pasto, outro índice é empregado e consiste na relação entre MLV (massa de lâmina verde) e MCV (massa de colmo verde) (LV/CV). Santos *et al.* (2010), pesquisando diferimento de capim-braquiária, verificaram diminuição linear dessa relação com o aumento do período de diferimento do pasto, fato também constatado nesta pesquisa com a diminuição na porcentagem de folhas (FIGURA 11). Esse resultado retrata que a estrutura do pasto diferido por maior período torna-se prejudicial ao consumo animal, porque a lâmina foliar verde é o componente morfológico da gramínea com melhor valor nutritivo (SANTOS *et al.*, 2008) e, além disso, o colmo verde pode afetar negativamente o comportamento ingestivo dos animais, por dificultar a colheita de forragem pelo animal durante o pastejo.

4.2.5 Porcentagem de pseudocolmos

Verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) com relação à porcentagem de pseudocolmo nas diferentes alturas de dossel. Observa-se um comportamento linear, apresentando um incremento de 0,3783% na porcentagem de

pseudocolmos à medida que se aumenta um centímetro na altura do dossel (FIGURA 12). Na altura de 75 cm, constatou-se a maior percentagem de pseudocolmos.

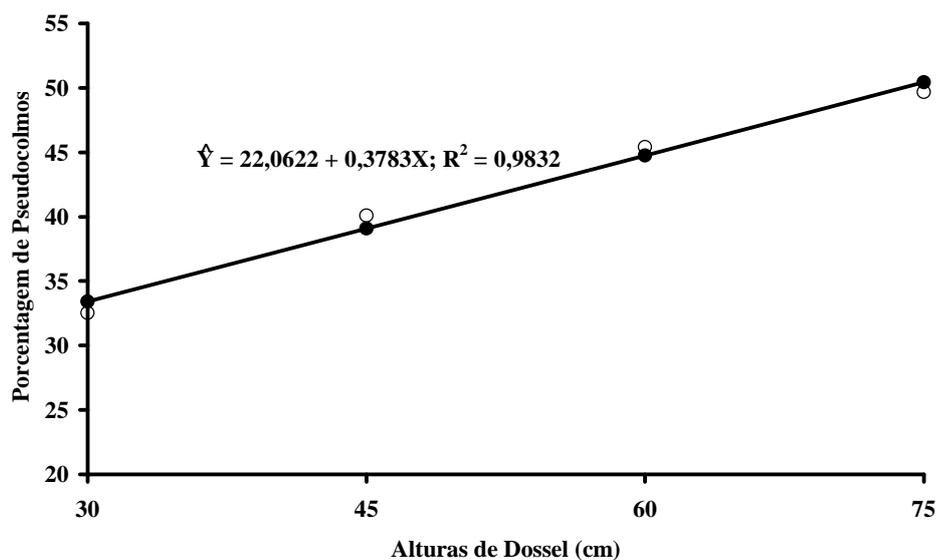


FIGURA 12. Percentagem de pseudocolmos de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

O alongamento de pseudocolmo com o aumento do tempo de rebrota é comportamento comum nos capins tropicais (RODRIGUES, 2004), resultando na redução da relação folha:colmo. Com base neste princípio, verifica-se a acentuada participação da fração pseudocolmo no incremento da biomassa total com o aumento na altura de dossel.

Os valores encontrados no experimento estão de acordo com Euclides *et al.* (2000), ao relatarem que o desenvolvimento de colmos incrementa a

produção de matéria seca, mas interfere na estrutura do dossel, podendo apresentar efeitos negativos sobre a qualidade da forragem por meio de redução na relação lâmina:pseudocolmo.

Faria *et al.* (2009), trabalhando com alturas em capim-braquiária, constataram comportamentos semelhantes aos deste estudo; relacionando esse incremento às respostas das plantas manejadas mais altas, em tentar expor suas folhas a um ambiente mais favorável à luminosidade, consequentemente aumentando o acúmulo de pseudocolmo.

Gomide *et al.* (2002), estudando o capim-mombaça submetido a períodos de descanso variáveis, verificaram que o acúmulo de forragem foi maior para longos períodos de descanso, em decorrência, principalmente, do incremento da participação da fração colmo na massa da forragem. De maneira semelhante, Alexandrino *et al.* (2005b), ao avaliarem os efeitos de dois períodos de descanso em capim-mombaça, também constataram que a altura do dossel se elevou em piquetes sob maior período de descanso, como produto do mais intenso alongamento do colmo.

Resultados semelhantes aos observados foram obtidos por Marcelino *et al.* (2006) em capim-Marandu, que relataram que o aumento no intervalo e intensidade de desfolhações proporcionaram maiores quantidades de pseudocolmo e material morto, o que resultou em forragem de mais baixo valor nutritivo, além de maiores perdas de forragem.

Conforme Gomide (1994), a maior produção de colmo pode ser amenizada, cortando-se as plantas em intervalos menores de tempo, o que proporciona maior relação folha:caule. Nesse caso, a utilização do corte do capim-Marandu nas alturas de 45 e 60 cm pode contribuir para que não comprometa essa relação, bem como, afete a produção.

De maneira geral, os efeitos negativos observados na proporção de folhas e de pseudocolmo em função das alturas do dossel, podem ser compensados parcialmente ou em sua totalidade pelo benefício no incremento da produção de fitomassa.

4.2.6 Índice de Área Foliar

Quanto ao índice de área foliar (IAF), constatou-se efeito significativo ($P < 0,05$), visto que a variável apresentou comportamento linear (FIGURA 13) com aumento de 0,0491 nos valores de IAF quando se aumentou um centímetro na altura de dossel. Assim, o maior valor médio de IAF foi constatado na maior altura de dossel.

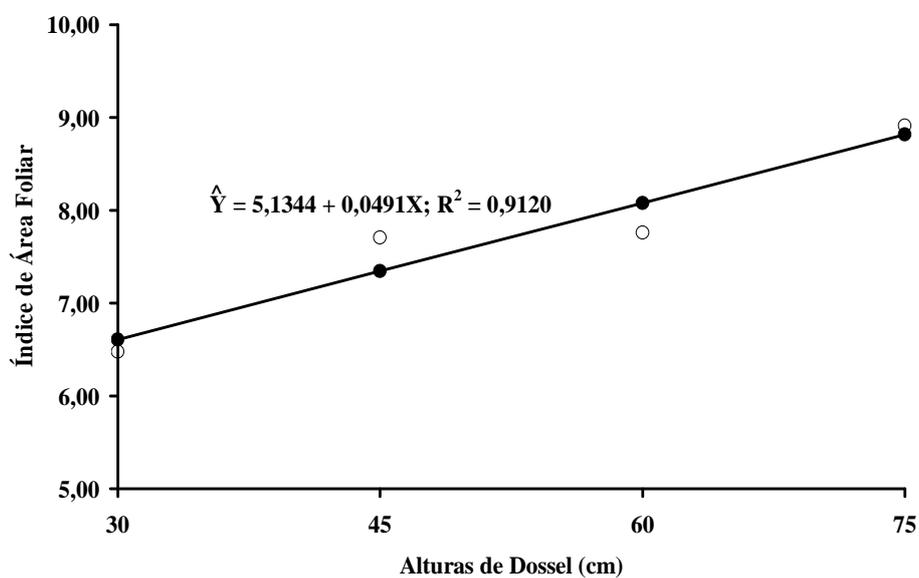


FIGURA 13. Índice de área foliar de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

O rendimento forrageiro é incrementado pela maior interceptação e captura da radiação luminosa. Como o aumento de folhas por perfilho e de perfilhos por planta condiciona o aumento do IAF do relvado, à medida que a idade da planta se avançou, maior foi o índice verificado (GOMIDE, 1996).

Segundo Nabinger (1997), dentre os fatores limitantes ao aumento do índice de área foliar (IAF), a deficiência de água e de nitrogênio (N) são os mais comuns e promovem a redução da taxa fotossintética das folhas, da interceptação de luz e, por conseguinte, da área foliar do vegetal. Como o experimento foi mantido sob condições irrigadas e adubadas com nitrogênio, certamente esses fatores não comprometeram a taxa fotossintética das folhas, o que por consequência favoreceu o aumento da área foliar do vegetal com aumento das alturas de dossel.

Até o momento, a amplitude de variação encontrada para o IAF, especificamente, às espécies do gênero *Brachiaria* está compreendida entre 1 e 15 (ALCÂNTARA, 1987; GRASSELLI *et al.*, 2000).

De maneira semelhante ao descrito para plantas forrageiras de clima temperado (HODGSON, 1990; HODGSON e DA SILVA, 2002), os resultados desta pesquisa apontaram ser bastante elevada a correlação entre a altura do pasto e o IAF (FIGURA 13). Como relatado em estudo realizado por Gomide *et al.* (1997) estudando a *Brachiaria decumbens* numa amplitude de altura que variou de 10 a 50 cm, houve uma variação no IAF de 3,3 a 8,4, respectivamente. A produção de massa seca total para a mesma amplitude foi de 4,4 a 15,2 t ha⁻¹, respectivamente. O que realmente implica uma íntima correlação.

Confirmando os dados deste trabalho, Grasselli *et al.* (2000), estudando *Brachiaria decumbens* com variações de altura do pasto de 10, 15, 20, 25 cm sob lotação contínua, obtiveram a máxima interceptação por volta de 90,5% no

pasto mantido a 25 cm. Quanto à produção de biomassa total e de folhas, houve resposta linear ao IAF e, conseqüentemente, à altura do pasto.

Em estudo com capim-Marandu e *Brachiaria humidicola*, colhidos em intervalos entre cortes de 14, 28, 42 e 56 dias e uma intensidade de desfolha de 5 e 10 cm para humidicola e brizanta; Reis e Azambuja (1996) detectaram um incremento no IAF tanto da brizanta como da humidicola para intervalos entre cortes mais longos. No entanto, as repostas em termos de produção de massa seca total apresentaram comportamentos diferenciados, sendo crescente para a humidicola e quadrático para a brizanta. Os valores de IAF obtidos foram distintos para essas espécies, variando entre 3,1 e 6,1 para brizanta e 2,4 e 3,5 para a humidicola. Esses resultados foram inferiores aos obtidos neste estudo, cujos valores estão compreendidos entre 6,48 e 8,91; entretanto, com intervalos médios entre cortes superiores (40, 55, 64 e 80 dias), além de um resíduo de 15 cm.

Em pastagem de capim-Xaraés sob pastejo intermitente, Pedreira *et al.* (2007), com intervalo médio 31,7 dias, encontraram IAF de 4,70; valores aproximados aos relatados neste estudo, considerando-se que a média dos intervalos entre cortes foi superior a 40 dias.

Já Giacomini (2007) observou em pastagem de capim-Marandu submetida a regimes de lotação intermitente, valores médios de IAF iguais a 6,2 e 5,2 nas alturas de pós-pastejo de 10 e 15 cm, respectivamente. Franco *et al.* (2007) obtiveram, em capim-Marandu implantado em Latossolo Vermelho-Amarelo, valores de IAF 5,76 e 7,10 em períodos de descanso de 36 e 48 dias, respectivamente.

Confirmando a relação entre IAF e períodos de descanso (alturas de dossel) obtidos neste estudo, Pedreira *et al.* (2009), em estudo com capim-Xaraés em diferentes estratégias de pastejo, afirmaram que maiores valores de

índices de área foliar foram registrados na estratégia com intervalos de pastejo mais longos (100% IL), tanto na época da primavera como no verão.

4.3 Características bromatológicas

4.3.1 Teor de matéria seca (%MS)

Constatou-se efeito significativo ($P < 0,05$) no teor de matéria seca do capim-Marandu, onde se verificou comportamento linear com acréscimo de 0,0831% no teor à medida que se aumenta um centímetro na altura de dossel (FIGURA 14).

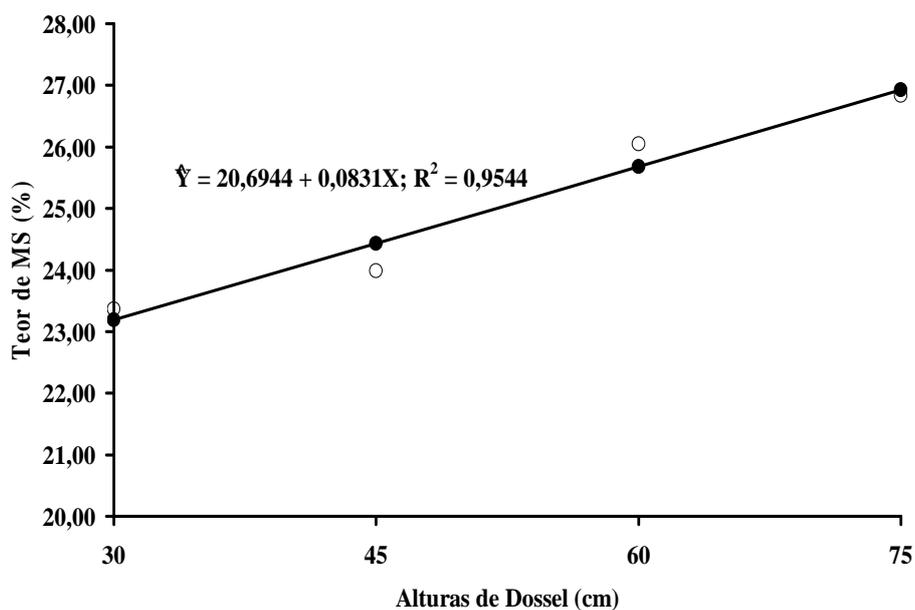


FIGURA 14. Teor de matéria seca de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

Segundo Cedeño *et al.* (2003), períodos iniciais de desenvolvimento dos capins apresentam-se com baixo teor de matéria seca aumentando com a idade. As diferentes alturas de dossel associaram-se também a diferentes idades para a realização dos cortes, e com o avançar da idade das plantas o teor de matéria seca das mesmas sofreram alterações, apresentando tendência lógica de acréscimo nos teores de matéria seca.

A planta, quando nova, apresenta altos teores de água. Quanto mais próximo da sua maturidade, esse teor é reduzido e ocorre um aumento nos teores de matéria seca. De acordo com Drudi e Favoretto (1987), à medida que se prolonga o intervalo de cortes, o teor de matéria seca de forragem tende a aumentar.

Valores aproximados aos deste trabalho foram encontrados por Costa *et al.* (2007) que também verificaram aumento no teor de matéria seca com o avanço da idade da planta. Esses valores variaram de 16 e 26% analisados entre 15 e 60 dias de crescimento da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5.

4.3.2 Porcentagem de proteína bruta (PB)

Obteve-se efeito significativo ($P < 0,05$) quanto à porcentagem de proteína bruta. Verificou-se um comportamento linear, em que ocorre um decréscimo de 0,0574% no teor de proteína à medida que se aumenta um centímetro na altura do dossel do capim-Marandu. Observaram-se maiores valores na altura de 30 cm (FIGURA 15).

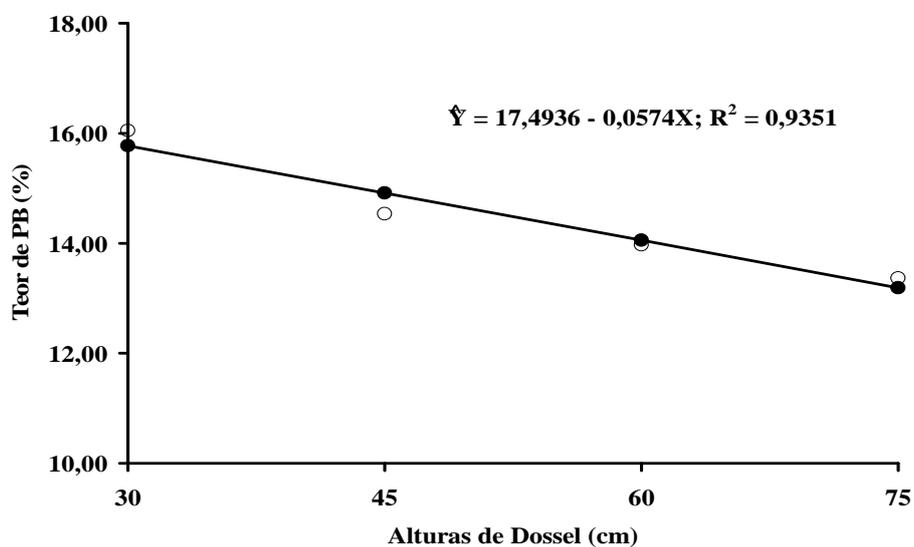


FIGURA 15. Teor de proteína bruta de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

Para alcançar as diferentes alturas de dossel nos diferentes ciclos de cortes, a gramínea necessitou de intervalos entre cortes diferenciados, sendo possível observar uma diminuição nos valores de PB à medida que se aumentou a altura de dossel, em consequência do maior período de descanso para alcançar determinado dossel.

Euclides (2001) reforça que apesar da grande produtividade das gramíneas tropicais, à medida que vai avançando o desenvolvimento vegetal ocorre drástica diminuição do teor protéico e aumento do teor de fibra, associado ao aumento no teor de lignina, limitando a produção de carne e leite.

A variação no valor nutritivo da forragem com maior intervalo de corte também é reportada por Drudi e Favoretto (1987), que encontraram teores de

proteína bruta (PB) maiores nas plantas colhidas a cada 35 dias, relativamente àquelas colhidas a cada 42 dias.

Os elevados teores observados para PB nas alturas de dossel onde a forragem foi colhida em estágio menos avançado de maturidade, provavelmente, devem-se às elevadas percentagens de folhas e baixas porcentagens de colmos, além da conseqüente elevada relação entre folha e colmo. De acordo com El-Memari Neto *et al.* (2002), as folhas são notadamente mais digestíveis e nutricionalmente mais ricas. Além disso, nos dosséis forrageiros mantidos mais altos, por apresentarem folhas maiores, podem ter gerado um efeito de diluição do nitrogênio absorvido pela planta nas quantidades maiores de tecido.

Ao se considerar que os teores de proteína bruta inferiores a 7% são limitantes à produção animal, por implicarem em menor consumo voluntário, redução na digestibilidade e balanço nitrogenado negativo, observa-se que o corte do capim-Marandu nas diferentes alturas de dossel atenderia satisfatoriamente aos requerimentos protéicos mínimos dos ruminantes. Os valores encontram-se bastante elevados, o que pode ser em virtude da boa fertilidade do solo e da irrigação.

A variação do teor de PB das gramíneas depende das condições de solo, clima e manejo utilizado. Porém, Santos *et al.* (2008), em estudo realizado com três gramíneas com e sem irrigação, não identificaram diferenças significativas entre as gramíneas forrageiras quanto às suas porcentagens de PB na MS, uma vez que apresentaram amplitude que variaram de 11,0% para o capim-Marandu a 14% para o tifton 85.

Todavia, em estudo realizado por Soares Filho *et al.* (2002), foi verificado para o capim-Marandu, um teor médio de PB na MS de 12,5%; no entanto, inferior a 13,1% e 16,7 %, que foram registrados por Ruggieri *et al.* (1995); os quais apresentam certa proximidade aos obtidos neste estudo.

Conforme recomendações de Corsi *et al.* (1994), são necessários de 30 a 35 dias para que o capim-Marandu complete seu ciclo vegetativo. Reafirmando o prognóstico de decréscimo no teor de proteína com o avançar da idade, Minson (1992) relata ser a maior proporção de hastes, as quais apresentam concentrações protéicas inferiores às das folhas, e ainda a diminuição na proteína bruta (PB) das folhas e hastes.

Tendência similar ao deste estudo foi registrada por Castro *et al.* (2004) trabalhando também com capim-Marandu com idades de corte de 28, 56, 84 e 112 dias, onde verificaram que os valores de PB diminuíram com o aumento da idade de corte. Andrade (2003) constatou ainda em seu estudo a ocorrência de maior conteúdo de PB para o capim-Marandu quando manejado sob maior intensidade de pastejo.

4.3.3 Teor de fibra em detergente neutro (%FDN)

Constatou-se efeito significativo ($P < 0,05$) quanto ao teor de FDN em função das diferentes alturas de dossel, cuja variável apresenta comportamento linear com aumento de 0,0813% de FDN a cada centímetro que se aumenta na altura de dossel do capim-Marandu (FIGURA 16).

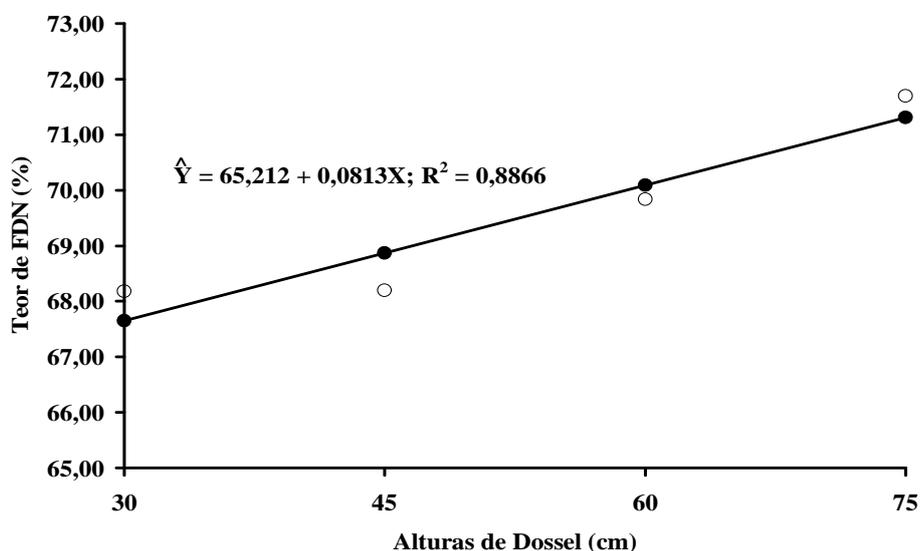


FIGURA 16. Teor de FDN de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

As maiores alturas de dossel foram alcançadas com maiores intervalos entre corte, conseqüentemente em maior estágio de crescimento. Isso proporcionou esse aumento de maneira coerente, já que com o avançar da idade, há enrijecimento das folhas, especialmente em sua base, e do pseudocolmo, em decorrência do aumento de compostos estruturais (HODGSON, 1985). Assim, o teor máximo de FDN na altura de dossel a 75 cm condiz com dados obtidos na literatura.

O teor de FDN é tido como um importante parâmetro na definição da qualidade da forragem, bem como um fator que limita a capacidade ingestiva por parte dos animais. Santos *et al.* (2007) observaram acréscimo significativo para o teor de FDN, conforme houve aumento de intervalo de corte para 60 dias. Essa resposta é comum, pelo fato de haver aumento nos constituintes da parede

celular. Semelhança foi constatada por Mari *et al.* (2004) que também verificaram maiores teores de FDN, com o aumento da idade de corte.

Van Soest (1994) destacou a importância dos valores de FDN para certificação da qualidade da planta forrageira e estabeleceu que valores de FDN superiores a 60% da matéria seca associaram-se negativamente à capacidade de consumo voluntário da forragem pelos animais. Neste estudo, os valores de FDN encontrados estiveram sempre acima do valor crítico e, dessa forma, o consumo voluntário das forrageiras em pastejo poderia ser limitado no caso de uma pressão de pastejo alta, que reduzisse a seletividade dos bovinos. Nussio *et al.* (2002) relatam que forragens de elevada digestibilidade de FDN proporcionam elevado potencial de consumo de MS e, conseqüentemente, melhor produção tanto de leite, como de carne.

Rego *et al.* (2001) avaliando quatro alturas do dossel forrageiro (24 a 26, 43 a 45, 52 a 62 e 73 a 78 cm) do capim-tanzânia, verificaram que com o aumento na altura ocorreram reduções nos teores de PB e elevações nos teores de FDN e FDA, correlacionando-se perfeitamente com os dados encontrados.

O decréscimo da degradação da matéria seca com o aumento nas alturas de dossel se deve ao maior tempo de descanso do pasto, o que ocasiona maior espessamento e lignificação da parede celular secundária e redução no conteúdo celular, onde está a maior parte da proteína da planta forrageira. Isso pode ser confirmado pela elevação no teor de FDN (FIGURA 16) do pasto e pela redução no teor de proteína bruta (FIGURA 15) com o aumento das alturas.

Os teores de FDN obtidos nas menores alturas em relação às demais podem ser explicados pela condição estrutural do pasto, pois nas menores alturas o pasto contém maior proporção de folhas e, portanto, uma melhor qualidade. Com o passar do tempo, com a diminuição das porcentagens de folhas, e aumento de colmos, o teor de FDN tende a aumentar.

Valores inferiores aos verificados neste estudo foram encontrados por Silva (2004), em *Brachiaria brizantha*, ao utilizarem quatro alturas de corte do dossel, sendo que os percentuais variaram de 60,8 a 62,2%.

Utilizando ovinos pastejando em capim coast-cross com diferentes alturas (5, 10, 15 e 20 cm), Carnevalli *et al.* (2001) relataram que no verão o capim continha teores de FDN de 61,8, 66,4, 65,7, 67,3%, tendência semelhante ao relato nesta pesquisa.

4.3.4 Teor de fibra em detergente ácido (% FDA)

Verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) quanto ao teor de FDA do capim-Marandu nas diferentes alturas de dossel. Houve comportamento linear com aumento de 0,0981% a cada centímetro de altura aumentada. A altura de 75 cm proporcionou um maior teor de FDA (FIGURA 17).

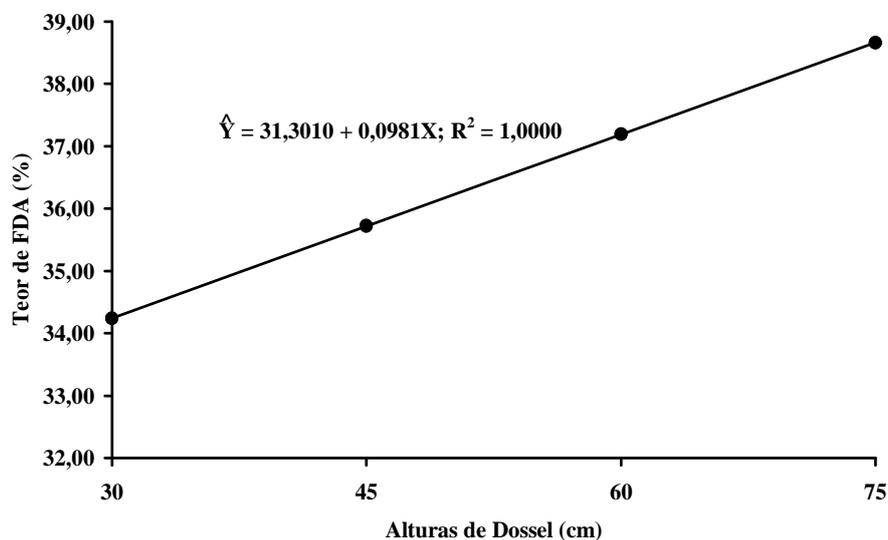


FIGURA 17. Teor de FDA de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

Os menores teores de FDA encontrados nas menores alturas de dossel podem ser explicados devido à constante renovação de folhas em pastos manejados mais baixos, contribuindo para a menor proporção de constituintes da parede celular. Esse progressivo aumento de FDA pode ser justificado também pelos efeitos do envelhecimento das lâminas foliares não cortadas, o que certamente reduziu a qualidade dos pastos mais altos. Assim como verificado por Rego *et al.* (2003), que observaram que o teor de FDA das lâminas foliares aumentou linearmente com a altura de manejo do pasto.

O teor de FDA é um fator importante quando se avalia a digestibilidade de um alimento, pois à medida que se aumentam os teores de FDA da forrageira, existe uma tendência de haver diminuição da digestibilidade da matéria seca.

Segundo Mari (2003), as maiores mudanças que ocorrem na composição química das plantas forrageiras são aquelas decorrentes de sua maturidade, pois, à medida que a planta forrageira amadurece, a produção dos componentes potencialmente digestíveis tende a decrescer; a proporção de lignina, celulose, hemicelulose e outras frações indigestíveis aumentam, levando à queda na digestibilidade.

Fato similar ao verificado neste trabalho também foi detectado por Santos *et al.* (2008), que observaram que os teores de FDA se elevaram de forma significativa com os intervalos de corte estudados. Os menores teores foram observados nos menores intervalos, equivalentes a 15 e 20 dias de crescimento.

De modo geral, os valores encontrados neste experimento foram semelhantes aos observados por Barnabé *et al.* (2007) em capim-Marandu, realizando cortes em intervalos de 33 dias, obtendo variação no teor de FDA de 36,9 a 38,8 % na MS com aplicações de 150 m³ de dejetos líquidos de suínos e testemunha, respectivamente. Já Silva (2004) observou valores de 28,1 a 29,2% de FDA em quatro alturas de corte do dossel.

Valores superiores de FDA foram observados por Santos *et al.* (2003) que registraram teores médios de 40,22% de FDA na *Brachiaria brizantha* aos 35 dias de idade. Entretanto, Rosa *et al.* (2004), estudando *Brachiaria brizantha* fertirrigada com 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de dejetos líquidos de suínos e cortada em intervalos de 35 dias, constataram teores médios de FDA de 36,42%.

Os teores da fibra em detergente ácido (FDA) têm relação com os teores de lignina dos alimentos, que determinam a digestibilidade da fibra, visto que quanto menor o teor de FDA, menor será o teor de lignina e, conseqüentemente, melhor a digestibilidade do alimento.

4.3.5 Teor de lignina (%LIG)

Verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) na variável teor de lignina em função das alturas de dossel, sendo que houve um comportamento linear com incremento de 0,0111% à medida que se acrescentou um centímetro na altura. Observou-se ainda que a condução do capim-Marandu na altura de 75 cm resulta em teores elevados de lignina (FIGURA 18).

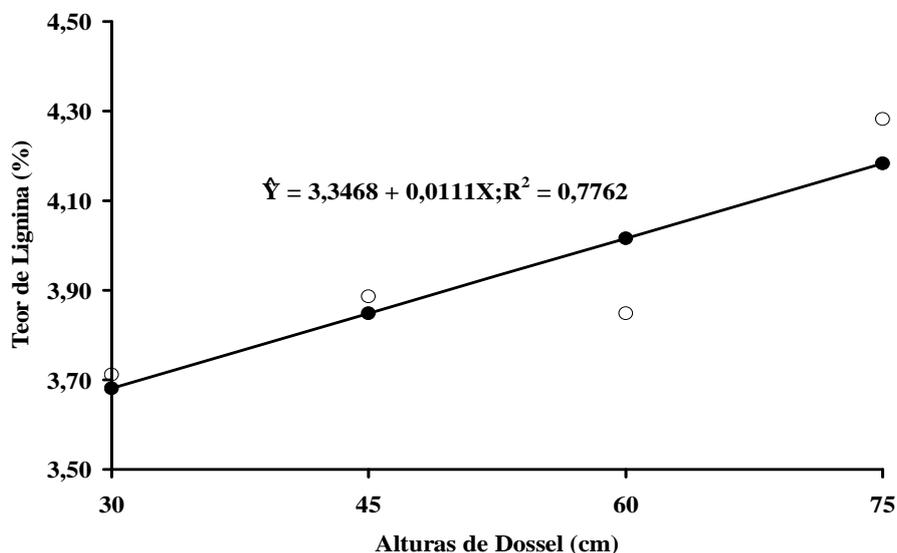


FIGURA 18. Teor de lignina de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

O rúmen é o principal local onde ocorre a digestão dos constituintes da dieta nos ruminantes, a qual é efetuada pela numerosa população microbiana desse compartimento (VAN SOEST, 1994). A susceptibilidade à degradação ruminal da porção fibrosa varia entre espécies e com a idade ou nível de maturação da forrageira. A tendência obtida no trabalho é coerente, já que à medida que se avança o desenvolvimento vegetal rumo ao estágio de maturação, ocorre diminuição do teor protéico e aumento do teor de fibra, associado ao aumento no teor de lignina.

Seguindo essa lógica, o teor de lignina do capim-Marandu aumentou com as alturas de dossel. Tendência similar foi verificada por Gonçalves (2006) que, estudando a composição químico-bromatológica do capim-tanzânia sob três períodos de descanso (1,5, 2,5 e 3,5 folhas perfilho⁻¹), obteve maiores teores de

lignina em pastos com maior período de descanso (2,5 e 3,5 folhas perfilho⁻¹), com médias de 3,87 e 4,17 %, respectivamente.

Segundo Wilson (1982), a temperatura constitui o principal fator ambiental que influencia a qualidade da forrageira. Elevadas temperaturas, que são características marcantes nas condições tropicais, promovem rápida lignificação da parede celular, acelerando a atividade metabólica das células, promovendo a rápida conversão dos produtos fotossintéticos em componentes da parede celular (VAN SOEST, 1994). Nas condições de norte de Minas Gerais, a temperatura faz-se, portanto, um fator de extrema contribuição para esse processo, uma vez que as médias anuais são elevadas.

Enfim, esses resultados sugerem que as principais diferenças em termos produtivos e bromatológicos no capim-Marandu com o aumento na altura de dossel devem-se à participação do componente pseudocolmo, pois, ao mesmo tempo em que se apresenta como um fator de grande importância para o rendimento forrageiro, por outro lado trata-se de um componente morfológico de baixo valor nutritivo. Dessa maneira, as alturas de 45 e 60 cm aparecem como alternativa para se conciliar valor nutritivo e produção.

4.4 Características Produtivas

4.4.1 Produção de Matéria Seca (kg ha⁻¹)

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) na produção de matéria seca. O comportamento linear causou incremento de 134,47 kg ha⁻¹ na produção à medida que se aumentou um centímetro na altura de dossel. A altura de 75 cm proporcionou maior produção de forragem, possivelmente em virtude do maior período de tempo que a planta dispôs para acúmulo de matéria seca (FIGURA 19). Produção de maior massa de forragem em pastos tropicais com maior tempo

de rebrotação tem sido comum na literatura (LACERDA *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2009).

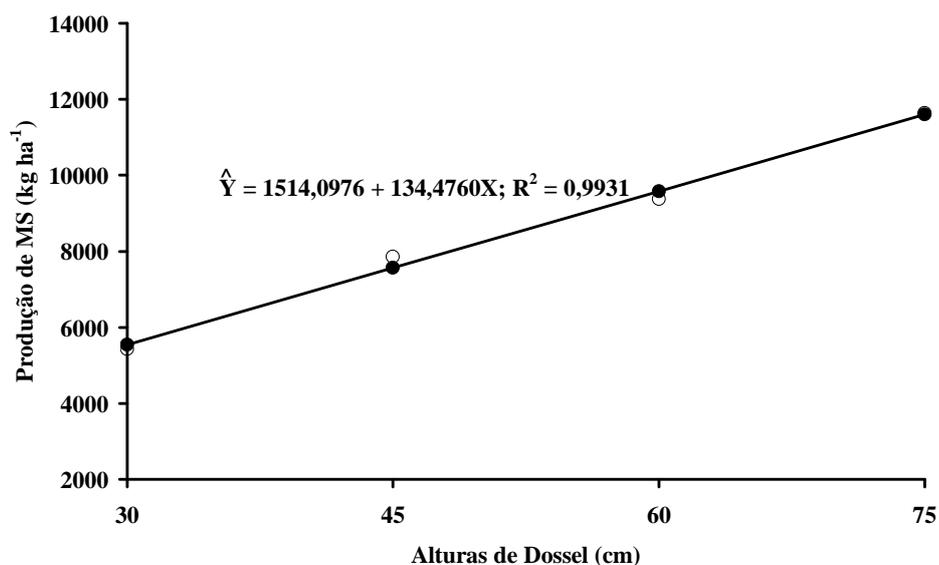


FIGURA 19. Produção de matéria seca de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

Relação positiva entre altura do dossel e massa de forragem em espécies de gramíneas também foi observada por outros autores (LUPINACCI, 2002; ZEFERINO, 2006).

Seguindo essa lógica, Flores *et al.* (2008) encontraram efeito da altura do dossel (15, 25 e 40 cm) de *Brachiaria brizantha* sobre a matéria seca total, independente da cultivar estudada (Xaraés ou Marandu), cujos pastos manejados a 40 cm de altura apresentaram as maiores massas de matéria seca total e de matéria seca verde, que decresciam de acordo com a altura do dossel.

O comprimento final das lâminas foliares (FIGURA 9) apresentou relação direta com a produção de matéria seca (FIGURA 19), dessa forma, corroborando com Pinto *et al.* (1994), que postularam que o CFLF sofre influência do genótipo, em que maiores valores podem estar diretamente correlacionados a maiores produções de matéria seca.

Foi possível observar também que o índice de área foliar (IAF) apresentou a mesma tendência verificada para a produção de matéria seca (FIGURA 19), já que dentre as características de dossel as que apresentam maior consistência com a produção de forragem são a altura e o índice de área foliar (HODGSON, 1990).

Em estudo com capim-Marandu submetido à intensidade e frequência de desfolhação, Marcelino *et al.* (2006) observaram maior produção de forragem na maior intensidade e frequência de desfolha, concluindo que, cortes menos intensos e frequentes ocasionam maior florescimento e maior produção de pseudocolmo e material morto. Tais resultados podem ser atribuídos ao maior período entre as desfolhações e, conseqüentemente, ao maior acúmulo de pseudocolmo. O aumento no intervalo de desfolhações e na intensidade de corte proporcionou maiores quantidades de pseudocolmo e material morto, refletindo a influência do período de descanso sobre o valor nutritivo da forragem e indicando que, em alguns casos, os benefícios proporcionados pela maior produção de massa forrageira podem ser compensados pelo maior acúmulo de material morto e colmos, resultando em forragem de valor nutritivo inferior, além de maior perda de forragem. Sendo assim, nesta pesquisa, a altura de 75 cm, apesar de apresentar elevada produção pode não ser a mais indicada em função dessas correlações analisadas.

Em casa de vegetação, Costa *et al.* (2009) observaram incrementos nos rendimentos de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés com o avanço

da idade (14, 21, 28, 35 e 42 dias). O vigor de rebrota foi significativamente afetado pela idade da planta, sendo as maiores produções de MS obtidas com cortes aos 28, 35 e 42 dias, as quais não diferiram entre si. Já Costa (2004), em condições de campo, observou que o máximo vigor de rebrota de capim-Marandu ocorreu no período entre 28 e 35 dias após o corte das plantas.

Em capim-braquiária submetido a intensidades de corte e adubação nitrogenada, Maranhão *et al.* (2010) constataram que a produção de MS aumentou com maiores intervalos de cortes, nas três estações estudadas; denotando que estes aumentos da produção foram ocasionados pelo maior tempo de crescimento da gramínea. Fato que reforça a maior produção alcançada na altura de dossel de 75 cm.

No entanto, Barbosa (2004), trabalhando com capim-tanzânia, reportou que os elevados valores de massa de forragem nos tratamentos com maior período de descanso (100% de interceptação luminosa) não resultaram necessariamente em maior produção de forragem, pois foram necessários maiores períodos de descanso, reduzindo o número de ciclos de pastejo ao longo do período experimental. E ainda, ocasionaram alterações na estrutura do dossel, caracterizadas pelo elevado alongamento de colmos e acúmulo de grande quantidade de material morto.

4.4.2 Taxa de Acúmulo de Forragem (TAcF)

Foi confirmado efeito significativo ($P < 0,05$) da altura de dossel sob a taxa de acúmulo de forragem, observando-se comportamento linear com acréscimo de $0,5295 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ quando se aumentou um centímetro na altura de dossel. A maior taxa de acúmulo de forragem foi observada na altura de 75 cm (FIGURA 20).

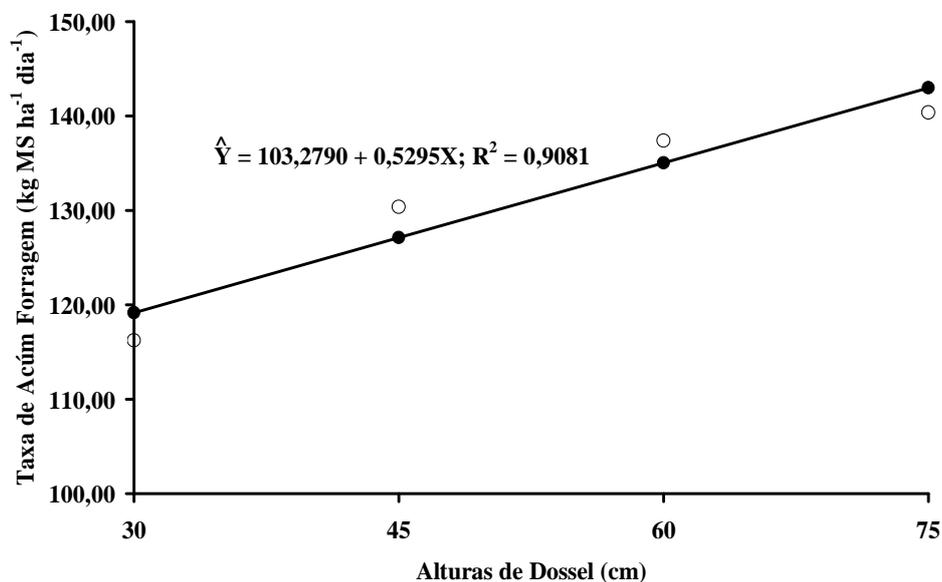


FIGURA 20. Taxa de acúmulo de forragem de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

A duração média entre cortes foi de 40, 55, 64 e 80 dias para as alturas de dossel 30, 45, 60 e 75 cm, respectivamente. Dessa forma, quanto maior o intervalo de pastejo, maior a chance de a comunidade vegetal repor as reservas utilizadas na recuperação de um novo dossel. De acordo com esse intervalo, caso seja suficiente para o dossel interceptar quase toda a luz incidente (MELLO e PEDREIRA, 2004), principalmente em gramíneas forrageiras tropicais, pode ocorrer o alongamento de pseudocolmo, que altera os padrões de acúmulo, gerando aumento na massa de forragem do resíduo, provavelmente pelo aumento na massa de perfilhos individuais (DA SILVA e SBRISSIA, 2001). Isso foi observado no peso médio de perfilhos (FIGURA 21) e a maior taxa de

alongamento de pseudocolmos (FIGURA 5) em função das maiores alturas de dossel.

Segundo Rodrigues (2004), os fatores que mais afetam a TAcF, quando não há restrição hídrica, são o fotoperíodo e a temperatura. Como as médias de temperatura do norte de Minas Gerais são elevadas, o fotoperíodo pode não ter causado diferença de grande magnitude para a taxa de acúmulo de forragem, verificando-se, portanto, apenas influência das alturas de dossel sobre a variável analisada.

Em *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetido a três estratégias de desfolhação intermitente (28 dias de descanso, 95% e 100% de interceptação luminosa), Pedreira *et al.*, (2009) detectaram que as estratégias de desfolhação aos 100% de interceptação luminosa e a cada 28 dias resultaram em intervalos de pastejo mais longos (em média 32 e 28 dias). Obtiveram massa de forragem pós-pastejo de 4.120 kg MS ha⁻¹, enquanto que na estratégia de desfolhação aos 95% IL, a massa de forragem pós-pastejo foi de 3.310 kg MS ha⁻¹, embora utilizassem 15 cm de resíduo pós-pastejo.

Flores *et al.* (2008), em pesquisa realizada com os capins Marandu e Xaraés sob intensidades de pastejo diferentes, registraram médias de taxas de acúmulo de matéria seca de 103,9 e 75,0 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente para verão e outono; evidenciando que o maior acúmulo de forragem observado no verão pode estar relacionado às melhores condições climáticas. No mesmo experimento, ainda foi observado que a altura de dossel de 40 cm em capim-Marandu apresentou uma taxa de acúmulo de 97,6 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ e produção de 5.770 kg MS ha⁻¹. Por fim, a maior taxa de acúmulo de forragem foi observada para o pasto manejado a 40 cm, a menor para o manejado a 15 cm, e a intermediária para aquele manejado a 30 cm de altura do dossel. Isso demonstra

que à medida que se aumentam as alturas de dosséis, há uma tendência da planta em aumentar a taxa de acúmulo de forragem, como verificado neste estudo.

O capim-Marandu apresentou nesta pesquisa, uma TAcF variando de 116,21 a 140,34 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹; valores próximos aos obtidos por Andrade (2003) que relatou TAcF de 132,6 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹ para a mesma forrageira.

Trabalhando com gramíneas com e sem irrigação, Santos *et al.* (2008) verificaram que não houve diferença significativa entre as forrageiras, cujos capins tifton-85, tanzânia e marandu apresentaram valores similares de taxa de acúmulo de forragem (124,82; 127,01 e 108,30 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹), respectivamente. Já em trabalho com capim-tanzânia irrigado no verão, Rassini (2002) encontrou valores de TAcF na ordem de 143 e 98 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹ nos tratamentos irrigado e sequeiro, respectivamente.

4.4.3 Peso médio de perfilhos (g)

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) quanto ao peso individual de perfilhos. Foi constatado comportamento linear com aumento de 0,0830g à medida que se aumentou um centímetro na altura do dossel. Na maior altura de dossel foi observado maior peso médio de perfilhos (FIGURA 21).

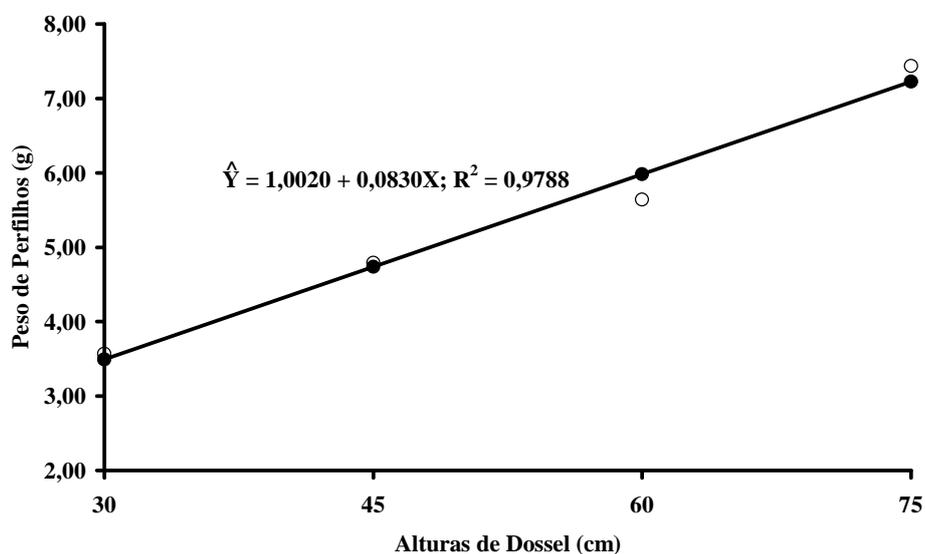


FIGURA 21. Peso médio de perfilhos de capim-Marandu em função de diferentes alturas de dossel.

Como foi verificado, houve uma diminuição na densidade populacional de perfilhos com o aumento das alturas de dossel (FIGURA 11). Dessa maneira, obtém-se maior peso em perfilhos individuais, pela existência de um mecanismo de compensação em pastos de capim-Marandu, já descrito na literatura (GRANT *et al.*, 1983; BIRCHAM e HODGSON, 1983; SBRISSIA *et al.*, 2001, 2003), segundo o qual pastos mantidos mais baixos possuem maior densidade populacional de perfilhos pequenos e vice-versa.

De acordo com o intervalo de corte ou pastejo, caso ele seja suficiente para o dossel interceptar quase toda a luz incidente, principalmente em gramíneas forrageiras tropicais, pode haver o alongamento de pseudocolmo, que altera os padrões de acúmulo, gerando aumento na massa de forragem do

resíduo, provavelmente pelo aumento na massa de perfilhos individuais (DA SILVA e SBRISSIA, 2001).

Avaliando quatro condições de pasto em capim-Marandu (10, 20, 30 e 40 cm), Sbrissia e Da Silva (2008) observaram maiores valores de matéria seca de perfilhos em pastos mantidos mais altos, que foram semelhantes ao ocorrido neste estudo.

O fornecimento de nitrogênio, através de adubações nas pastagens, possibilita um aumento no número, no peso e no tamanho de seus perfilhos, bem como a maior taxa de expansão foliar (BARBOSA, 1998). Com base nos resultados obtidos, foi possível detectar que o teor de N foi adequado para que os perfilhos conseguissem diferenciação quanto ao peso nos diferentes tratamentos.

Santos *et al.* (2010), analisando resultados de densidade populacional de perfilhos totais e de massa de folhas totais, afirmaram que o aumento na produção de forragem nos pastos diferidos por maior período se deve à elevação do peso dos perfilhos, uma vez que nessa condição ocorre redução no número de perfilhos totais no pasto. Esse mecanismo compensatório entre número e peso de perfilhos que ocorre no pasto é denominado de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos e tem sido relatado para gramíneas forrageiras tropicais dos gêneros *Cynodon* (SBRISSIA *et al.*, 2003) e *Brachiaria* (SBRISSIA; DA SILVA, 2008).

Sbrissia e Da Silva (2008) confirmaram o que é relatado na literatura e observado neste estudo, decréscimo na população dos perfilhos com o aumento na altura dos pastos, bem como maiores valores de matéria seca dos perfilhos provenientes de pastos mantidos mais altos.

5 CONCLUSÕES

Em função dos resultados obtidos, recomenda-se o corte do capim-Marandu na altura de dossel compreendida entre 45 e 60 cm, por apresentar valores adequados de produção e valor nutritivo sem comprometer a persistência da forrageira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, P. B. Origem das braquiárias e suas características morfológicas de interesse forrageiro. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *Brachiaria*, Nova Odessa, 1986. **Anais**. Nova Odessa: IZ, 1987. p.1-18.

ALEXANDRINO, E. *et al.* Período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagens de capim-Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, p. 2174, 2184, 2005b.

ALEXANDRINO, E. *et al.* Produção de massa seca e vigor de rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, p. 141-147, 2003.

ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 2164-2173, 2005a.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P. R. Características Morfogênicas e Estruturais na Rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu Submetida a Três Doses de Nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, abr. 2004.

ALEXANDRINO, E.; VAZ, R. G. M. V.; SANTOS, A. C. Características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 886-893, 2010.

ALVES, J. S. *et al.* Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n.1, p.1-10, 2008.

ANDRADE, F. M. E. **Valor nutritivo da forragem e desempenho de bovinos de corte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos a regimes de lotação contínua.** 2003. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis.** 15. ed. Washington: AOAC, 1990.

BARBOSA, M. A. A. F. **Influência da adubação nitrogenada e das frequências de corte na produção e nas variáveis morfogênicas do Capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) 1998.** 53 p. Dissertação (mestrado), Maringá, UEM, 1998.

BARBOSA, R. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) submetido a frequência e intensidades de pastejo.** 2004. 119 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JR, D.; EUCLIDES, V. P. B. Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 583-593, 2002.

BARNABÉ, M. C. *et al* Produção e composição químico- bromatológica da *Brachiaria brizantha* CV. marandu adubada dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 3, p. 435-446, 2007.

BARTHAM, G. T. Sward structure and the depth of the grazed horizon. **Grass and Forage Science**, v. 36, p. 130-131, 1981.

BENETT, C. G. S. *et al*. Produtividade e composição bromatológica do capim-Marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, set./out., 2008.

BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v. 38, n. 4, p. 323-331, 1983.

BOS, H. J.; NEUTEBOON, J. H. Morphological analysis of leaf and tiller number dynamics of wheat (*Triticum aestivum* L.): responses to temperature and light intensity. **Annals of Botany**, v. 81, p.131-139, 1998.

BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. (Eds.) **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p. 85-108.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, Farnham Royal, v. 38, p. 1-9, 1968.

BUENO, A. A. O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

CALBO, A. G.; SILVA, W. L. C.; TORRES, A. C. Comparação de modelos e estratégias para análise de crescimento. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 1, p.1-7, Abr. 1989.

CÂNDIDO, M. J. D. *et al.* Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 406-415, 2005.

CANTARUTTI, R. B. *et al.* Sugestão de adubação para diferentes culturas em Minas Gerais. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Org.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 1999, v. 1, p. 332-341.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 149 p. Tese ((Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), ESALQ, Piracicaba, 2003.

CARNEVALLI, R.A. *et al.* Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 919-927, jun. 2001.

CARVALHO, C. A.B. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. manejadas em quatro intensidades de pastejo.** 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

CASAGRANDE, D. R. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-Marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2108-2115, 2010.

CASTRO, G. H. F. *et al.* Degradabilidade in situ da matéria seca e proteína bruta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em quatro diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

CEDENO, J. A. G. *et al.* Efeito da idade de corte na performance de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 462-470, 2003.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BACKER M. J. (Ed). **Grassland of our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. cap. 3, p. 55-64.

CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de (Ed.). PASTAGENS: FUNDAMENTOS DA EXPLORAÇÃO RACIONAL. 2. 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 121-155.

COSTA, N. L. Curva de crescimento e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília, DF. **Anais...**Brasília, DF: SBZ, 1995. p. 38-40.

COSTA, N. de L. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 212 p.

COSTA, K. A. P. *et al.* Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, 2007.

COSTA, N. L. *et al.* Produção de forragem, composição química e morfogênese de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 3 p.

CUNHA, F. F. *et al.* Características morfológicas e perfilhamento do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 628-635, maio/jun., 2007.

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: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p. 71-88.

DA SILVA, S.C. *et al.* 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.

DALE, J. E. **The growth of leaves**. London: Edward Arnold, 1982. 60 p. (Studies in biology, 137).

DAVIES, A.; EVANS, M. E.; EXLEY, J. K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 101, p.131-137, 1983.

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

DIFANTE, G. dos S. *et al.* Morfogênese do capimmarandu submetido a combinações de altura e intervalos entre cortes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 3 p.

DIFANTE, G. S. *et al.* Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on Tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 1001-1008, 2009.

DIFANTE, G. S. *et al.* Dinâmica do perfilhamento do capim-Marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p.189-196, 2008.

DRUDI, A.; FAVORETTO, V. Influência da frequência, época e altura do corte na produção e na composição química do capim-andropogon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 12, p. 1287-1292, 1987.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, London, v. 85, p. 635-643, 2000.

EL-MEMARI NETO, A. C.; ZEOULA, L. M.; CECATO, U. Avaliação produtiva e química da *Brachiaria brizantha* no inverno e primavera. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para produção de feno-em-pé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 393-407, mar. 1990.

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2200-2208, 2000.

EUCLIDES, V. P. B. **Produção animal em sistema intensivo combinado de pastagens tanzânia e braquiárias na região dos Cerrados**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 2001. p. 13. (EMBRAPA. Programa Produção Animal. Subprojeto 06.0.99.188.01).

FAGUNDES, J. L. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

FAGUNDES, J. L. *et al.* Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

FARIA, L. S. *et al.* Disponibilidade de forragem e composição morfológica de capim-braquiária em alturas de pastos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ZOOTECNITAS, ZOOTEC 2009. Águas de Lindóia, SP. **Anais... FZEA/USP-ABZ**, 2009. 4 p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

FLORES, R. S. *et al.* Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 8, p.1355-1365, 2008.

FRANCO, J. A. *et al.* Resposta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu estabelecida em Rondônia e submetida a dois períodos de descanso. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA E EXTENSÃO RURAL, 1., 2007, Rolim de Moura. **Resumos...** Rolim de Moura: UNIR, 2007.

FRANK, A. B.; HOFMAN, L. Light quality and stem numbers in cool-season forage grasses. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 2, p. 468-473, 1994.

GARCEZ NETO, A. F. *et al.* Respostas Morfogênicas e Estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

GERDES, L. *et al.* Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 955-963, 2000.

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, 2007.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p.341-348, 2000.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1487-1494, out. 2007.

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

GOMIDE, C. A. DE M., GOMIDE, J. A., PACIULLO, D. S. A. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. 2006. João Pessoa. **Anais...** Paraíba: SBZ, 2006, p. 457.

GOMIDE, C. C. C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon***. 1996. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

GOMIDE J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: UFV, 1997. p. 97-115.

GOMIDE, J. A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: _____ **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.1-14.

GOMIDE, J.A. *et al.* Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagens de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1194-1199, 2002.

GONÇALVES, A. C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2002. 140 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

GONÇALVES, J. S. **Composição química e fracionamento dos carboidratos da biomassa de *Panicum maximum* cv. Tanzânia sob três períodos de descanso.** Fortaleza-CE: UFC, 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, 2006.

GONTIJO NETO, M. M. *et al.* Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 60-66, 2006.

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

GRANT, S. A. *et al.* Sward management, lamina turnover and tiller population-density in continuously stocked lolium-perenne- dominated swards. **Grass and Forage Science**, v. 38, n. 4, p. 333-344, 1983.

GRASSELLI, L. C. P. *et al.* Características morfogênicas e estruturais de um relvado de *Brachiaria decumbens* sob lotação contínua. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. **Anais**. Viçosa: SBZ, 2000, np.

HAY, R. K. M.; WALKER, A. J. **An introduction to the physiology of crop yield.** Essex: Longman Scientific and Technical, 1989. 292 p.

HILL, J. The mobilization of nutrient from leaves. **Jornal Plant Nutrition**, Montcello, v. 2, n. 4, p. 407-444, 1980.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, 1985, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p. 63-67.

HODGSON, J. *et al.* The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: SIMPOSIUM ON PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 1981, Nottingham. **Proceedings ...** Belfast: British Grassland Society, 1981. p. 51-62.

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

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p. 180-202.

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

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

JANUSCKIEWICZ, E. R. *et al.* Massa de forragem, composição morfológica e química de capim-tanzânia sob diferentes dias de descanso e alturas de resíduo pós-pastejo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 161-172, 2010.

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. In: MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CABI Publ., 2000. p. 103-121.

LACERDA, M. S. B. *et al.* Composição bromatológica e produtividade do capim-andropógon em diferentes idades de rebrota em sistema silvipastoril. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 123-129, 2009.

LANGER, R. H. M. **How grasses grow**. London : Edward Arnold, 1972. 60 p. (Studies in Biology, n. 34).

LARA, M. A. S. **Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de Brachiaria spp. às variações estacionais da temperatura do ar e do fotoperíodo**. 2007. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilisation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Universidade Federal de Curitiba, 1999. p.165-186.

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

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

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

LUDLOW, M. M.; NG, T. T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. trichoglume following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Brisbane, v. 42, n. 2, p. 263-272, 1977.

LUPINACCI, A.V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MACEDO, C. H. O. *et al.* Características agronômicas, morfológicas e estruturais do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça sob desfolhação intermitente. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 4, p. 941-952, 2010.

MARANHÃO, C. M. A. *et al.* Características produtivas do capim-braquiária submetido a intervalos de cortes e adubação nitrogenada durante três estações. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 375-384, 2010.

MARCELINO, K. R. A. *et al.* Efeito da intensidade e frequência de desfolhação nas características morfológicas e estruturais do capim-Marandu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. 2004. Campo Grande. **Anais...** 2004. Campo Grande: SBZ, 2004.

MARCELINO, K. R. A. *et al.* Características morfológicas e estruturais e produção de forragem do capim-Marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2243-2252, 2006.

MARI, L. J. **Intervalo entre cortes em capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas a fermentação da silagem**. 2003. 138 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

MARI, L. J. *et al.* Magnitude das alterações na composição morfológica e valor nutritivo do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha*, Stapf. cv. Marandu) mantido a intervalos fixos entre cortes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Características morfológicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p.1475-1482, 2005.

MATTHEW, C. *et al.* Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G. *et al.* (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, p. 127-150, 2000.

MATTHEW, C.. *et al.* A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v. 76, n. 6, p. 579-587, 1995.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep. 2 – Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and forage Science**, Cirencester, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.

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

MEDEIROS, L. T.; REZENDE, A. V.; VIEIRA, P. F. Produção e qualidade da forragem de capim-Marandu fertirrigada com dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 309-318, 2007.

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.

MINSON, D. J. Composición química y valor nutritivo de las gramíneas tropicales. In: SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Gramíneas tropicales**. Roma: FAO, 1992. p. 181-99. (Colección FAO: Producción Vegetal, 23).

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua**. 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

MONTEIRO, A. L.; MORAES, A. Fisiologia e morfologia de plantas forrageiras. In: MONTEIRO, A. L. *et al.* (Eds.) **Forragicultura no Paraná**. Londrina: CPAF, 1996. p. 75-92.

MOTT, G. O.; POPENOE, H. L. Grasslands. In: ALVIM, P. T.; KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic press, p. 157-186, 1977.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: PEIXOTO, A. M. (Ed.) **Fundamentos do pastejo rotacionado**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 213-252.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 213-251.

NABINGER, C.; PONTES, L. da S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.755-771.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. *et al.* Fundamentos para o manejo de pastagens: Evolução e Atualidades. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO ESTRATEGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 149-196.

NUNES, S. G. *et al.* **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. 2. ed. Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1985. 31 p. (EMBRAPA. CNPGC, Documentos, 21).

PARSONS, A. J. *et al.* The physiology of grass production under grazing. 1. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v. 20, n. 1, p. 117-126, 1983.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; DA SILVA, S. C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 618-625, 2009.

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

PEDREIRA, C. G. S. *et al.* Sistemas de pastejo na exploração pecuária brasileira. In: I SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV. 2002.

PENA, K. S. *et al.* Características morfogênicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim-tanzânia submetido a duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n.11, p. 2127-2136, 2009.

PETERNELLI, M. **Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiário [*Brachiaria brizantha* (hochst ex a. rich.) stapf cv. marandu] sob intensidades de pastejo**. 2003. 79 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

PINHEIRO, V. D. **Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vaso, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 313-326, 1994.

PINTO, L. F. M. *et al.* Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de tifton-85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 439-447, jul./set. 2001.

POMPEU, R. C. F. F. **Morfofisiologia do dossel e desempenho bioeconômico de ovinos em capim Tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada.** 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

PONTES, L. S. **Dinâmica de crescimento em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) pastejado com ovinos.** 2001. 101 p. Dissertação (Mestrado em Plantas Forrageiras) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

RASSINI, J. B. Avaliação das respostas das forrageiras Tanzânia (*Panicum maximum*) e capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) à irrigação na região sudeste do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

REGO, F. C. A. *et al.* Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia-1) manejado em alturas de pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 363-370, 2003.

REGO, F. C. A. *et al.* Estudo das características morfológicas e índice de área foliar do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) 1. Manejado em diferentes alturas sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Recife, 2001. **Anais...** Recife: SBZ, 2001.

REIS, J. C. L.; AZAMBUJA, A. A.de. Frequências de corte na produção e composição botânica e índice de área foliar em *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996, p. 398-401.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. Jaboticabal, 1993, 26 p.

REIS, R. H. P. *et al.* Características estruturais do capim *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetido a dois períodos de descanso estabelecido na Amazônia Legal. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ZOOTECNISTAS, ZOOTEC 2009. Águas de Lindóia, SP. **Anais...** FZEA/USP-ABZ, 2009. 4 p.

RENVOIZE, S. A.; CLAYTON, W. D.; SKABUYE, C. H. Morfología, taxonomía y distribución natural de *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILLES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, B.C. (Ed.). ***Brachiaria*: biología, agronomía y mejoramiento**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1998. cap. 1, p. 1-15.

REZENDE, C. P. *et al.* Características morfológicas do capim-elefante e capim braquiarião submetidos a diferentes taxas de lotação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 414-421, 2004.

RIBEIRO, J. L. *et al.* Valor nutritivo de silagens de capim-Marandu submetidas aos efeitos de umidade, inoculação bacteriana e estação do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1176-1184, 2008

RODRIGUES, A. L. P. *et al.* Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 5, p. 658-664, 2004.

ROSA, B. *et al.* Utilização de dejetos líquidos de suínos na produção e composição químico-bromatológica do capim Braquiarião "*Brachiaria brizantha* cv. Marandu". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

RUGGIERI, A. C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B. Efeito de níveis de nitrogênio e regimes de corte na distribuição, na composição bromatológica e na digestibilidade “in vitro” da matéria seca da *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 222-32, 1995.

SANTOS, I. P. A. *et al.* Resposta a fósforo, micorriza e nitrogênio de braquiário e amendoim forrageiro consorciados. 1. Rendimentos de matéria seca da parte aérea e da raiz. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 25, n.5, p.1206-1215, 2003.

SANTOS, L. C. *et al.* Características morfogênicas de Braquiárias em resposta a diferentes adubações. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 221-226, 2009.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 139-145, 2010

SANTOS, N. L.; SILVA, M. W. R.; CHAVES, M. A. Efeito da irrigação suplementar sobre a produção dos capins tifton 85, tanzânia e marandu no período de verão no sudoeste baiano. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 911-922, 2008.

SANTOS, P. M.; BALSALOBRE, M. A. A., CORSI, M. Características morfogênicas e taxa de acúmulo de forragem do capim-mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 843-851, 2004.

SANTOS FILHO, L. F. Seed production: perspective from the Brazilian private sector. In: MILES, J. W.; MASS, B. L.; VALLE, C. B. (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1996, cap. 9, p.141-146.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. 2004. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-Marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, 2008.

SBRISSIA, A.F. *et al.* Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 bermudagrass swards. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 12, p.1459-1468, 2003.

SBRISSIA, A. F. *et al.* Tiller size/population density compensation in Coastcross grazed swards. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 655-665, 2001.

SILVA, C. C. F; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Características morfológicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 657-661, 2009.

SILVA, D. S. *et al.* Pressão de pastejo em pastagem de capim Elefante anão (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. Mott) 1 – Efeito sobre a estrutura e disponibilidade do pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 249-257, 1994.

SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO EM PASTAGEM.2004. **Anais...UFV; DZO**, 2004, p. 346-385.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Gramíneas tropicales**. Roma: FAO, 1992. 832 p. (Colección FAO: Producción y protección vegetal, 23)

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.

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM - *Brachiaria*, 11., Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-49.

SOARES FILHO, C.V.; RODRIGUES, L.R. de A.; PERRI, S.H. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 5, p. 1377-1384, 2002.

STABILE, S. S.; SALAZAR, D.R.; JANK, L.; RENNO, F.P. Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colônia colhidos em três estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.7, p.1418-1428, 2010.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. 1. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Brisbane, v. 24, p. 809-819, 1973.

UEBELE, M. C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. 2002. 83 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

VAN ESBROECK, G.A.; HUSSEY, M.A.; SANDERSON, M.A. Leaf appearance rate and final leaf number of switchgrass cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 37, p. 864-870, 1997.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

WARDLAW, I. F. The effect of water stress on translocation in relation to photosynthesis and growth. II. Effect during leaf development in *lolium temulentum* L. **Australian Journal of Biological Science**, Brisbane, v. 22, n. 1, p. 1-16, 1969.

WILSON, J. R. Effects of water stress on herbage quality. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14, 1982, Lexington. **Proceedings**... Lexington: s. ed., 1982. p. 470-472.

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**, Warwick, v. 106, p. 385-391, 1985.

ZAGO, C. P.; GOMIDE, J. A. Valor nutritivo do capim-colonião, submetido a diferentes intervalos de corte, com e sem adubação de reposição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 11, n. 3, p. 512- 528, 1982.

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, p. 565- 569, 1984.

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 regime de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2006. 193 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.