

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**Denis Douglas Pessoa**

**DESENVOLVIMENTO DO CAPIM-MARANDU COM ALTURA  
FIXA OU VARIÁVEL DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO**

**UBERLÂNDIA-MG**

**2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESENVOLVIMENTO DO CAPIM-MARANDU COM ALTURA**  
**FIXA OU VARIÁVEL DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO**

**Denis Douglas Pessoa**

**Orientador: Prof. Dr. Manoel Eduardo Rozalino Santos**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal.

Linha de Pesquisa: Produção de forragens, nutrição e alimentação animal.

**UBERLÂNDIA-MG**

**2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

P475d      Pessoa, Denis Douglas, 1983  
2016      Desenvolvimento do *capim-marandu* com altura fixa ou variável  
durante as estações do ano / Denis Douglas Pessoa. - 2016.  
63 f. : il.

Orientador: Manoel Eduardo Rozalino Santos.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.  
Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. *Capim-marandu* - Teses. 3. Produção  
animal - Teses - Teses. 4. Gramínea - Teses - Teses. I. Santos, Manoel  
Eduardo Rozalino. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

---

## **Dedicatória**

*À minha querida mãe.*

*Ao meu pai in memória.*

*Aos meus companheiros irmãos.*

## Agradecimentos

Agradeço a Deus por dar-me saúde, sabedoria e iluminar o meu caminho.

À Universidade Federal de Uberlândia e a Faculdade de Medicina Veterinária pela oportunidade de realizar esta pós-graduação.

Ao orientador, Manoel Eduardo Rozalino Santos, pela motivação, confiança, paciência e valiosa orientação profissional e pessoal.

À equipe de professores do curso da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias pelos ensinamentos e experiência.

À minha querida família por sempre acreditar em mim e ensinar-me a sonhar e a persistir com os desafios da vida. Muito obrigado: Paulo Daniel Pessoa, José Silvio Pessoa Filho e Marlene Fernandes da Silva.

À minha namorada Susiane Arantes pelo companheirismo, apoio, carinho e paciência.

À equipe de colaboradores desse trabalho e pela amizade: Bruno Humberto, Roger Carvalho, Miriã Simplício, Heron Alves, Ludiêmilem Keith, Lucas Alves, Divino Silva, Guilherme Amorim e Guilherme Portes.

## **Biografia**

Denis Douglas Pessoa, filho de Marlene Fernandes da Silva e José Silvio Pessoa, nasceu em São Gotardo e reside em Uberlândia-MG.

Em janeiro de 2015 diplomou-se com Zootecnista pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

No mês de março de 2015 iniciou o Mestrado na mesma instituição, na Faculdade de Medicina Veterinária na área de Forragicultura e Pastagens.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
CAPÍTULO 1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	1
1. Introdução.....	1
1.1 Hipóteses .....	2
1.2 Objetivos.....	2
2.Revisão de Literatura.....	3
2.1 Atualidade sobre manejo da desfolhação em lotação continua .....	3
2.2 Manejo do pastejo de acordo com a estação do ano .....	4
2.3 Dinâmica de perfilhamento .....	6
2.4 Morfogênese de gramíneas tropicais .....	8
REFERÊNCIAS .....	13
CAPÍTULO 2- PERFILHAMENTO DO CAPIM-MARANDU COM ALTURA FIXA OU VARIÁVEL DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO .....	19
CAPÍTULO 3 - MORFOGÊNESE DO CAPIM-MARANDU COM ALTURA FIXA OU VARIÁVEL DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO.....	39

## RESUMO

Objetivou-se identificar, pela avaliação da dinâmica do perfilhamento e da morfogênese, a(s) estratégia(s) adequada(s) de manejo da desfolhação que otimizem o aparecimento de perfilhos e a biomassa da *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) ao longo do ano. O experimento foi realizado de janeiro de 2013 a maio de 2014 e foram estudadas três estratégias de desfolhação: capim-marandu com 30 cm durante todo período experimental (altura constante); capim-marandu com 15 cm no inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão (altura crescente); e capim-marandu com 45 cm no inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão (altura decrescente). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições. No inverno, na primavera e no verão, foram calculadas as seguintes variáveis: taxa de aparecimento (TApP), mortalidade (TMoP) e sobrevivência (TSoP) de perfilhos, balanço (BAL) entre as TApP e TMoP, índice de estabilidade (IE), número de perfilho, taxas de alongamento foliar e de colmo, comprimento da lamina foliar e de colmo, taxa de senescência foliar, filocrono e duração de vida da folha. A TApP foi maior no início da primavera e no verão. Para a TMoP, os maiores valores foram no fim de primavera e no verão. O balanço entre TApP e TMoP foi negativo no inverno e fim de primavera, independentemente da estratégia de desfolhação. Não ocorreu diferença no IE entre as alturas dos dosséis durante o inverno e o fim de primavera. O número de perfilhos foi maior no início de primavera e verão e menores no inverno e final da primavera. As estratégias de desfolhação não modificaram o filocrono, a taxa de alongamento foliar. Na primavera e no verão, ocorreram aumentos nas taxas de aparecimento, alongamento e senescência foliar e, por outro lado, diminuição do filocrono e duração de vida da folha. A planta com altura crescente apresentou menor taxa de senescência e inferior comprimento do colmo na primavera. Para aumentar o número de perfilhos do capim-marandu, é vantajoso manejar a planta com altura crescente, ou seja, com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão. A manutenção da *B. brizantha* cv. Marandu com altura fixa de 30 cm ou com variações entre 15 e 45 cm desde o outono/inverno até o verão, não influencia o aparecimento e crescimento de folhas por perfilho, o que indica grande flexibilidade dessa planta forrageira quanto ao manejo de desfolhação.

**Palavra-chave:** altura do pasto, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, desenvolvimento, perfilho, *Urochloa brizantha*.



## ABSTRACT

Aimed to identify, for assessing the tillering dynamics and morphogenesis, strategy (s) suitable (s) defoliation management to optimize the appearance of tillers and biomass of *Urochloa Brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (marandugrass) throughout the year. The experiment was conducted from January 2013 to May 2014 were studied three strategies defoliation: Marandugrass with 30 cm throughout the experimental period (constant height); Marandugrass 15 cm in winter, the spring 30 cm and 45 cm in summer (increasing height); and Marandugrass 45 cm in winter, the spring 30 cm and 15 cm in summer (descending height). The experimental design was completely randomized in a split plot in time, with four replications. In winter, in the spring and summer, the following variables were calculated: appearance rate (TApP), mortality (TMoP) and survival (TSoP) of tillers, balance (BAL) between TApP and TMoP, stability index (IE) numbers of tillers and leaf elongation rates and stem, length of leaf blade and stem, leaf senescence rate, phyllochron and duration of life of the sheet. The TAPP was higher in the early spring and summer. For TMoP, the highest values were in the late spring and summer. The balance between TApP and TMoP was negative in winter and late spring, regardless of defoliation strategy. There was no difference in IE between the heights of the canopy during winter and late spring. The number of tillers was higher in early spring and summer and lower in winter and late spring. The defoliation strategies have not changed phyllochron, leaf elongation rate. In spring and summer, there were increases in the rates of appearance, elongation and leaf senescence and, furthermore, decreased life span and phyllochron sheet. The plant height with increasing showed a lower rate of senescence and lower culm length in the spring. To increase the number of tillers marandu, it is advantageous to handle the plant with increasing height, ie, 15 cm in autumn and winter, the spring 30 cm and 45 cm in summer. The maintaining of *B. brizantha* cv. Marandu with fixed height of 30 cm or with variations between 15 and 45cm from the fall/winter to summer, does not influence the appearance and the growth of leaves per tiller, which indicates great flexibility on management defoliation in this forage plant.

**Keywords:** sward height, *Brachiaria Brizantha* cv Marandu, development, tiller, *Urochloa brizantha*.

## CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1- Introdução

As gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* representaram um marco para a pecuária brasileira, pois com a sua introdução na década de 1970 foi possível melhorar os índices zootécnicos e atender à demanda causada pela expansão da fronteira pecuária brasileira. Atualmente, as plantas forrageiras do gênero *Brachiaria* ainda são as mais utilizadas para o estabelecimento de pastagens e ocupam cerca de 85% das áreas cultivadas para este fim (Macedo, 2004). No Brasil, a *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) tem participação de destaque. Estima-se que 60 milhões de hectares de pastagens estejam formados com essa planta forrageira, que representa 65% da área cultivada na região Norte e 50% da região Centro-Oeste (Barbosa, 2006). Esse fato demonstra a importância dos estudos sobre o manejo do capim-marandu.

Atualmente, estudos sobre estratégias de manejo do pastejo das gramíneas tropicais têm sido intensificados. Nestes, avaliações dos padrões demográficos de perfilhamento são fundamentais para a compreensão dos efeitos das ações de manejo do pastejo sobre a produção de forragem no ecossistema pastagem.

A lotação contínua é provavelmente um dos métodos de pastejo mais empregados no País. Neste método, as estratégias de manejo já foram estabelecidas para algumas gramíneas forrageiras tropicais (Sbrissia, 2004; Pinto, 2000; Santos et al., 2011a). Os resultados desses estudos revelaram padrões dinâmicos de acúmulo de forragem semelhantes àqueles descritos, originalmente, para azevém-perene (Bircham & Hodgson, 1983). De forma geral, em pastos mantidos mais baixos, o acúmulo de forragem, resultado do crescimento menos a senescência, é baixo devido à reduzida quantidade de folhas, que interceptam pouca luz; em pastos altos, o acúmulo de forragem também é menor devido à alta taxa de mortalidade das folhas, o que aumenta a senescência; e nos pastos com alturas intermediárias, o acúmulo de forragem é praticamente constante e próximo do máximo. Nesse sentido, para otimizar a produção do capim-marandu, atualmente recomenda-se que os pastos sejam mantidos com altura entre 20 cm e 40 cm (Sbrissia, 2004).

Entretanto as condições de clima, que são específicas em cada estação do ano, resultam em mudanças nos tipos e magnitudes dos processos que ocorrem no pasto, como, crescimento, perfilhamento, mudanças do estágio vegetativo para o reprodutivo, dentre outros

(Santos et al., 2011a). Diante dessa situação, o manejo do pastejo deveria ser contextualizado às estações do ano, pois uma única ação de manejo não seria eficiente e vantajosa sob condições abióticas diferentes. Assim, o manejo do pastejo, idealizado de forma sazonal, consistiria em ajuste fino ou aprimoramento das atuais recomendações de manejo, baseadas em valores constantes de alturas dos pastos durante as estações do ano.

É possível que o aumento gradativo da altura do capim-marandu, desde o inverno até o verão (pasto baixo no inverno), aumentaria a biomassa do pasto, bem como minimizaria o alongamento do colmo e aumentaria o perfilhamento na primavera, quando comparado à manutenção do capim com altura constante ao longo dessas estações. Por outro lado, o decréscimo gradativo da altura da planta, desde o inverno até o verão, poderia causar aumento da produção de colmo, da senescência e atrasar o perfilhamento do capim-marandu na primavera. Porém, essas hipóteses ainda necessitam de ser testadas pela experimentação científica.

Ademais, em estudos acerca dos efeitos das estratégias de desfolhação sobre a dinâmica do acúmulo de forragem de plantas forrageiras tropicais, é importante trabalhar com amplo período de avaliação. Com isso, é possível obter melhor confiabilidade nos resultados e conclusões, haja vista a possibilidade de se estudar a planta forrageira sob ampla faixa ao longo do ano.

## **1.2. Hipóteses**

O aumento gradativo da altura do capim-marandu, desde o inverno até o verão (pasto baixo no inverno), aumenta o perfilhamento e a biomassa do pasto, quando comparada à manutenção do capim-marandu com altura constante ao longo dessas estações. É o decréscimo gradativo da altura do pasto, desde o inverno até o verão (pasto alto no inverno), atrasa o perfilhamento e reduz acúmulo de forragem do capim-marandu.

## **1.3. Objetivos**

Identificar estratégias de manejo da desfolhação que melhorem o perfilhamento e aumentem a biomassa do capim-marandu durante as estações do ano.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Atualidades sobre o manejo da desfolhação em lotação contínua

A manutenção rigorosa de condições do pasto que garantam determinada estrutura permite o controle das respostas das plantas forrageiras às combinações entre frequência e intensidade de pastejo (Hodgson & Da Silva, 2002). Além disso, a manutenção de condições no pasto define práticas de manejo condizentes com as respostas produtivas dos animais em pastejo.

As características do pasto que apresentam maior consistência com a produção de forragem são a altura e o índice de área foliar, especialmente para gramíneas forrageiras prostradas, de porte baixo e com alto potencial de perfilhamento (Hodgson, 1990). Por essa razão, no Brasil, tem-se recomendado o manejo do pastejo de gramíneas forrageiras tropicais com base no critério de altura média do pasto (Casagrande et al. 2011; Sbrissia & Da Silva, 2004).

Uma das maneiras de ajustar o manejo da desfolhação consiste na definição da(s) altura(s) do pasto a ser mantido em lotação contínua. Entre as vantagens do emprego da altura do pasto como critério do manejo da desfolhação, destacam-se sua alta associação com o índice de área foliar e a interceptação de luz pelo dossel (Barbosa et al. 2007), características descritoras da estrutura do pasto e que condicionam as respostas de plantas e animais em pastejo (Carvalho et al. 2001). Além disso, a mensuração da altura do pasto é simples, rápida e de baixo custo.

Nesse contexto, metas de condição do pasto, como altura a ser mantida quando o pasto é manejado em lotação contínua, têm sido geradas pela pesquisa nacional nos últimos anos e têm contribuído para nortear o manejo do pastejo de algumas gramíneas tropicais. As metas de condição do pasto a serem mantidas quando o mesmo é manejado sob lotação contínua foram estabelecidas para a *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Esta foi avaliada sob alturas de 10, 20, 30 e 40 cm, utilizando bovinos em crescimento (Sbrissia, 2004; Andrade, 2003; Gonçalves, 2002; Molan, 2004). Uma amplitude de condições de pasto variando de 20 cm a 40 cm de altura resultou em valores altos e relativamente constantes de taxa de acúmulo de forragem, bem como em estrutura de pasto predisponente ao consumo e desempenho de bovinos.

No entanto, existem argumentos de que as recomendações de manejo devem ser flexíveis durante o ano, pois há fortes interações entre as estações do ano e as estratégias de

manejo sobre a dinâmica de desenvolvimento das gramíneas em pastagens tropicais (Sbrissia, 2000; Sbrissia, 2004; Fagundes, 2004; Santos, 2009), de modo que os efeitos positivos de uma estratégia específica de manejo são restritos à(s) determinada(s) estação(ões) do ano.

## **2.2. Manejo do pastejo de acordo com a estação do ano**

As alturas do pasto, obtidas com o manejo do pastejo, podem ser ajustadas em função do estágio fenológico da planta, de modo que nos pastos mantidos com alturas menores em determinados períodos, é possível diminuir a emissão de perfilhos reprodutivos (Santos et al., 2011b), que reduzem o valor nutritivo do pasto (Santos et al., 2010), bem como a sua produtividade, pois quando o perfilho entra em reprodução cessa a emissão de novas folhas (Maxwell & Treacher, 1987). Ademais, após a emissão de inflorescência e produção de sementes, o perfilho completa seu ciclo de vida e contribui para o aumento da participação de forragem morta na composição morfológica da forrageira.

Quando fatores restritivos à produção de forragem, principalmente disponibilidade de água, radiação solar e temperatura, são vigentes, os pastos mantidos mais altos são mais prejudicados, pois sua maior biomassa e superfície de perda de água por evapotranspiração exigem maior disponibilidade de recursos (fatores de crescimento), resultando em altas taxas respiratórias e, conseqüentemente, senescência (Sbrissia, 2004), justificando os valores negativos de acúmulo de forragem comumente verificados nessas condições.

A maior presença de forragem morta no fim do inverno em pastos mantidos mais altos nesta estação pode impedir a passagem e a chegada da luz nos extratos inferiores do pasto. Pouca luz próximo ao nível do solo poderia impedir o aparecimento de perfilhos, gerando redução na densidade populacional, o que resulta em recuperação mais lenta destes pastos após o restabelecimento das condições ambientais favoráveis na primavera. Esse padrão de resposta foi obtido por Santos et al. (2011b) em trabalho com *B. decumbens* cv. Basilisk. Estes autores concluíram que o rebaixamento do pasto de 25 cm para 15 cm nos meses de inverno aumentou o perfilhamento na primavera subsequente, quando comparado à manutenção do pasto com altura fixa de 25 cm durante todas as estações do ano.

Molan (2004), em condição tropical e de lotação contínua com alturas de 10, 20, 30 e 40 cm, observou forte interação entre altura do pasto de capim-marandu e época do ano sobre a dinâmica de produção de forragem. Neste trabalho, os pastos mais altos acumularam mais forragem que pastos mantidos mais baixos durante o verão e final da primavera, com o

inverso ocorrendo durante os períodos de outono, inverno e início de primavera. Adicionalmente, na primavera, pastos mantidos mais baixos apresentaram uma recuperação dos elevados níveis de produção de forragem mais precocemente que pastos mantidos mais altos. No início da primavera, quanto menor a altura do dossel maior foi a produção de forragem. De forma contrária, pastos manejados mais altos estabeleceram elevados valores de produção mais tardiamente, somente no final dessa estação, com produções superiores às aquelas de pastos mantidos mais baixos.

Sbrissia (2004) estudou a dinâmica de perfilhos em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua e em quatro alturas (10, 20, 30 e 40 cm). Durante o verão, nos pastos mantidos a 10 cm, a sobrevivência dos perfilhos foi muito baixa, o que poderia comprometer a persistência e produtividade dos pastos. De maneira contrária, nos períodos de outono e inverno, a sobrevivência de perfilhos foi alta nestes pastos. Nesse sentido, há fortes evidências de que pastos de capim-marandu tenham exigências sazonais no que diz respeito ao manejo do pastejo.

Contudo, vale salientar que esta hipótese foi testada apenas para a *B. decumbens* cv. Basilisk sob lotação contínua com bovinos na Zona da Mata de Minas Gerais (Santos et al., 2011a; Santos et al., 2011b; Santos et al., 2011c). A partir destes estudos, os autores concluíram que o rebaixamento do pasto de *B. decumbens* cv. Basilisk para 15 cm durante os meses de inverno, e seu posterior aumento para 25 cm na primavera e verão subsequentes, é vantajoso, pois aumenta o acúmulo de forragem durante o ano.

Por outro lado, a hipótese de que a manutenção do pasto de gramíneas tropicais com maior altura no inverno, e menores na primavera e verão, causa atraso no perfilhamento e decréscimo do acúmulo de forragem ainda não foi testada e confirmada pela experimentação científica com gramíneas tropicais. Dessa maneira, mais estudos são necessários para melhor entendimento da consistência e eficiência da proposta de manejo sazonal da desfolhação de gramíneas forrageiras tropicais.

Por exemplo, algumas questões ainda carecem de elucidações, tais como: (1) quais os efeitos do aumento gradativo da altura do pasto, desde o inverno até o verão, sobre o perfilhamento, em relação à manutenção dos pastos com alturas constantes ao longo dessas estações? E o contrário: (2) quais os efeitos do decréscimo gradativo da altura do pasto, desde o inverno até o verão, sobre o perfilhamento?

Nesse sentido, para a devida compreensão das respostas das plantas forrageiras ao manejo da desfolhação, torna-se essencial que características relacionadas com a biologia e ecologia sejam consideradas quando da idealização de estratégias de manejo (Da Silva &

Pedreira, 1997). Por isso que os estudos sobre a dinâmica populacional de perfilhos e a morfogênese do pasto no decorrer das estações do ano são essenciais para o discernimento dos efeitos das estratégias de manejo da desfolhação sobre a perenidade e produtividades dos pastos.

### 2.3. Dinâmica de perfilhamento

Os perfilhos são as unidades de crescimento das gramíneas forrageiras, sendo constituídos de fitômeros (lâmina foliar, bainha, lígula, nó, entrenó e gema axilar) diferenciados de um único meristema apical (Briske, 1991). Dessa forma, o perfilho corresponde a uma cadeia coordenada de fitômeros em diferentes estádios do seu ciclo de desenvolvimento (Matthew et al., 2001).

A densidade populacional de perfilhos em um pasto é função do equilíbrio entre as taxas de aparecimento e morte de perfilhos (Lemaire & Chapman, 1996). Assim, mudanças na densidade populacional de perfilhos ocorrem quando o surgimento de novos perfilhos excede ou não a mortalidade dos perfilhos mais velhos (Briske et al., 1996). Em pastos estabelecidos, cada perfilho necessitaria formar apenas um outro durante seu tempo de vida para a manutenção de uma população constante (Parsons & Chapman, 2000).

Outro aspecto importante para o entendimento da dinâmica do perfilhamento é que o número de folhas formadas determina a taxa potencial de aparecimento de perfilhos, devido à presença de uma gema na axila de cada folha (Nelson, 2000). A relação entre o aparecimento de perfilhos e o aparecimento de folhas é denominada *ocupação de sítios* e foi a primeira medida amplamente utilizada para calcular a proporção de gemas existentes que posteriormente resultavam na formação de perfilhos (Davies, 1974).

A taxa de aparecimento potencial de perfilhos só pode ser atingida quando o índice de área foliar 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. O trabalho de Deregibus et al. (1983) ilustra a importância do incremento na relação vermelho/vermelho-distante no perfilhamento basal.

Segundo Langer (1979), a produção de perfilhos é controlada pela disponibilidade de água, luz, temperatura e nutrientes, principalmente nitrogênio e, em menor escala, fósforo e potássio, além do estágio de desenvolvimento da planta. A ação de todos esses fatores, de forma conjunta, determina o aparecimento e morte de perfilhos, eventos esses que ocorrem durante todos os meses do ano (Langer, 1958). Realmente, a população de perfilhos na

pastagem é resultado do balanço entre os processos de aparecimento e morte, os quais ocorrem segundo taxas diferentes e variáveis ao longo do ano (Bullock, 1996).

A perenidade de plantas individuais e, conseqüentemente, do pasto, depende da capacidade de substituição dos perfilhos, que também é afetada pelos picos estacionais de morte e aparecimento, especialmente aqueles associados com eventos de florescimento.

Em dado período do ano, se a utilização do pasto for incorreta e a morte de perfilhos for consistentemente maior que o aparecimento de novos perfilhos, o pasto entra em processo de degradação (Marshall, 1987).

Existe grande dificuldade em interpretar os padrões de produção de perfilhos, porque os fatores que influenciam seu aparecimento e morte dificilmente podem ser considerados de maneira isolada. Esses fatores têm papel crítico no estabelecimento e manutenção do potencial de crescimento do pasto (Marshall, 1987). Segundo Matthew (1992), os fatores mais importantes na determinação do aparecimento e morte de perfilhos seriam (1) o estímulo ao aparecimento de perfilhos quando a luz alcança a base do dossel; (2) a redução na taxa de aparecimento e aumento na mortalidade de perfilhos com o sombreamento excessivo em situações de elevada massa de forragem nos pastos; (3) a inibição do perfilhamento após desfolhação severa, consequência do baixo nível de reservas orgânicas na planta; (4) a variação em número de perfilhos fisicamente removidos pelos animais durante o pastejo, sendo essa remoção maior em situações de lotação intermitente relativamente àquelas de lotação contínua, e maior, também, sob condições de pastejo intenso.

Em pastos de capim-marandu mantidos com 10, 20, 30 e 40 cm de altura, sob lotação contínua, houve acréscimos na densidade populacional de perfilhos com a redução da altura média do pasto e, conseqüentemente, redução do índice de área foliar do pasto (Sbrissia, 2004). Por outro lado, Gomide et al. (1997) realizaram ensaio em parcelas experimentais com *B. decumbens* sob desfolhações semanais em diferentes alturas (10, 20, 30, 40 e 50 cm) e constataram pequena variação na densidade de perfilhos, com o aumento apenas na proporção de perfilhos reprodutivos para pastos manejados mais altos.

O fator determinante da produtividade do pasto é a dinâmica da densidade populacional de perfilhos, na medida em que o acúmulo de forragem pode ser compreendido como o somatório do acúmulo de tecidos em cada um dos perfilhos individuais presentes no pasto.

Em estudos com plantas forrageiras tropicais, tem-se evidenciado um padrão estacional em densidade populacional de perfilhos, com maiores valores associados com a época do ano em que há abundância de fatores de crescimento como temperatura, luz, água e nutrientes (final de primavera e verão). Nessa época, além da maior densidade populacional, o



aparecimento e morte de perfilhos ocorrem segundo taxas muito maiores relativamente ao que acontece durante a época de baixa disponibilidade de fatores de crescimento (outono, inverno e início de primavera), o que caracteriza uma alta taxa de renovação de perfilhos e favorece maior produtividade do pasto (Carvalho, 2000; Uebele, 2002; Barbosa, 2004; Giacomini, 2007). Assim, o perfilhamento aumenta com o aumento da disponibilidade dos fatores abióticos, mas os fatores bióticos como o pastejo e a competição intra e interespecífica entre plantas na área também possuem influência relevante sobre o processo.

## **2.4- Morfogênese de gramíneas tropicais**

Para melhorar a produção animal em pastagens é necessário, primeiramente, conhecer como a planta forrageira cresce. No pasto, o acúmulo de biomassa por área é resultante do somatório do desenvolvimento de todos os perfilhos que compõem as plantas de uma população. Dessa forma, a avaliação do crescimento de perfilhos individuais, que pode ocorrer via o estudo da morfogênese, permite a compreensão da maneira como a produção de forragem ocorre nos pastos submetidos às estratégias de manejo.

A morfogênese pode ser definida como a dinâmica de geração (*genesis*) e expansão da forma da planta (*morphos*) no espaço (Chapman; Lemaire, 1993). O estudo da morfogênese vem sendo utilizado para determinação de estratégias de manejo de pastagem e para a indicação de plantas forrageiras mais adequadas as distintas condições ambientais. Segundo Santos et al. (2011b), ela pode ser expressa pelas taxas de aparecimento e desenvolvimento dos órgãos da planta no decorrer do tempo.

A integração de conhecimento relativo aos processos de crescimento e senescência, justamente com o consumo de forragem por parte dos animais, permite caracterizar a biomassa na pastagem e visualizar eventuais oportunidades de manipulação do processo no sentido de diminuir perdas e otimizar respostas, sem comprometer a perenidade e a sustentabilidade da pastagem (Lemaire; Agnusdei, 2000).

A morfogênese descreve o aparecimento e a expansão, bem como a senescência dos órgãos (Chapman; Lemaire, 1993), caracterizando padrões específicos de crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras (Figura 1). Pasto em crescimento vegetativo, onde as folhas são predominantemente produzidas, a morfogênese pode ser descrita por três características: taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar e duração de vida da folha. Para gramíneas tropicais há estudos que demonstram que uma quarta característica morfogênica é importante, o alongamento do colmo, que interfere no acúmulo de forragem,

altera o valor nutritivo do pasto e pode ter consequências negativas para a eficiência de pastejo forrageiro produzida (Sbrissia; Da Silva, 2001).

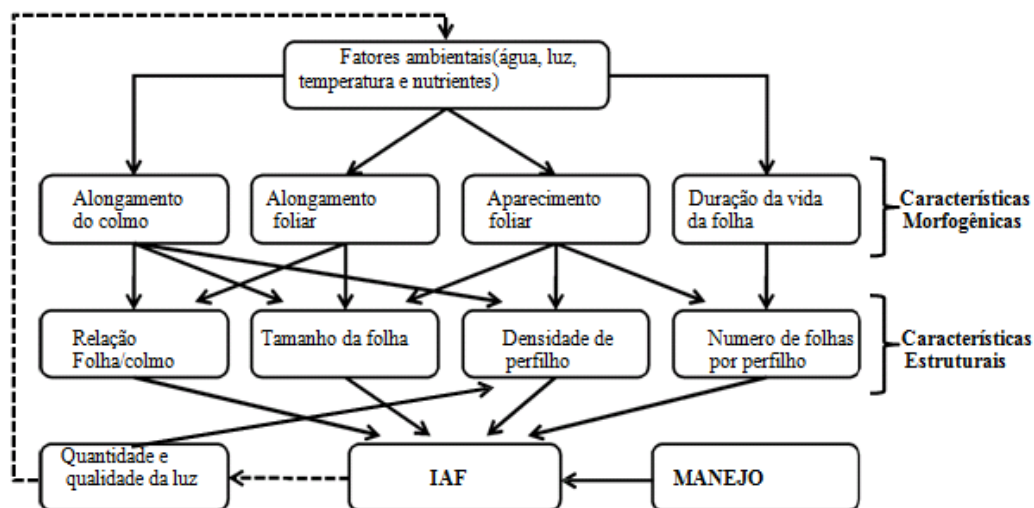


Figura 1 - Relação entre as características morfológicas e estruturais do pasto (Chapman & Lemaire, 1993 - Adaptado por Sbrissia; Da Silva (2001);

Dentre as variáveis morfológicas normalmente estudadas, destaca-se a taxa de alongamento de folhas (TAIF), que caracteriza o total do alongamento foliar de perfilhos individuais (Chapman; Lemaire, 1993; Silsbury, 1970) e tem relação direta com o crescimento e o acúmulo de forragem.

O alongamento de folhas individuais pode ser dividido em quatro fases (Fournier et al. 2005; Skinner; Nelson, 1995). Na primeira, a folha é considerada uma zona de divisão celular e a taxa de alongamento é baixa. Na transição da primeira para a segunda fase, surge a zona de alongamento celular, caracterizando uma zona de divisão e outra de alongamento de células, o que contribui para a aceleração do alongamento foliar. Na transição da segunda para a terceira fase, surge a zona de maturação, local em que as células surgidas e alongadas se agrupam, fato que acelera ainda mais a taxa de alongamento foliar, que atinge nesta fase incrementos lineares com o tempo. Na quarta fase, a zona de divisão celular desaparece e os incrementos em taxa de alongamento foliar diminuem, com o processo tendendo a um valor máximo (final do alongamento), e a lâmina foliar atinge seu comprimento final. A partir desta fase, a folha é considerada madura e o processo de senescência pode ser visualizado (Thomas; Stoddart, 1980; Silsbury, 1970). Dessa forma, a taxa de senescência de folhas (TSeF), que corresponde à quantidade de tecido foliar que senesce diariamente por perfilho (Chapman; Lemaire, 1993; Silsbury, 1970), é importante pois interfere no acúmulo de forragem e serve

como referência para a definição de metas de manejo do pastejo (Lemaire et al. 2009; Parsons et al. 1988).

O processo de senescência, bem como as características morfogênicas, é determinado geneticamente, mas sofre forte influência de fatores ambientais (Thomas; Stoddart, 1980) e de manejo. Pela senescência, há possibilidade das plantas reutilizarem os nutrientes das folhas, já que não são mais ativas fotossinteticamente (Quirino et al., 2000), diminuindo a necessidade de nutrientes provenientes do solo, o que favorece a economia de recursos (Lemaire; Chapman, 1996).

Outra variável importante nos estudos de morfogênese é a taxa de aparecimento de folhas (TApF), que corresponde ao número de folhas surgidas diariamente por perfilho (Chapman; Lemaire, 1993). O inverso da taxa de aparecimento de folhas corresponde ao filocrono, que equivale ao intervalo entre o aparecimento de duas folhas consecutivas no mesmo perfilho e acima da bainha foliar das folhas mais velhas (Skinner; Nelson, 1995; Lemaire; Agnusdei, 2000). A TApF é afetada diretamente pelas características ambientais e do manejo (Lemaire; Chapman, 1996).

A duração da vida da folha (DVF) é o período entre o aparecimento da lâmina foliar e a sua senescência. A DVF é característica morfogênica central na determinação da frequência de desfolhação de perfilhos individuais (Lemaire et al. 2009), com implicações sobre a taxa de lotação ideal para minimizar perdas por senescência em pastos manejados sob lotação contínua (Parsons et al. 1988).

Em gramíneas de clima tropical, ainda durante a fase de desenvolvimento vegetativo, o colmo tem importância significativa sobre a estrutura do dossel forrageiro e o acúmulo de forragem (Sbrissia; Da Silva, 2001). Por isso que em estudos de morfogênese avalia-se a taxa de alongamento de colmo (TAIC), que corresponde ao aumento diário do comprimento do colmo (colmo+ bainha foliar) por perfilho (Barbosa et al., 2007).

As características morfogênicas modificam as características estruturais do pasto. Realmente, a estrutura do pasto é determinada pelas variações das características morfogênicas das plantas forrageiras (Carvalho et al., 2001). As características morfogênicas determinam o número de folha viva por perfilho (NFV), o número de folha morta por perfilho, o comprimento da lâmina foliar, a relação folha/colmo, e a densidade populacional de perfilhos (Chapman; Lemaire, 1993) (Figura 1).

O tamanho da folha é determinado pela razão entre a TAlF e TApF, pois para um mesmo genótipo, a duração do período de expansão de uma folha é uma fração constante do intervalo entre o aparecimento de folhas sucessivas (Robson, 1967; Dale, 1982); A lâmina

foliar cresce até a diferenciação celular da lígula, enquanto que a bainha foliar, até a sua exposição ou exteriorização, quando se tem a folha adulta ou completamente expandida (Langer, 1972). O maior comprimento da bainha faz com que as folhas novas se localizem mais altas no perfilho. Com isso, a distância percorrida pela folha, desde o ponto de conexão com o meristema até a extremidade do pseudocolmo é maior, o que resulta em maior período de alongamento foliar, tamanho da folha e menor TApF (Skinner; Nelson, 1995).

O tamanho da folha é característica plástica e responsiva à intensidade de desfolhação, o que confere à planta níveis variáveis de resistência ao pastejo (Lemaire; Chapman, 1996). O tamanho da folha também varia com seu nível de inserção no perfilho, de modo que folhas iniciais são menores e se tornam maiores na medida em que o perfilho desenvolve. Quando o perfilho atinge o estágio final de desenvolvimento, volta a produzir lâmina foliar de menor comprimento (Gomide, 2000).

Da mesma forma que o comprimento final da folha, o colmo sofre influência da desfolhação, geralmente com maiores valores de alongamento de colmo para as condições de desfolhações menos severas, características de pasto alto (Marcelino et al.; 2006), o que resulta em colmos maiores e podem influenciar negativamente a colheita da forragem pelo animal.

O número de folhas vivas por perfilho é uma constante genotípica, mas varia com as condições de meio e de manejo, tais como disponibilidade hídrica e adubação (Lemaire; Chapman, 1996). Por exemplo, o capim-coastcross (*Cynodon* spp.) mantém cerca de oito folhas vivas por perfilho (Carnevalli; Da Silva, 1999). Para o capim-mombaça, o número de folhas vivas observado por Santos (1997) foi de 5 a 6. Nesse sentido, Lara et al. (2011) verificaram que o NFV do capim-marandu não foi afetado pelas estações do ano e foi igual a aproximadamente 5,4 folhas por perfilho. A partir desse número determinado de folhas, a cada nova folha que aparece, a folha mais velha entra em processo de senescência.

O número de perfilhos por área está relacionado à taxa de aparecimento foliar (TApF), pois esta determina o número potencial de gemas para o aparecimento de perfilhos (Davies, 1974). Assim, genótipos com TApF alta têm um potencial para perfilhamento maior, produzindo pastos com maior densidade populacional de perfilhos, comparado àquelas plantas com TApF baixa.

Os pastos manejados com menor altura possuem maior número de perfilhos pequenos, enquanto que os pastos mantidos com maior altura média apresentam menor densidade populacional de perfilhos grandes (Sbrissia et al., 2004; Sbrissia; Da Silva, 2008). Esse padrão de resposta caracteriza a plasticidade fenotípica das gramíneas forrageiras e consiste

em mecanismo conhecido como compensação entre tamanho e densidade de perfilhos. Esse padrão de resposta se deve ao maior sombreamento na base das plantas em pastos manejados com maior altura, o que inibe o perfilhamento do capim, reduzindo, dessa forma, o número de perfilho vegetativo. Realmente, na maioria das espécies, maiores intensidades luminosas, que é condição comum em pastos de menor altura, favorecem o perfilhamento (Langer, 1963). Ademais, a reduzida razão vermelho:infravermelho, característica comum à luz que chega nos estratos inferiores do pasto, próximo ao solo, também causa atraso no desenvolvimento das gemas em perfilhos (Deregibus et al., 1983).

Além disso, os perfilhos vegetativos de menor tamanho são sombreados e, com isso, morrem em razão da competição por luz com os perfilhos mais velhos e de maior tamanho. Realmente, quando em situação de sombreamento, maior quantidade de assimilados é alocada para o crescimento de perfilhos já existentes em detrimento do desenvolvimento de novos perfilhos (Santos et al., 2010b).

Pastejo em alta intensidade exerce forte influencia sobre as respostas morfogênicas das plantas. Gramíneas submetidas a alta intensidade de pastejo (baixa altura/IAF residual pequeno) apresentam taxas elevadas de aparecimento de folhas, curta duração do alongamento foliar e folhas pequenas que, associadas a maiores densidades populacionais de perfilhos, podem assegurar relativa estabilidade da produção de forragem relativamente às condições de pastejo mais leniente (alturas mais elevadas/IAF residual elevado), revelando grande capacidade de adaptação das plantas a regimes contrastantes de desfolhação, por meio de alterações das suas características morfogênicas e estruturais (Lemaire; Chapman, 1996).

Conhecimentos básicos sobre a resposta ecofisiológica e sobre as variáveis morfogênicas que determinam o acúmulo e morte da biomassa da planta, em diferentes estações do ano, podem auxiliar na recomendação do manejo mais apropriado do pasto. Sob ação de fatores do ambiente, como luz, temperatura, água e nutrientes, as variáveis morfogênicas determinam as características estruturais do relvado, sendo as principais o número e tamanho das folhas e a densidade de perfilhos (Chapman; Lemaire, 1993). Além de definirem o índice de área foliar do pasto, as características estruturais apresentam alta correlação com as variáveis relacionadas ao consumo do animal em pastejo (Carvalho et al., 2001).

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regime de lotação contínua por bovinos de corte.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, 2003.
- BAHMANI, I.; THOM, E.R.; MATTHEW, C.; HOOPER, R.J.; LEMAIRE, G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 54, n. 8, p. 803-817, 2003.
- BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo.** 2004. 119 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.. Características estruturais e produção de forragem do capim-tanzânia submetido à combinação entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.329-340, 2007.
- BARBOSA, R.A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiária.** Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. 206p. (EMBRAPA Gado de Corte, Work- shop).
- 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, p.323-331, 1983.
- BRISKE, D.D. **Developmental morphology and physiology of grasses.** In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Eds.) *Grazing management*. Portland: Timber, 1991, Cap.4, p.85–108.
- BRISKE, D.D.; BOUTTON, T.W.; WANG, Z. **Contribution of flexible allocation priorities to herbivory tolerance in C4 perennial grasses: an evaluation with  $^{13}\text{C}$  labeling.** – *Oecologia*, Berlin, v. 105, p. 151–159, 1996
- BULLOCK, J.M. **Plant competition and population dynamics.** In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford: CAB International, 1996. p. 69-100.
- CAUDURO G. F.; CARVALHO, P. C. F.; BARBOSA, C. M. P.; Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.2, p.282-290, 2007.
- CAMINHA, F.O. **Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes.** 2009. / Fábio Olegário Caminha. -Piracicaba, 2009. 81 p. : il. Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.
- CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M.; FONSECA, D.M.; ARRUDA, M.L.; VILELA, H. OLIVEIRA, F.T.T. **Pastagens.** In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES,

- P.T.G.; ALVAREZ V.V.H. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa– 5ª Aproximação. 1999. p.332–341.
- CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agronômicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. ‘Coast-Cross-1’. **Scientia Agrícola**, v.56, p.489-499, 1999.
- CARDOSO, G. C. Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., Viçosa, 2001. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p. 243-260.
- CARVALHO, C.A.B. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. manejadas em quatro intensidades de pastejo.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. et al. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agrícola**, v.57, n.4, p.591-600, 2000.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.883-871.
- CASAGRANDE, D.R.; AZENHA, M.V.; VALENTE, A.L.S.; VIEIRA, B.R.; MORETTI, M.H.; RUGGIERI, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Canopy characteristics and behavior of Nellore heifers in *Brachiaria brizantha* pastures under different grazing heights at a continuous stocking rate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2294-2301, 2011.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed). Grasslands for our world. Wellington: SIR publishing, 1993. p.55-64
- DALE, J.E. Some effects of temperature and irradiance on growth of the first four leaves of wheat *Triticum aestivum*. **Annals of Botany**, v.50, p.851-858, 1982.
- DA SILVA, S.C., PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: FAVORETTO, V., RODRIGUES, L. R.A., RODRIGUES, T.J.D. (Eds.) **Simpósio sobre ecossistema de pastagens**, 3, Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, p.1-62, 1997.
- DA SILVA, SILA CARNEIRO.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O. HODGSON, J.; MATTHEW, C. ARNOLD, G.C; MORAIS, J.P.G. Structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.66, p. 8-19, 2008.
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **J. Agric. Sci. (Cambridge)**, v.82, p.165-172, 1974.
- DAVIES, A. **The regrowth of grass swards**. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.). The Grass Crop. London: Chapman and Hall, 1988. p.85-127.
- DEREGIBUS, V. A.; SANCHEZ, R. A.; CASAL, J. J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, v. 27, n. 3, p. 900-912, 1983.

- FAGUNDES, J.L. **Características morfológicas e estruturais do pasto de *Brachiariadecumbens* Stapf. adubado com nitrogênio.** 2004. 76 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- FOURNIER, C.; DURAND, J.L.; LJUTOVAC, S.; SCHAUFEL, R.; GASTAL, F.; ANDRIEU, B. A functional-structural model of elongation of the grass leaf and its relationships with the phyllochron. **New Phytologist**, Lancaster, v.166, p.881-894, 2005.
- 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. 175 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A., QUEIROZ, D.S., PACIULLO, D.S.C. Fluxo de tecidos em *Brachiariadecumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.117-119.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.
- GONÇALVES, A.C. **Características morfológicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2002.
- HODGSON, J. **Grazing Management: Science into practice.** New York: John Wiley & Sons. 203p., 1990.
- HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 2002, Recife. **Anais.** Recife, PE: SBZ, 2002, p. 180-202.
- JÚNIOR, D. N.; ADESE, B.; Acúmulo de biomassa na pastagem. **Anais.** II Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, UFV, Viçosa, 2004.
- KÖPEN, W. **Climatologia.** Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948. 478p.
- LARA, M.A.S. **Respostas morfológicas e estruturais de cinco genótipos de *Brachiaria* spp., colhidos mecanicamente a 15 e 7,5 cm no verão e inverno agrostológico.** Adaptação do modelo CROPGRO- Piracicaba, 2011.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAI, G. (Ed.). *Grassland ecophysiology and grazing ecology.* Wallingford: CAB Publishing, 2000. P. 265-284.
- LEMAIRE, G. **Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et Le printemps.** 1985. 96p. Thèse (Doctorat d'Etat.) - Université de Caen. Esplanade de la Paix, 1985.
- LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems.** Cab International. p.03-36, 1996.
- LEMAIRE, G.; DA SILVA, S.C.; AGNUSDEI, M.; WADE, M.; HODGSON, J. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. **Grass and forage science**, Oxford, v.64, p.341-353, 2009.
- LANGER, R.H.M. **Changes in the tiller population of grass swards.** Nature, London, v.182, p.1817-1818, 1958.



- LANGER, R.H.M. Tillering. In: LANGER, R.H.M. (Ed.). **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1979. chap. 5 p. 19-25.
- LANGER, R.H.M. *How grasses grow*. 2.ed. London: Edward Arnold, 1972. 60p. (Studies in Biology, 34).
- LANGER, R. H. M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage Abstracts**, v. 33, p. 141-148, 1963.
- MACEDO, N.C.M. Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2004. p. 317-356.
- MARCELINO, K.R.A.; NASCIMENTO JR.; D.; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.P.; FONSECA, D.M. Características morfológicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades de frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p. 2243-2252, 2006
- MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. (Ed.). **Managed Grasslands**. Amsterdam: Elsevier, 1987. cap. 4 p. 29-46.
- MATTHEW, C. **A study of seasonal root and tiller dynamics in swards of perennially egrass (*Lolium perenne* L.)**. 1992. 210p. Thesis (Ph.D.) - Massey University, Palmerston North, 1992.
- MATTHEW, C., VAN LOO, E.N., THOM, E.R., et al. Understanding shoot and root development. In: GOMIDE, J.A. (Ed.) **International Grassland Congress**, 19, Piracicaba, Brazil, 2001. *Proceedings...* Piracicaba: FEALQ, p. 19-27, 2001.
- MAXWELL, T. J.; TREACHER, T. T. Decision rules for grassland management. In: EFFICIENT SHEEP PRODUCTION FROM GRASS. POLLOTT, G. E. (Ed.). In: OCCASIONAL SYMPOSIUM OF BRITISH GRASSLAND SOCIETY, 21., 1987. **Anais...** British Grassland Society, 1987. p. 67-78.
- McWilliams, J. R. Response of pasture plants to temperature. In: WILSON, J. R. (Ed.). **Plant relation in pasture**. Melbourne: CSIRO, 1978. p. 17-34.
- 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**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2004.
- MOREIRA, L.M.; MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M. et al. Perfilhamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim-braquiária adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.9, p. 1675- 1684, 2009.,
- NELSON, C.J. Shoot Morphological Plasticity of Grasses: Leaf Growth vs. Tillering. In: LEMAIRE, G., et al (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CAB-International, Wallingford, UK, p. 101-126, 2000.
- PAIVA, A.J. **Características morfológicas e estruturais de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos morfológicos contrastantes**. 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

- PARSONS, A.J., CHAPMAN, D.F. The principles of pasture growth and utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.) Grass. Its production and utilization. **Blackwell Science**, Oxford, p.31-88, 2000.
- PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M.B., LAZENBY, A. (Eds.) The grass crop: the physiological basis of production. London: Chapman & Hall, p.129-177, 1988.
- PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.772-807.
- PEDREIRA, C.G.S.; PEDREIRA, B.C.; TONATO, F. Quantificação da massa e da produção de forragem em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2005. p.195-216.
- PINTO, L.F.M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon* spp.** Dissertação (Mestrado) Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2000, 124p.
- QUIRINO, B.F.; NOH, Y.S.; HIMELBLAU, E. AMASINO, R.M. Molecular aspects of leaf senescence. Trends in plant science. **Reviews**, Kidlington, v.5, n.7, p.278-282, 2000.
- ROBSON, M.J. A comparison of British and North American varieties of tall fescue. I Leaf growth during winter and the effect on it of temperature and day length. **Journal of Applied Ecology**, v.4, p.475-484, 1967.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. F.; BALBINO, E.M. et al. Valor nutritivo de perfilhos e componentes morfológicos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 9, p. 1919-1927, 2010a.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; BALBINO, E. M.; MAGALHÃES, M. A. Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 139-145, 2010b.
- SANTOS, M. E. R.; GOMES, V. M.; FONSECA, D. M. F. et al. Número de perfilhos do capim-braquiária em regime de lotação contínua. **Acta Scientiarum Animal Science**. v. 33, n. 1, p. 1-7, 2011c.
- SANTOS, M.E.R. **Variabilidade espacial e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua**. 2009. 144f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; et al. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: dinâmica do perfilhamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2332-2339. 2011b.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; Capim braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2323-2331. 2011a.
- SANTOS, P.M. **Estudo de características de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1997, 62 p.

- SBRISSIA, A.F. **Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastagens de *Cynodon* spp.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba. 2000, 80p.
- SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua.** Tese (Doutorado em Agronomia-Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba, 2004.
- SBRISSIA, A.F., DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 38, Piracicaba, 2001. **Anais.** Piracicaba: SBZ, p.731-754, 2001.
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; MOLAN, L.K.; ANDRADE, F.M.E.; GONÇALVES, A. A.; LUPINACCI, A. V. Tillering dynamics in palisade grass swards continuous stocked by cattle. **Plant Ecology, Dordrecht**, p. Online, 2009. Disponível em: [Http://www.springerlink.com/content/xg3h80050277224m/](http://www.springerlink.com/content/xg3h80050277224m/); ISSN/ISBN: 13850237.
- SBRISSIA, A.F.; DASILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.1, p. 35-47, 2008.
- SILSBURY, J.H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grasslands**, Brisbane v.4, p. 17-36, 1970.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochon. **Crop Science**, Stanford, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- TERRA, S.R.; GIMENES, F.M.A. ; GIACOMINI, A.A. ; GUERDES, L. ; MOTA, V.A.C. ; MANÇO, M.X. ; MATTOS, W.T. ; GRANATO, P.P. ; Tiller Population Stability in Marandu Palisade Grass Pasture Under Continuous Grazing With Single In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 51. CAMPINAS, 2014. **Proceedings...** Campinas: SBZ, 2014. **(CD-ROM)**.
- THOMAS, H.; STODDAERT, J. LEAF SENESCENCE. Annuals review of plant physiology. **Plant Biology**, Stuttgart, v. 31, p.83-111, 1980.
- UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente.** 2002. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

## Capítulo 2

### PERFILHAMENTO DO CAPIM-MARANDU COM ALTURA FIXA OU VARIÁVEL DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO

**Resumo:** O perfilhamento é condição básica para garantir estabilidade e produtividade da população de plantas na pastagem. Desse modo, objetivou-se compreender o perfilhamento da *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) com altura constante ou variável durante as épocas do ano e, a partir disso, identificar estratégias de desfolhação que otimizem o seu perfilhamento. Três estratégias de desfolhação foram estudadas: capim-marandu com 30 cm durante todo período experimental (altura constante); capim-marandu com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão (altura crescente); e capim-marandu com 45 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão (altura decrescente). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Durante o inverno, início e fim da primavera, e verão, foram avaliadas as taxas de aparecimento (TApP), de mortalidade (TMoP) e de sobrevivência (TSoP) de perfilhos, o balanço (BAL) entre as TApP e TMoP, o índice de estabilidade (IE) e o número de perfilho/m<sup>2</sup> (NP). No inverno e fim da primavera, a TApP e o BAL foram menores em comparação às demais épocas do ano. No início da primavera, o dossel com altura decrescente apresentou maiores TApP, BAL e IE. No verão, o dossel com altura decrescente apresentou maior TMoP e inferior IE do que àquele com altura constante. O NP foi maior no dossel com altura crescente. O rebaixamento do capim-marandu de 45 para 30 cm após o inverno incrementa a TApP no início da primavera. Para aumentar o NP, o capim-marandu pode ser manejado com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão.

**Palavra-chave:** altura do pasto, *Urochloa brizantha*, desfolhação, perfilho.

## TILLERING THE GRASS MARANDU WITH FIXED OR VARIABLE TIME DURING SEASONS

**Abstract:** The tillering is a basic condition for stability and productivity of the plant population in the pasture. This study aimed to understand the tillering of *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (marandu-grass) with constant or variable height during times of the year and, from that, identify defoliation strategies that optimize their tillering. Three defoliation strategies were studied: marandu grass 30 cm throughout the experimental period (constant height); marandu-grass 15 cm in winter, 30 cm and 45 cm in the spring in the summer (low to high); and marandu-grass 45 cm in winter, 30 cm and 15 cm in spring in summer (decreasing height). The experimental design was completely randomized, with four replications. During winter, early and late spring and summer, we evaluated the appearance fees (TApP), mortality (TMoP) and survivors (TSoP) of tillers, the balance (BAL) between TApP and TMoP, the index stability (IE) and the number of tillers / m<sup>2</sup> (NP). In winter and late spring, the TApP and BAL were lower compared to other times of the year and also did not vary between the heights of the canopies. In early spring, the pasture with decreasing height showed higher Tapp, BAL and IE. In the summer, the pasture with decreasing height showed higher TMoP and lower IE than to that with constant height. The NP was higher in pasture with increasing height. The lowering of marandu-grass from 45 to 30 cm after winter increases TApP in early spring. To increase the NP, the marandu-grass can be managed with 15 cm in autumn and winter, 30 cm and 45 cm in spring in summer.

**Keyword:** sward height, *Urochloa brizantha*, defoliation, tiller.

## Introdução

No Brasil, a prática de manejo adequado sobre as áreas de pastagens é baixa e manejada erroneamente para a considerável proporção de sua extensão territorial, o que se reflete na baixa taxa lotação bovina (Ferreira et al., 2013). Estima-se que 85% das pastagens brasileiras são do gênero *Urochloa* syn. *Brachiaria* (Macedo, 2004) e que, dos 190 milhões de hectares, 60 milhões são ocupados apenas pela *U. Brizantha* cv. Marandu (Jank et al., 2014).

Para que o capim-marandu expresse seu potencial de produção de forragem, é necessário que o adequado manejo da desfolhação seja adotado. A desfolhação influencia a interceptação de luz e a fotossíntese do dossel (Lara & Pedreira, 2011), processos determinantes do desenvolvimento da planta forrageira e, com efeito, da produção de forragem na pastagem.

A produção de forragem do pasto pode ser compreendida como resultado do aparecimento e do crescimento de todos os seus perfilhos, que são as unidades básicas de desenvolvimento da gramínea forrageira (Hodgson, 1990). Nesse sentido, a avaliação dos padrões demográficos de perfilhamento (aparecimento, morte e sobrevivência dos perfilhos) são fundamentais para a compreensão dos efeitos das ações de manejo da desfolhação sobre a produção de forragem na pastagem (Giacomini et al., 2009; Fialho et al., 2012).

O manejo do pastejo do capim-marandu em lotação contínua tem sido recomendado com base em valores de altura média em que o pasto deve ser mantido (Calvano et al., 2011). Entretanto, as condições de clima, que são específicas em cada estação do ano, determinam mudanças no perfilhamento do pasto (Santos et al., 2011), de modo que uma mesma altura do pasto pode otimizar o perfilhamento em uma estação do ano, mas não em outras (Sbrissia et al., 2010). Diante dessa situação, o manejo do pastejo deveria ser idealizado de forma sazonal, consistindo em aprimoramento das recomendações de manejo baseadas em valores constantes de alturas dos pastos durante as estações do ano.

É possível que o aumento gradativo da altura do capim-marandu, desde o outono/inverno até o verão, aumente o perfilhamento na primavera, quando comparado à manutenção do capim-marandu com altura constante ao longo dessas estações do ano. Por outro lado, o decréscimo gradativo da altura do pasto, desde o inverno até o verão, pode atrasar o perfilhamento do capim-marandu na primavera. Porém, essas hipóteses ainda necessitam ser testadas pela experimentação científica.

Assim, objetivou-se com esta proposta compreender o perfilhamento do capim-marandu mantido com altura constante ou variável durante as épocas do ano e, a partir disso, identificar estratégias de desfolhação que otimizem o perfilhamento, condição básica para garantir a estabilidade e produtividade da população de plantas na pastagem.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado de janeiro de 2013 a março de 2014 no Setor de Forragicultura, na Fazenda Capim Branco, na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia, MG. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são 18°53'19" de latitude sul e 48°20'57" de longitude oeste de Greenwich, e sua altitude é de 844 metros. O clima de Uberlândia é do tipo Cwa, tropical de altitude, com inverno ameno e seco, e estações seca e chuvosa bem definidas (Köppen, 1948). A temperatura média anual é de 22,3 °C, oscilando entre 23,9 °C e 19,3 °C para as médias de máxima e mínima, respectivamente. A precipitação média anual é de 1.584 mm.

Os dados climáticos durante todo período experimental foram obtidos na estação meteorológica, localizada à aproximadamente 200 metros da área experimental (Figuras 1 e 2).

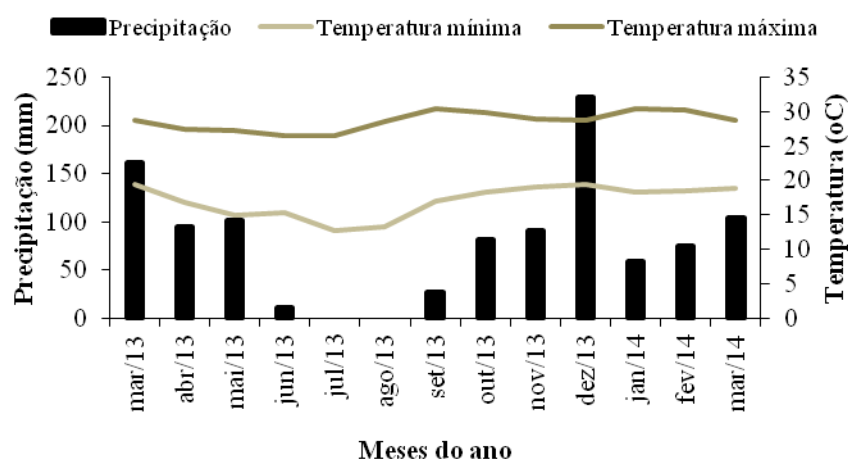


Figura 1 - Médias mensais de temperaturas mínima e máxima diárias e precipitação pluvial durante Janeiro de 2013 a março de 2014.

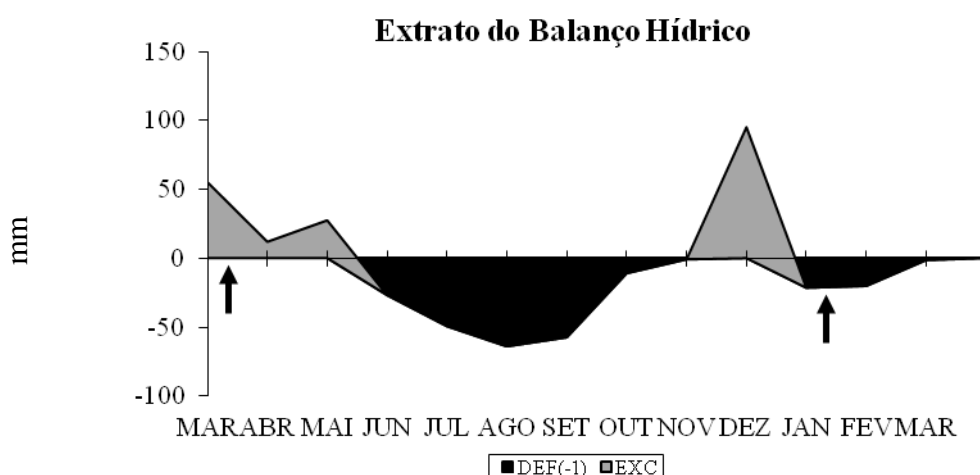


Figura 2 - Balanço do extrato hídrico no solo durante janeiro de 2013 a março de 2014. As setas indicam as épocas em que foram feitas as adubações.

Antes da implementação do experimento, foram retiradas amostras de solo na camada de 0 a 10 cm, cujas características químicas foram: pH H<sub>2</sub>O: 6,1; P: 9,4 mg/dm<sup>3</sup> (Mehlich-1); K<sup>+</sup>: 156 mg/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 5,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 1,7 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Al<sup>3+</sup>: 0,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> (KCl 1 mol/L<sup>-1</sup>); t: 7,6; T: 10,3 e V: 74%. Com base nesses resultados, foram aplicados 50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg/ha de N e 50 kg/ha de K<sub>2</sub>O em todas as parcelas na segunda semana de janeiro de 2013 (Alvares et. al. 1999). Essas mesmas doses foram novamente aplicadas no dia



06/01/2014. Como fontes de adubos, foram utilizadas ureia, o superfosfato simples e o cloreto de potássio, aplicados a lanço.

A área experimental foi constituída de doze parcelas (unidades experimentais) com 6 m<sup>2</sup> cada, demarcadas em pastagem com capim-marandu estabelecido em 2000 e sem indícios de degradação.

Três estratégias de desfolhação foram avaliadas, quais sejam: capim-marandu com altura constante, isto é, com 30 cm durante todo período experimental (Sbrissia & Da Silva, 2008); capim-marandu com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm durante o verão (altura crescente ao longo das estações do ano); e capim-marandu com 45 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão (altura decrescente).

O capim mantido com 15 cm no outono e inverno demorou cerca de um mês para alcançar 30 cm na primavera. Da mesma forma, o capim-marandu também permaneceu aproximadamente um mês sem cortes, até alcançar 45 cm no verão. Por outro lado, o capim com 45 cm no outono e inverno foi rebaixado por meio de tesouro de poda para 30 cm logo no início da primavera (outubro de 2013) e, posteriormente, para 15 cm no início do verão (janeiro de 2014). As plantas manejadas com 30 cm no outono e inverno continuaram com o mesmo manejo até o termino do trabalho.

O período experimental no qual ocorreram as avaliações foi dividido, com base nos padrões semelhantes das variáveis respostas, nas seguintes épocas: inverno (julho, agosto e setembro de 2013); início de primavera (outubro de 2013), final de primavera (novembro e dezembro de 2013); e verão (janeiro, fevereiro e março de 2014). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições.

A partir de janeiro de 2013, foram efetuados cortes para que as alturas almejadas para as estações de outono e inverno fossem implementadas, de acordo com os tratamentos. O

período de janeiro até março de 2013 foi considerado de adaptação das plantas às alturas. O monitoramento simulando a lotação contínua das alturas ocorreu uma vez por semana no outono e inverno e duas vezes por semana na primavera e no verão. A medição da altura do dossel ocorreu em 10 pontos da área útil de cada parcela, utilizando-se régua graduada. O excesso de forragem cortada e sobre as plantas foi removido manualmente após cada corte. Desse modo, em cada estação do ano, as plantas foram mantidas em condições relativamente constantes, por meio de desfolhações mecânicas.

No início de julho de 2013, a dinâmica de perfilhamento começou a ser avaliada em uma área, as quais foram demarcadas utilizando-se um anel de PVC de 30 cm de diâmetro ( $0,07 \text{ m}^2$ ) fixados ao solo por meio de grampos metálicos. Inicialmente, todos os perfilhos foram marcados com fios de uma cor, denominados de geração base (Gb). Após 30 dias, foram contados os perfilhos vivos já existentes nos anéis oriundos da Gb e os mortos foram calculados por diferença. Os perfilhos novos que apareceram a cada 30 dias foram marcados com fios de cor diferente, contados e denominados de primeira geração (G1) e assim sucessivamente a cada 30 dias. Com esses dados foram calculadas as taxas de aparecimento (TApP), de mortalidade (TMoP) e de sobrevivência de perfilho (TSoP), expressas em percentagem durante 30 dias. A TApP correspondeu ao número de perfilhos novos (última geração marcada), multiplicado por 100 e dividido pelo número de perfilhos totais existentes (gerações marcadas anteriormente); a TMoP consistiu no número total de perfilhos mortos na última marcação, multiplicado por 100 e dividido pelo número total de perfilhos marcados nas gerações anteriores. A TSoP foi obtida subtraindo-se de 100% a TMoP. O balanço entre TApP e TMoP em cada época foi calculado pela subtração destas variáveis. A partir dos dados originais de contagem de perfilhos da geração base, foram geradas, mensalmente, curvas de variação mensal no número das gerações de perfilhos nos pastos, bem como

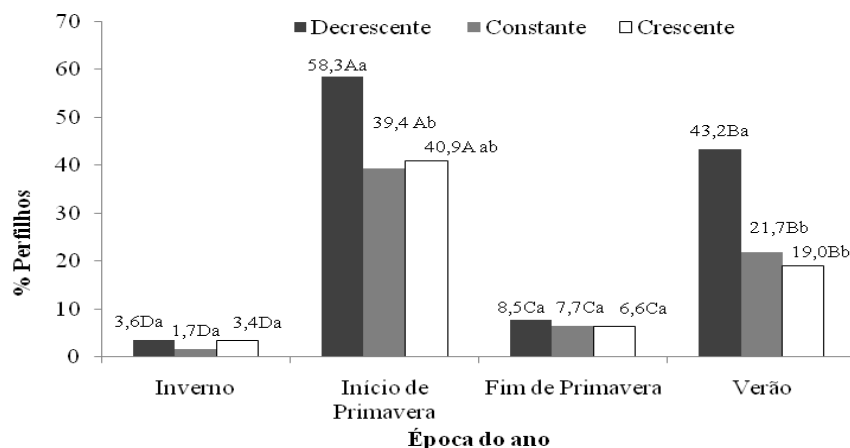
calculados o número total de perfilho/m<sup>2</sup> presente na área de avaliação da dinâmica de perfilhamento.

O cálculo do índice de estabilidade da população de perfilhos foi feito pela equação proposta por Bahmani et al. (2003):  $Pf/Pi = TSoP (1 + TApP)$ , sendo que  $Pf/Pi$  corresponde à população atual ou final de perfilhos ( $Pf$ ) expressa como percentual da população original ou inicial de perfilhos ( $Pi$ ) em um determinado período de avaliação qualquer.

Para análise dos dados, primeiramente, os resultados foram agrupados em função das épocas do ano (inverno, início de primavera, final de primavera e verão). Inicialmente, o conjunto de dados foi analisado para verificar se atendia os pressupostos da análise de variância (normalidade e homogeneidade). Para que os pressupostos estatísticos fossem atendidos, a variável-resposta taxa de mortalidade de perfilhos teve os seus dados transformados, utilizando-se a raiz quadrada. Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System) versão 9.2. A escolha da matriz de variância e covariância foi realizada utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (Wolfinger, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas realizada por meio do teste “t” de “Student” e probabilidade de 5%.

## **Resultados**

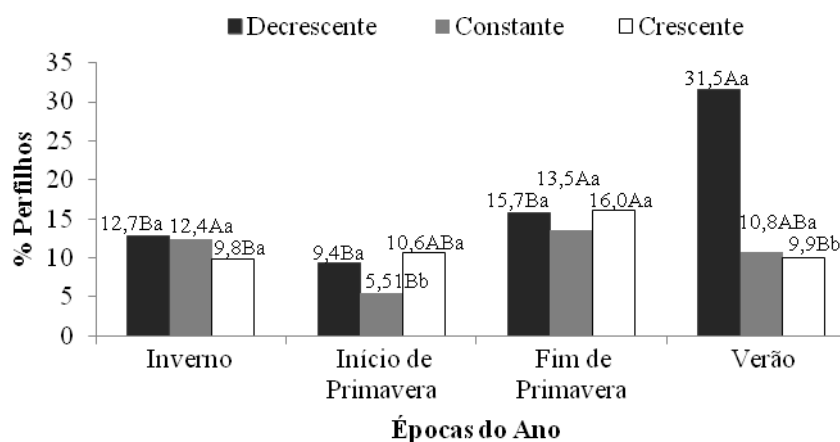
A taxa de aparecimento de perfilho (TApP) foi influenciada pela interação entre altura do dossel e época do ano ( $P=0,0021$ ). No inverno e fim da primavera, a TApP foi menor em comparação às demais épocas do ano e também não variou entre as alturas dos dosséis. No início da primavera e verão, o dossel com altura decrescente apresentou maior TApP, em relação àqueles com alturas constante ou crescente (Figura 3).



Decrescente: dossel com 45 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão; Constante: dossel com 30 cm durante todo o período experimental; Crescente: dossel com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão; Médias seguidas por letras minúsculas comparam as alturas dentro de cada época do ano; médias seguidas por letras maiúsculas comparam as épocas do ano dentro de cada altura.

Figura 3 - Taxa aparecimento de perfilho (% em 30 dias) do capim-marandu durante as épocas do ano e de acordo com a altura do dossel.

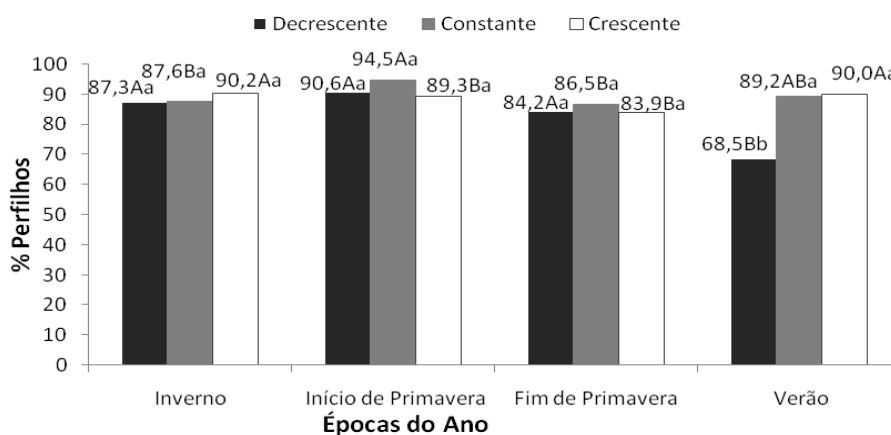
A taxa de mortalidade de perfilho (TMoP) foi influenciada pela interação entre altura do dossel e época do ano ( $P=0,0002$ ). Durante o inverno e fim da primavera, não houve diferença na TMoP pela estratégia de desfolhação. Mas no verão, o dossel com altura decrescente apresentou maior TMoP (Figura 4).



Decrescente: dossel com 45 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão; Constante: dossel com 30 cm durante todo o período experimental; Crescente: dossel com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão; Médias seguidas por letras minúsculas comparam as alturas dentro de cada época do ano; médias seguidas por letras maiúsculas comparam as épocas do ano dentro de cada altura.

Figura 4 - Taxa de mortalidade de perfilhos (% em 30 dias) de perfilho do capim-marandu durante as épocas do ano e de acordo com a altura do dossel.

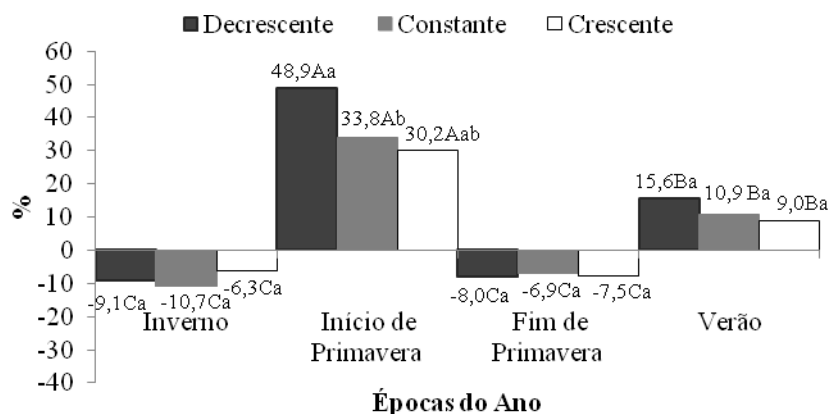
A taxa de sobrevivência de perfilhos (TSoP) foi influenciada pela interação entre altura do dossel e época do ano ( $P < 0,0002$ ). No inverno e no início e fim de primavera, a TSoP não variou entre as estratégias de manejo da desfolhação avaliadas. Porém, no verão, o dossel com altura decrescente apresentou menor TSoP do que aqueles com alturas constante e crescente (Figura 5).



Decrescente: dossel com 45 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão; Constante: dossel com 30 cm durante todo o período experimental; Crescente: dossel com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão; Médias seguidas por letras minúsculas comparam as alturas dentro de cada época do ano; médias seguidas por letras maiúsculas comparam as épocas do ano dentro de cada altura.

Figura 5 - Taxa de sobrevivência de perfilhos (% em 30 dias) do capim-marandu durante as épocas do ano e de acordo com a altura do dossel.

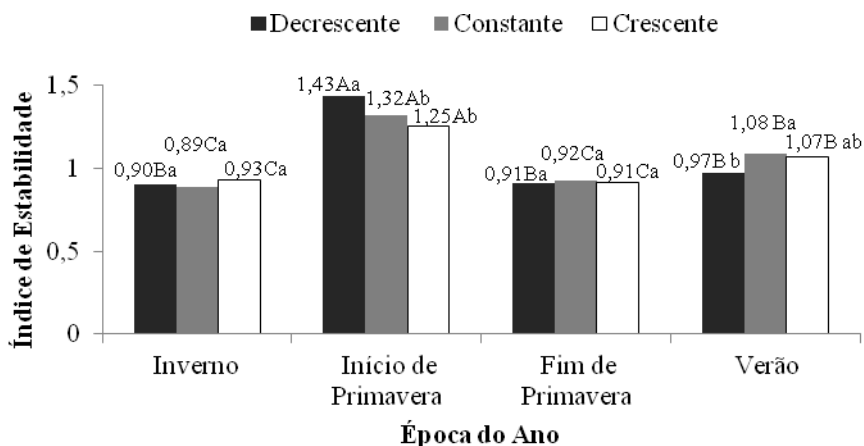
O balanço entre a taxa de aparecimento e de mortalidade de perfilhos (BAL) foi influenciado pela interação entre a altura do dossel e a época do ano ( $P < 0,0001$ ). No inverno e fim de primavera, o BAL foi menor e negativo para todas as alturas estudadas. No início de primavera, o dossel com altura decrescente apresentou maior BAL em relação com altura constante. No verão, a altura do dossel não influenciou o BAL (Figura 6).



Decrescente: dossel com 45 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão; Constante: dossel com 30 cm durante todo o período experimental; Crescente: dossel com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão; Médias seguidas por letras minúsculas comparam as alturas dentro de cada época do ano; médias seguidas por letras maiúsculas comparam as épocas do ano dentro de cada altura.

Figura 6 - Balanço entre aparecimento e mortalidade de perfilhos (BAL em 30 dias) de perfilhos do capim-marandu durante as épocas do ano e de acordo com a altura do dossel.

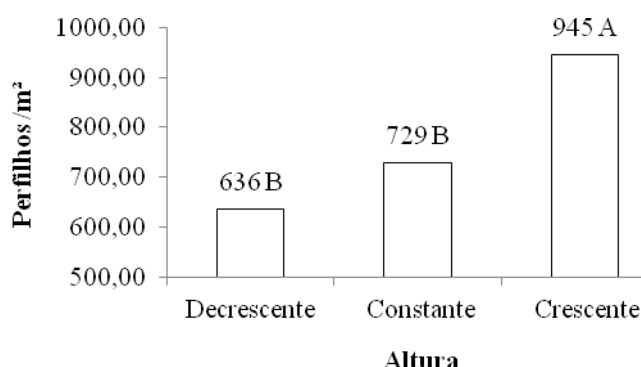
O índice de estabilidade (IE) da população de perfilho também foi influenciado pela interação entre a altura do dossel e a época do ano ( $P < 0,0001$ ). Não ocorreu diferença no IE entre as alturas dos dosséis durante o inverno e o fim de primavera. Porém no início de primavera o IE foi maior no dossel sob altura decrescente em relação aos dosséis com alturas constante e crescente. No verão, o IE foi menor no dossel com altura decrescente em comparação àquele com altura constante (Figura 7).



Decrescente: dossel com 45 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão; Constante: dossel com 30 cm durante todo o período experimental; Crescente: dossel com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão; Médias seguidas por letras minúsculas comparam as alturas dentro de cada época do ano; médias seguidas por letras maiúsculas comparam as épocas do ano dentro de cada altura.

Figura 7 – Índice de Estabilidade (IE em 30 dias) de perfilho do capim-marandu durante as épocas do ano e de acordo com a altura do dossel.

A altura do dossel influenciou ( $P=0,0039$ ) o número de perfilhos do capim-marandu, que apresentou maiores valores quando manejado com altura crescente em comparação às demais alturas (Figura 8).



Decrescente: dossel com 45 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão; Constante: dossel com 30 cm durante todo o período experimental; Crescente: dossel com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão; Médias seguidas por letras minúsculas comparam as alturas dentro de cada época do ano; médias seguidas por letras maiúsculas comparam as épocas do ano dentro de cada altura.

Figura 8- Número de perfilhos do capim-marandu (perfilho/m²) manejado com alturas variáveis durante as épocas do ano.

## Discussão

As condições climáticas foram desfavoráveis ao crescimento do dossel durante o inverno, o que justifica a baixa TApP nessa época, caracterizado pelas baixas temperaturas, precipitação (Figura 3). Nos meses de julho e agosto, as temperaturas mínimas foram abaixo de 15 °C e não ocorreu precipitação pluvial (Figura 1). Essas condições ambientais inibem o desenvolvimento das gemas localizadas nas porções basais e, ou, laterais da planta (Matthew et al., 2000). Segundo McWilliam (1978), a temperatura ideal para o crescimento das gramíneas tropicais varia de 30 °C a 35 °C, enquanto que, de 10 °C a 15 °C, o crescimento é intensamente prejudicado.

A baixa TApP no inverno (Figura 3) não foi compensada pela maior TSoP (Figura 5) nesta época, o que ocasionou um BAL negativo (Figura 6), bem como um IE da população de perfilhos inferior a uma unidade (Figura 7). Quando o IE é inferior a unidade, a população de perfilhos tende a diminuir, porque o aparecimento de perfilho não é suficientemente grande em relação à sobrevivência dos mesmos (Bahmani et al., 2003).

No início da primavera, a mudança no clima, que passou a ser mais favorável ao crescimento da planta (Figura 1 e 2), estimulou o desenvolvimento das gemas basais em novos perfilhos, o que resultou em valores de TApP (Figura 3) muito superiores aos de TMoP (Figura 4). Com efeito, no início da primavera, o BAL (Figura 6) e o IE foram os mais altos dentre as épocas do ano avaliadas.

Contudo, no fim da primavera ocorreu baixo perfilhamento (Figura 3). O intenso perfilhamento na época anterior aumentou o número de perfilho no dossel e, provavelmente, gerou alto sombreamento na base das plantas, o que pode ter inibido o desenvolvimento das gemas basais em novos perfilhos no fim da primavera. Com isso, o BAL voltou a ficar negativo (Figura 6) e o IE foi caracterizado por valores inferiores a uma unidade, típicos de dosséis com instabilidade da população de perfilhos (Caminha et al., 2010).



A despeito do déficit hídrico no solo (Figura 2), o perfilhamento aumentou do fim da primavera para o verão (Figura 3). Possivelmente, a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio realizada em janeiro de 2014 favoreceu o “*site filling*” do capim-marandu, ou seja, aumentou a percentagem das gemas que se desenvolveram em novos perfilhos (Moraes et al., 2006).

Os maiores valores de TApP no início da primavera e no verão, em relação ao inverno (Figura 3) estão de acordo com os resultados verificados por Santos et al. (2011), que obtiveram menor TApP no inverno e maior na primavera e no verão em pasto de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk manejada em lotação contínua com bovinos.

A alta TApP no início da primavera indica alta renovação de perfilhos, o que caracteriza que o dossel passou a ser constituído por perfilhos mais jovens. Estes possuem maiores taxas de aparecimento e alongamento de folhas (Paiva et al., 2011) e, além disso, são de melhor composição morfológica e valor nutritivo (Santos et al., 2010) e mais responsivos à adubação nitrogenada, o que é adequado para o aumento do desempenho animal em pastagem.

O padrão de resposta do IE obtido neste trabalho (Figura 7) está de acordo com os resultados de Sbrissia et al. (2010), que obtiveram nas épocas de menor disponibilidade de fatores ambientais de crescimento valores de IE ligeiramente menores que 1,0 nos pastos capim-marandu mantidos com 30 cm e, com a retomada das condições de crescimento no final da primavera, os valores de IE aumentaram.

Esperava-se que o dossel com menor altura no outono e inverno (altura crescente), por apresentar menor massa de forragem, teria baixa demanda por fatores de crescimento, como luz e água, o que melhoraria o balanço hídrico e de carbono na planta em épocas com baixa disponibilidade desses recursos (Taiz & Zeiger, 2012). Com isso, o dossel com altura crescente teria baixa senescência e reduzida quantia de tecidos mortos na base das plantas, permitindo alta incidência de luz sobre as gemas basais, um fator predisponente ao

perfilhamento (Martuscello et al., 2009). Todavia, essa hipótese não foi confirmada neste trabalho, possivelmente devido ao incremento do sombreamento no interior do dossel sob altura crescente durante o início da primavera, onde ocorreu aumento da altura de 15 para 30 cm. Além da possível alocação de nutrientes, produtos da fotossíntese, para os perfilhos mais velhos (já existentes) em detrimento da formação de novos perfilhos, o que significaria para planta uma demanda energética maior (Briske, 1996; Langer, 1963), ou seja, manter o que já se possui em detrimento de gerar novas demandas energéticas a princípio (novos perfilhos), já que se tem folha suficiente porque gerar novos perfilhos.

De outro modo, o maior perfilhamento no início da primavera no dossel mais alto no outono e inverno (altura decrescente) pode ter ocorrido em função do seu rápido rebaixamento, de 45 cm para 30 cm. Isso pode ter resultado em maior incidência de luz na base das plantas em curto espaço de tempo e, conseqüentemente, estimulado o perfilhamento (Figura 3). Este foi o fator responsável pelos maiores BAL (Figura 6) e IE (Figura 7) do dossel com altura decrescente, quando comparado aos dosséis com alturas constante e crescente no início da primavera.

No verão, a maior TApP no dossel sob altura decrescente, em comparação as outras estratégias de desfolhação (Figura 3), também pode ter ocorrido devido ao seu rápido rebaixamento no fim da primavera, de 30 para 15 cm.

A maior TMoP no verão, com conseqüente redução na TSoP no capim com altura decrescente, pode ser devido ao fato do rebaixamento ter promovido eliminação do meristema apical de muitos perfilhos, o que pode determinar sua mortalidade (Matthew et al., 2000). Esse padrão de resposta justifica também o menor IE no verão do dossel com altura decrescente, em comparação àqueles com alturas constante e crescente (Figura 7).

Para dosséis com alturas constante e crescente, no início da primavera ocorreu maior TApP (Figura 3), enquanto que a maior TMoP ocorreu no fim da primavera (Figura 4). Esse

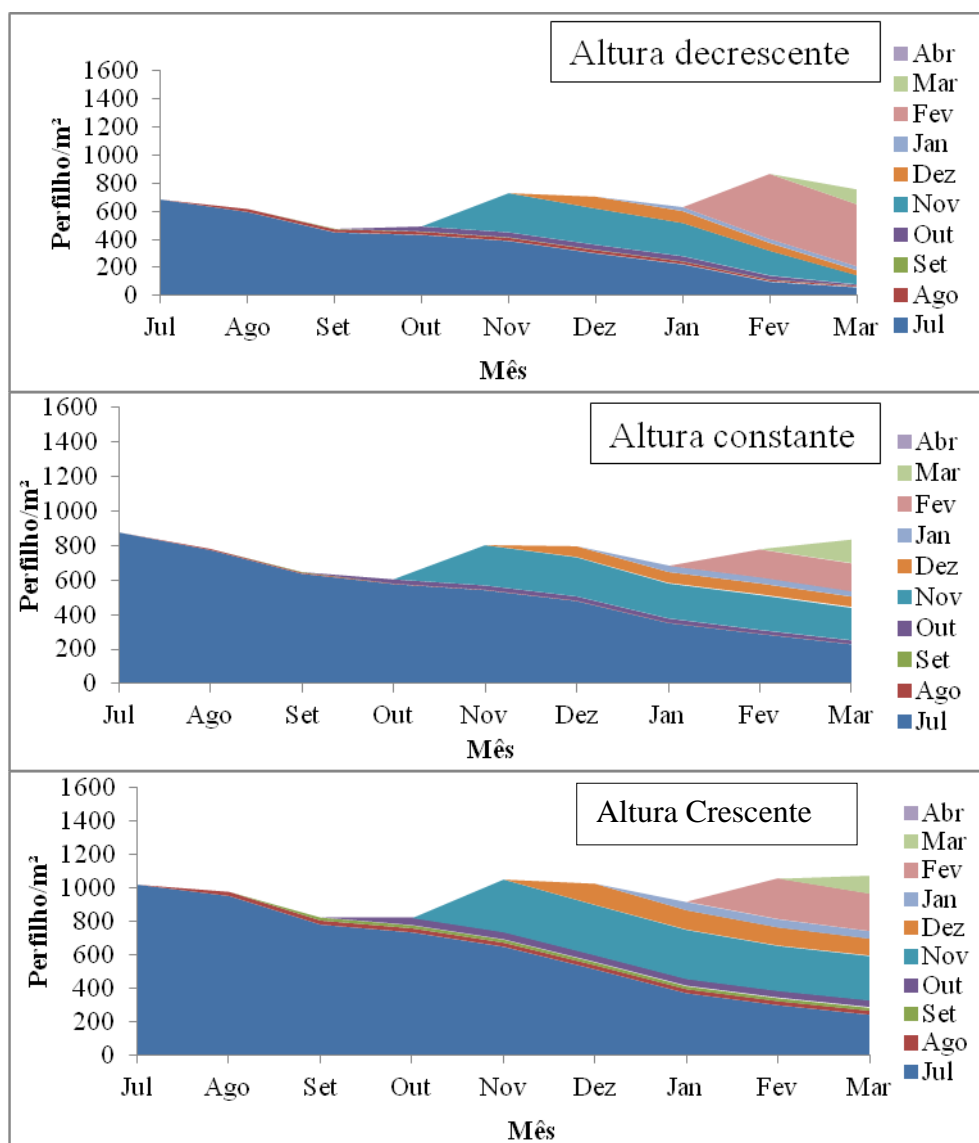
padrão de resposta demonstra que, quando as condições climáticas voltam a ser favoráveis ao crescimento do capim-marandu, na primavera, a planta primeiramente prioriza o surgimento de novos perfilhos para, depois, desencadear a mortalidade dos perfilhos mais velhos. Essa pode ser uma estratégia do capim-marandu para garantir a estabilidade da população de perfilhos durante o período de transição de condições climáticas.

O número de perfilho foi maior no dossel com altura crescente, em comparação àqueles com alturas constante e decrescente (Figura 8). Provavelmente, o rebaixamento desse dossel para 15 cm, desde o verão (período de adaptação) e durante o outono e inverno, isto é, seis meses antes do início das avaliações no inverno, favoreceu o surgimento de perfilhos, porque o verão é época com condições climáticas favoráveis e o outono ainda apresenta clima não totalmente restritivo ao crescimento da planta (Figuras 1 e 2). Quando o pasto é mantido com menor altura, há maior incidência de luz na base da planta, o que resulta na ativação de maior número de gemas, que dão origem aos perfilhos (Giacomini et al., 2009; Difante et al., 2008; Portela et al., 2011). Com isso, no início da avaliação no inverno, o dossel já apresentava maior número de perfilhos, que se manteve alto durante as épocas subsequentes.

O maior número de perfilhos é importante para a produtividade, desde que seu crescimento não seja comprometido, e também para a perenidade da planta forrageira (Matthew et al., 2000). A maior densidade populacional de perfilhos também resulta em pastos mais densos, o que poderia resultar em maior massa do bocados do animais em pastejo (Fonseca et al., 2013), um fator favorável para aumentar o consumo diário de forragem e, com efeito, o desempenho dos animais em pastagem.

De modo contrário, nos dosséis com maiores alturas no outono e inverno, houve menor incidência de luz na base das plantas, dificultando ativação das gemas em novos perfilhos, o que resultou em menor número de perfilhos. Esses fatores justificam o fato do capim-marandu com altura decrescente ter apresentado inferior número de perfilhos da geração base no início

do experimento (julho de 2013), em comparação àqueles com alturas constante e crescente (Figura 9).



Decrescente: plantas com 45 cm no inverno e 30 cm na primavera e 15 cm no verão; Constante: plantas com 30 cm no inverno, primavera e verão; Crescente: plantas com 15 cm no inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão.

Figura 9 - Padrão demográfico do perfilhamento em capim-marandu mantido com altura decrescente, constante ou crescente durante os meses do ano.

Os perfilhos marcados no início de julho tiveram alta contribuição para a população total de perfilhos no dossel durante o inverno, porém essa contribuição reduziu intensamente a partir do início da primavera (Figura 9). Observou-se também reduzido aparecimento das

gerações de perfilhos nos meses de inverno em comparação aos meses de primavera e verão. No início da primavera e verão, as novas gerações foram as que mais contribuíram para a densidade populacional total de perfilhos, o que caracteriza a maior taxa de renovação de perfilhos. Porém vale salientar, que mesmo com a renovação de perfilhos novos no início de primavera e no verão, alguns perfilhos velhos permaneceram até o fim do experimento.

Para aumentar a densidade populacional de perfilhos, a *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pode ser manejada com 15 cm no outono e inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão.

### Conclusão

A *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresenta maiores taxas de aparecimento e índice de estabilidade de perfilhos no início da primavera, em relação às demais épocas do ano.

O rebaixamento da *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu de 45 para 30 cm após o inverno incrementa a taxa de aparecimento de perfilhos no início da primavera.

### Literatura Citada

- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.
- BAHMANI, I.; THOM, E.R.; MATTHEW, C.; HOOPER, R.J.; LEMAIRE, G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertiliser, and irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.54, p. 803-817, 2003.
- BARBOSA, R.A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiária**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. 206p.
- BRISKE, D.D.; BOUTTON, T.W.; WANG, Z. Contribution of flexible allocation priorities to herbivory tolerance in C4 perennial grasses: an evaluation with <sup>13</sup>C labeling.—**O ecologia**, Berlin, v. 105, p. 151–159, 1996.

- CALVANO, M.P.C.A. ; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G.S.; FLORES, R.S.; GALBEIRO, S. Tillering and forage accumulation in Marandu grass under different grazing intensities. **Revista Ceres**, v. 58, p. 781-789, 2011.
- CAMINHA, F.O.; SILVA, S.C.; PAIVA, A.J.; PEREIRA, L.E.T. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 2, p. 213-220, 2010.
- DIFANTE, G. dos S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; SILVA, S.C. da; EUCLIDES, V.P.B.; ZANINE, A. de M.; ADESE, B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, p.189-196, 2008.
- FERREIRA Jr., L.G. ; SANO, E. E. ; FERNANDEZ, L. ; ARAÚJO, F. M., Biophysical characteristics and fire occurrence of cultivated pastures in the Brazilian savanna observed by moderate resolution satellite data. **International Journal of Remote Sensing (Print)**, v. 34, p. 154-167, 2013.
- FIALHO, C.A.; SILVA, S. C.; GIMENES, F.M.A.; GOMES, M.B.; BERNDT, A.; GERDES, L. Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilization. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, p. 137-139, 2012.
- FONSECA, L.; CARVALHO, P.C.F.; MEZZALIRA, J.C.; BREMM, C.; GALLI, J.; GREGORINI, P. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing *Sorghum bicolor* swards. **Journal of Animal Science**, p. 1-9, 2013.
- GIACOMINI, A.A.; DA SILVA, S.C.; LUCENA, D.O.; ZEFERINO, S.C.V.; TRINDADE, J.K.; SOUZA JÚNIOR, S.J.; GUARDA, V. DEL'A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, v.66, p.733-741, 2009.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: J. Wiley: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.
- JANK, L. B., SANZIO C. VALLE, C. B. do; SIMEÃO, R. M.; ALVES, G, F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science, Victoria**, v. 65, n. 11, p. 1132-1137, 2014.
- KÖPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948. 478p.
- LARA, M.A.S; PEDREIRA, C.G.S. Estimativa da assimilação potencial de carbono em dosséis de espécies de braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.7, p.743-750, 2011.
- LANGER. R.H.M. Tillering in herbage Grass. A review, *Herbage Abstracts*, v.33, p.144 – 148, 1963.
- MACEDO, N. C. M. Análise comparative de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBREMANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba,SP:FEALQ, 2004.p.317-356.

- MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M.; LAURA, V.A.; CUNHA, D.N. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1183-1190, 2009.
- MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. de; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI, 2000. p.127-150.
- McWilliams, J. R. Response of pasture plants to temperature. In: WILSON, J. R. (Ed.). **Plant relation in pasture**. Melbourne: CSIRO, 1978. p.17-34.
- MORAIS, R.V.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; FAGUNDES, J.L.; MOREIRA, L.M.; MISTURA, C.; MARTUSCELLO, J.A. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.380-388, 2006.
- PAIVA, A.J.; DA SILVA, S.C.; PEREIRA, L. E.T.; CAMINHA, F.O.; PEREIRA, P.M.; GUARDA, V.D. Morphogenesis on age categories of tillers in marandu palisadegrass. **Scientia Agrícola**. v. 68, p. 626-631, 2011.
- PORTELA, J.N.; PEDREIRA, C.G.S.; BRAGA, G.J. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 315-322, Mar. 2011. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2011000300013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011000300013&lng=en&nrm=iso)>. access on 05 June 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000300013>. Acesso em: 05 de junho de 2015.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. F.; BALBINO, E.M.; SILVA, S.P.; MONNERAT, J.P.S. Valor nutritivo de perfilhos e componentes morfológicos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 9, p. 1919-1927, 2010.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; Capim braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2323-2331. 2011.
- SBRISIA, A.F.; DA SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.
- SBRISIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; MOLAN, L.K.; ANDRADE, F.M.E.; GONÇALVES, A.C.; LUPINACCI, A.V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v.206, p.349 - 359, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. Trad. SANTARÉM, E. R., et al. 3.ed, Porto Alegre: Artmed, 2012.
- WOLFINGER, R.D. 1993. Covariance structure selection in general mixed models. *Communications in Statistics Simulation and Computation*. 22:1079-1106.

### CAPITULO 3

## MORFOGÊNESE DO CAPIM-MARANDU COM ALTURA FIXA OU VARIÁVEL DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO

### Resumo

A variação da altura do dossel durante o ano pode ser eficiente em reduzir o crescimento do colmo, sem prejudicar a produção de folha, quando comparado à manutenção do dossel com altura constante. Dessa forma, de fevereiro de 2013 a maio de 2014, esse experimento foi realizado para caracterizar o desenvolvimento da *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) manejada sob três estratégias de desfolhação: altura constante (30 cm durante todo período experimental), altura crescente (15 cm no inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão), e altura decrescente (45 cm no inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão). O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. No inverno, o filocrono foi maior, mas as taxas de alongamento de folha (TAIF) e de colmo (TAIC), bem como o número de folha viva por perfilho (NFV) foram menores, em relação as da primavera e do verão. No verão, o dossel sob altura crescente apresentou maior filocrono do que àqueles com alturas decrescente e constante. Entre as épocas, a maior taxa de senescência foliar (TSeF) ocorreu na primavera. No inverno, o dossel com altura crescente apresentou menores comprimentos da lâmina foliar (CLF) e de colmo (CFC), contrariamente do verão. O dossel com altura decrescente apresentou alto valor de TAIC na primavera. A alteração da altura do dossel resulta em modificação gradativa do desenvolvimento do capim-marandu e gera efeitos residuais de uma época para a outra.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, desfolhação, desenvolvimento, perfilho.



## Introdução

No Brasil, as plantas forrageiras do gênero *Urochloa* syn. *Brachiaria* são as mais usadas para formação de pastagens e foram um marco para a pecuária nacional. Este gênero ocupa cerca de 85% das áreas de pastagens cultivadas e, desse total, a *U. brizantha* syn. *B. brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) tem participação de destaque (MACEDO, 2004). Estima-se que existam no País 60 milhões de hectares de pastagens formadas com o capim-marandu, que representa 65% da área cultivada na região Norte e 50% na região Centro-Oeste (BARBOSA, 2006).

As avaliações do crescimento, da senescência e das características estruturais dos pastos são fundamentais para a compreensão dos efeitos da desfolhação sobre a produção de forragem na pastagem. Nesse contexto, o estudo sobre morfogênese da planta forrageira permite conhecer a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço e no tempo.

Em lotação contínua, estratégias de manejo do pastejo já foram estabelecidas para algumas gramíneas forrageiras tropicais (DA SILVA & NASCIMENTO JUNIOR, 2007; PAULA et al., 2012;). Os resultados de alguns desses estudos revelaram padrões de acúmulo de forragem semelhantes aos descritos, originalmente, para azevém-perene (BIRCHAM & HODGSON, 1983). De forma geral, em pasto baixo, o acúmulo de forragem é reduzido, devido à menor produção de folhas; em pasto alto, o acúmulo de forragem também é menor devido à alta taxa de mortalidade de folha; e nos pastos com alturas intermediárias, o acúmulo é praticamente constante e próximo do máximo.

Nesse sentido, para otimizar o acúmulo de forragem do capim-marandu, atualmente recomenda-se que os pastos sejam mantidos em lotação contínua com altura de 20 a 40 cm (DA SILVA & NASCIMENTO JUNIOR, 2007). Contudo, há a hipótese de que a altura do dossel deve ser flexível durante o ano (SANTOS et al., 2011), porque o aumento da altura,

desde o inverno até o verão, aumentaria o crescimento foliar, bem como minimizaria o alongamento do colmo na primavera, quando comparado à manutenção do dossel com altura constante. Por outro lado, o decréscimo da altura do dossel, desde o inverno até o verão, poderia aumentar a senescência e o alongamento de colmo na primavera.

Esse trabalho foi conduzido para compreender o desenvolvimento do capim-marandu manejado com alturas variáveis durante o ano.

### **Material e métodos**

O experimento foi realizado de janeiro de 2013 a março de 2014 na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG. As coordenadas geográficas aproximadas do local são 18°53'19" de latitude sul e 48°20'57" de longitude oeste de Greenwich, e sua altitude é de 844 metros.

O clima de Uberlândia é do tipo Cwa, tropical de altitude, com inverno ameno e seco, e estações seca e chuvosa bem definidas (KÖPPEN, 1948). A temperatura média anual é de 22,3 °C, oscilando entre 23,9 °C e 19,3 °C. A precipitação média anual é de 1.584 mm. Os dados climáticos durante todo período experimental foram obtidos na estação meteorológica, localizada à 200 metros da área experimental (Figuras 1 e 2).

Antes da implementação do experimento, foram retiradas amostras de solo de 0 a 10 cm, cujas características químicas foram: pH H<sub>2</sub>O: 6,1; P: 9,4 mg/dm<sup>3</sup> (Mehlich-1); K<sup>+</sup>: 156 mg/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 5,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 1,7 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Al<sup>3+</sup>: 0,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> (KCl 1 mol/L<sup>-1</sup>); t: 7,6; T: 10,3 e V: 74%. Foram aplicados 50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg/ha de N e 50 kg/ha de K<sub>2</sub>O em todas as parcelas na segunda semana de janeiro de 2013 (Alvares et. al. 1999). Essas mesmas doses foram novamente aplicadas no dia 06/01/2014 em relação médio nível

tecnológico. Como fontes de adubos, foram utilizadas ureia, o superfosfato simples e o cloreto de potássio, aplicados a lanço.

A área experimental foi constituída de doze parcelas (unidades experimentais) com 6 m<sup>2</sup> cada, demarcadas em pastagem com capim-marandu, sem sinais de degradação. Três estratégias de desfolhação foram avaliadas: altura constante (dossel com 30 cm durante todo período experimental, de acordo com recomendações de SBRISSIA et al. (2010); altura crescente (dossel com 15 cm no inverno, 30 na primavera e 45 cm durante o verão); e altura decrescente (dossel com 45 cm no inverno, 30 cm na primavera e 15 cm no verão). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As estratégias de desfolhação corresponderam à parcela e as épocas do ano, à subparcela.

O dossel com 15 cm no outono e inverno demorou cerca de um mês para alcançar 30 cm na primavera. Da mesma forma, o dossel também permaneceu aproximadamente um mês sem cortes, até alcançar 45 cm no verão. Por outro lado, o dossel com 45 cm no outono e inverno foi rebaixado por meio de tesoura de poda para 30 cm logo no início da primavera (outubro de 2013) e, posteriormente, para 15 cm no início do verão (janeiro de 2014). O dossel com 30 cm no outono e inverno continuaram com o mesmo manejo até o término do trabalho.

As épocas do ano foram constituídas pelos seguintes meses: inverno (julho, agosto e setembro de 2013); primavera (outubro, novembro e dezembro de 2013); e verão (janeiro, fevereiro e março de 2014).

A partir de janeiro de 2013, foram efetuados cortes para que as alturas almeçadas para as estações de outono e inverno fossem implementadas, de acordo com os tratamentos. O período de janeiro até março de 2013 foi considerado de adaptação das plantas às alturas. O monitoramento simulando a lotação contínua das alturas ocorreu uma vez por semana no

outono e inverno e duas vezes por semana na primavera e no verão. A medição da altura do dossel ocorreu em 10 pontos por parcela, utilizando-se régua. A forragem cortada e sobre as plantas foi removida após o corte.

A avaliação da morfogênese ocorreu em três épocas: inverno (de agosto a setembro de 2013), primavera (novembro a dezembro de 2013), e verão (de janeiro a fevereiro de 2014). Em cada parcela foram marcados, com presilha identificada, oito perfilhos, espaçados a cada 10 cm. O ciclo de avaliação foi de 45 dias no inverno, 35 dias na primavera e 30 dias no verão. Com régua graduada e antes dos cortes semanais dos dosséis, foram efetuadas medições dos comprimentos das lâminas foliares e do colmo nos perfilhos marcados, uma vez por semana. O comprimento da lâmina foliar expandida foi medido desde a ponta da lâmina até a lígula. No caso de lâmina foliar em expansão, o mesmo procedimento foi adotado, porém considerou-se a lígula da última folha expandida como referencial de medição. Para a lâmina foliar em senescência, o comprimento correspondeu à distância entre o ponto até onde o processo de senescência avançou até a lígula da folha. O tamanho do colmo correspondeu à distância desde a superfície do solo até a lígula da folha mais jovem expandida. A partir dessas informações, foram calculadas as variáveis: *Filocrono (dia)*: inverso da taxa de aparecimento foliar, calculada pelo número de folhas surgidas por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação; *Taxa de alongamento foliar (cm/perfilhodia)*: somatório de todo alongamento de lâmina foliar por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação; *Taxa de alongamento de colmo (cm/perfilhodia)*: somatório de todo alongamento do colmo e, ou, pseudocolmo por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação; *Duração de vida da folha (DVF)*: estimada pela equação  $DVF (dia) = NFV \times Filocrono$  (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996), em que NFV corresponde ao número de folha viva por perfilho; *Taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia)*: decréscimo do comprimento da parte verde da lâmina foliar, obtida pela diferença entre a mensuração inicial

e a final, dividido pelo número de dias do período de avaliação; *Número de folha viva por perfilho (NFV)*: número médio de folhas por perfilho completamente expandidas, incluindo as folhas parcialmente pastejadas e em início do processo de senescência (menos de 50% da lâmina foliar senescente); *Comprimento da lâmina foliar (cm)*: comprimento médio de todas as folhas vivas, completamente expandidas e não pastejada no perfilho; *Comprimento do colmo (cm)*: distância desde a superfície do solo até a lígula da folha mais jovem completamente expandida, incluindo o colmo mais o pseudocolmo.

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System) versão 9.2. Verificou-se se os dados atendiam os pressupostos da análise de variância. Para que estes fossem atendidos, a variável-resposta taxa de alongamento de colmo teve os seus dados transformados, utilizando-se o logaritmo de base 10. A escolha da matriz de variância e covariância foi realizada utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas, realizada pelo teste “t” de “Student” e probabilidade de 5%.

## Resultados

O filocrono do capim-marandu foi influenciado pela interação entre a estratégia de desfolhação e a época do ano. No inverno, o filocrono foi maior, quando comparada ao da primavera e ao verão. Em relação à altura, no verão o dossel sob altura crescente apresentou maior filocrono, em relação àqueles com alturas decrescente e constante (Tabela 1).

As taxas de alongamento do colmo (TAIC) e lâmina foliar (TAIF) foram influenciadas pela interação entre estratégia de desfolhação e época do ano. Nos dosséis sob alturas

constante e crescente, a TAIC foi menor no inverno, quando comparada à da primavera e a do verão. O mesmo padrão de resposta ocorreu para a TAIF em todos os dosséis (Tabela 1).

Com relação à estratégia de desfolhação, o dossel sob altura crescente apresentou maior TAIC do que os demais dosséis. A TAIF foi maior apenas no verão e no dossel com altura decrescente, quando comparado aos demais dosséis (Tabela 1).

Houve interação entre os fatores estudados para a taxa de senescência foliar (TSeF) e a duração de vida da folha (DVF). Em comparação à primavera, no inverno ocorreu menor TSeF e esta não variou com as estratégias de desfolhação avaliadas. No verão, a TSeF diminuiu em relação à da primavera nas plantas com alturas constante e decrescente. No inverno, a DVF foi maior em comparação à da primavera e do verão. Apenas no verão, a DVF foi menor no dossel decrescente, em relação aos demais (Tabela 1).

A interação entre época do ano e estratégia de desfolhação foi verificada para o comprimento final da lâmina foliar (CFL) e do colmo (CFC) do capim-marandu. No inverno, o CFL e o CFC foram menores nos dosséis com altura crescente. Na primavera, não se verificou diferença no CFL entre as estratégias de desfolhação estudadas, mas o CFC foi inferior no capim com altura constante. Já no verão, o CFL e o CFC foram menores no capim com altura constante e decrescente, respectivamente (Tabela 1).

Não houve interação entre época do ano e estratégia de desfolhação para os números de folha viva (NFV) do capim-marandu. No inverno, o NFV foi menor (2,73) do que na primavera (4,43) e verão (4,89).

### **Discussão**

O filocrono, intervalo entre o aparecimento de duas folhas consecutivas em um mesmo perfilho, foi maior no inverno do que na primavera e no verão (Tabela 1), devido às condições de clima adversas durante o inverno, como menor temperatura, ínfima precipitação pluvial e

reduzida insolação, em comparação às demais estações (Figuras 1 e 2). O clima desfavorável ao crescimento vegetal no inverno também resultou em menores taxas de alongamento de colmo nos dosséis sob alturas crescente e constante, bem como reduziu a taxa de alongamento foliar em todos os dosséis (Tabela 1). A temperatura ideal para o crescimento das gramíneas de clima tropical varia de 30 °C a 35 °C, e de 10 °C a 15 °C o crescimento é praticamente nulo (MENDONÇA & RASSINI, 2006). Assim, quando a temperatura noturna fica abaixo de 15°C, a formação de biomassa da parte aérea de plantas forrageiras tropicais é prejudicada.

Por outro lado, no inverno, a duração de vida da folha (DVF) foi maior e os valores de taxa de senescência foliar baixos, quando comparados às demais épocas do ano (Tabela 1). A maior DVF no inverno pode ter sido uma resposta ao decréscimo da disponibilidade de nutrientes para a planta forrageira, em decorrência, principalmente, do déficit hídrico ocorrido nessa época do ano, que limita a absorção de nutrientes pela planta (NOVAES & SMYTH, 1999). Nessa condição, a maior DVF contribuiria para aumentar o tempo médio de permanência dos nutrientes na planta. Ademais, o aumento da DVF no inverno compensa a redução do aparecimento e do alongamento foliar nesta época do ano. Com isso, o dossel evita, em parte, reduções acentuadas no índice de área foliar, uma característica relevante para a interceptação de luz e, com efeito, para a fotossíntese e o crescimento da planta (LARA & PEDREIRA, 2011).

No inverno, as plantas passaram por intensa deficiência hídrica e por baixa temperatura mínima (Figura 1 e 2). Assim, o capim-marandu priorizou a manutenção das folhas mais novas por possuírem maior capacidade fotossintética e estarem dispostas nas camadas mais altas dos perfilhos, promovendo a morte de folhas velhas, situadas na base dos perfilhos. Por isso, no inverno ocorreu menor número de folha viva por perfilho.

A maior taxa de senescência foliar na primavera (Tabela 1) foi acompanhada de menores filocrono e taxa de alongamento foliar (Tabela 1), o que fez com que NFV por

perfilho de capim-marandu aumentasse nessa estação do ano, quando comparado à estação anterior. A ocorrência do constante NFV por perfilho na primavera e no verão indica que esta é uma característica geneticamente estável e, portanto, pouco influenciada pelo manejo. Nesse sentido, em trabalho realizado por Paula et al. (2012), com capim-marandu manejado com 15, 30 e 45 cm em lotação contínua, a média do NFV por perfilho (3,9) foi semelhante ao observado neste trabalho.

Quando as condições de clima favorável ao crescimento da planta são restabelecidas, na primavera, as taxas de alongamento de colmo e de lâmina geralmente alcançaram valores maiores (Tabela 1). Porém, no verão, a taxa de alongamento de folha diminuiu nos dosséis com altura crescente e constante e, do mesmo modo, a taxa de alongamento de colmo reduziu no dossel sob altura decrescente. Isso pode ter ocorrido devido ao veranico nos meses de verão, que reduziu a disponibilidade de água no solo (Figuras 1 e 2). Realmente, o crescimento da folha depende do crescimento de cada célula que, por sua vez, é função do aumento de seu volume, provocado principalmente pela ação física da entrada de água, causando grande expansão das estruturas do vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2012).

Entre as épocas do ano, os maiores valores de taxa de senescência foliar ocorreram na primavera (Tabela 1), o que pode estar relacionada à maior duração de vida das folhas registrada durante o inverno, as quais vieram a senescer durante a primavera. Além disso, é possível que na primavera, com o aumento da temperatura, radiação solar e umidade do solo (Figuras 1 e 2), as folhas tenham iniciado a senescência para prover nutrientes e auxiliar na expansão das novas folhas. Realmente, as maiores taxas de alongamento foliar do capim-marandu ocorreram a partir da primavera (Tabela 1). Existe a possibilidade de 50% do carbono e 80% do nitrogênio serem reciclados a partir das folhas senescentes e utilizados pela planta para a síntese de tecidos foliares (LEMAIRE & AGNUSDEI, 2000). A folha é geneticamente programada para morrer e, durante a senescência, enzimas hidrolíticas



decompõem muitas proteínas, carboidratos e ácidos nucléicos. Os açúcares, nucleosídeos e aminoácidos, além de muitos minerais, são transportados, então, via floema para outros órgãos da planta, onde serão reutilizados em processos de síntese (TAIZ & ZEIGER, 2012).

Com relação às estratégias de desfolhação, seus efeitos foram nulos sobre o desenvolvimento do capim-marandu durante o inverno, porque as condições climáticas restritivas ao crescimento no inverno (Figuras 1 e 2) limitaram as variações de filocrono (Tabela 1), alongamento de folha e de colmo (Tabela 1) e de senescência e duração de vida da folha (Tabela 1). Todavia, no inverno, o comprimento do colmo foi menor no dossel sob altura crescente do que nos demais, em virtude da menor altura (15 cm) em que foi mantido. Com isso, a lâmina foliar em desenvolvimento pode ter realizado menor percurso dentro do pseudocolmo até sua exposição no perfilho, pois em dosséis mais baixos a distância entre o meristema ápice e o ápice do perfilho é menor (SKINER & NELSON, 1995). Com isso, no inverno, o comprimento da lâmina foliar também foi menor no dossel manejado com altura crescente, em comparação aos demais dosséis (Tabela 1).

Na primavera e em comparação às demais estratégias de desfolhação, os pastos manejados com altura crescente, que passaram de 15 cm (inverno) para 30 cm (primavera), apresentaram maior TAIC (Tabela 1) e, conseqüentemente superior comprimento do colmo (Tabela 1), provavelmente em razão do maior sombreamento no interior do dossel, conforme relatado em trabalhos de pesquisa com gramíneas forrageiras tropicais (CARNEVALLI et al., 2006; PEDREIRA et al., 2007). Porém, na primavera, menor TSeF ocorreu no dossel com altura crescente, em relação às demais alturas avaliadas (Tabela 1), o que não era esperado.

O dossel com altura decrescente, mesmo tendo sua altura reduzida de 45 para 30 cm do inverno para a primavera, continuou com alto valor de TAIC na primavera (Tabela 1), um padrão de resposta típico de plantas mais altas. É possível que as plantas ainda estivessem em adaptação ao novo ambiente de desfolhação, caracterizado pela diminuição da altura. Dessa

forma, elas expressaram efeito residual, caracterizado pelo maior alongamento de colmo. A modificação na estrutura de uma planta em resposta à um novo ambiente de desfolhação é gradual, de modo que é possível que os efeitos de um manejo prévio da desfolhação pode perdurar por algum tempo, antes que uma nova estrutura de pasto seja formada. Isso pode está relacionado ao fato de que, no ato da desfolhação, algumas folhas jovens já se encontravam em divisão celular dentro do pseudocolmo remanescente, pois a multiplicação e boa parte da taxa de alongamento celular pode ocorrer de 2 a 3 cm da base da folha (SCHNYDER et al., 1990). Desse modo, durante a expansão e a diferenciação celular após a desfolhação, é possível que essas folhas já estivessem determinadas morfogenicamente pela condição anterior do dossel.

No verão, o capim-marandu com altura decrescente (15 cm no verão) teve baixa TAIC (Tabela 1) e menor comprimento final do colmo (Tabela 1), provavelmente, pela maior incidência de luz no interior do dossel e também pela possível melhoria da qualidade dessa luz. O melhor ambiente luminoso no interior do dossel pode ter minimizado a competição por luz entre os perfilhos e, com isso, menor alongamento do colmo ocorreu. Contrariamente, no dossel com 45 cm no verão (altura crescente), padrão de resposta inverso pode ter acontecido, justificando sua maior TAIC e seu superior comprimento do colmo (Tabelas 1). No verão, o maior comprimento do colmo, que aumenta o percurso da folha dentro do pseudocolmo até o seu aparecimento no perfilho (SKINER & NELSON, 1995), pode ter sido o responsável pelo maior filocrono observado no dossel manejado com altura crescente (Tabela 1).

No final do verão, os altos valores de TAIC nos dosséis com alturas crescente e constante podem ter sido consequência da concentração do florescimento do capim-marandu nesta estação (PAULA et al., 2012).

No dossel manejado com altura constante, o CLF foi menor no verão (Tabela 1), em relação às demais estratégias de desfolhação estudadas. Isso pode estar relacionado ao baixo

alongamento foliar deste dossel durante o verão (Tabela 1). É provável que a manutenção da altura constante durante todo o período experimental não tenha causado variação do microclima no interior do dossel, o que não estimulou o aparecimento de novos perfilhos. Por outro lado, essa modificação do microclima pode ter ocorrido nos dosséis sob altura crescente e decrescente, o que estimulou o aparecimento de perfilhos jovens, que tem maiores alongamentos (PAIVA et al., 2011) e comprimento foliar (BARBOSA et al., 2012).

Os resultados deste trabalho indicam grande flexibilidade de adaptação à desfolhação do capim-marandu, via diferentes ajustes morfogênicos à variação sazonal da altura do dossel. É possível que a altura decrescente favoreça o acúmulo de compostos de reservas no inverno, mesmo com baixo crescimento (Tabela 1), o que poderia favorecer a rebrotação na primavera pela mobilização dessas reservas (THORNTON et al., 2000), associado a uma desfolhação moderada (30 cm). Ademais, o rebaixamento no verão para 15 cm reestabelece o potencial de biomassa (Tabela 1) em condições ambientais favoráveis.

Ademais, quando o capim-marandu tem sua altura modificada ao longo do ano, podem ocorrer efeitos residuais, como maior alongamento e tamanho do colmo (Tabela 1), esperado quando o dossel é mantido mais alto em épocas prévias.

### Conclusão

A *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresenta grande flexibilidade quanto ao manejo de desfolhação e típico padrão estacional de desenvolvimento. No inverno, as variações de altura do dossel não resultam em modificação no desenvolvimento do capim-marandu. A alteração da altura do dossel modifica o desenvolvimento do capim-marandu e gera efeitos residuais de uma época para a outra.

## Referências

- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.
- BARBOSA, R.A. (Ed.). Morte de pastos de braquiária. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. 206p. (EMBRAPA Gado de Corte, Workshop).
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VILELA, H.H. ; SOUSA, B.M.L.; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVEIRA, M.C.T. Morphogenetic and structural characteristics of guinea grass tillers at different ages under intermittent stocking. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 1583-1588, 2012.
- 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, p.323-331, 1983.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, suplemento especial, p.121-138, 2007.
- KÖPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948. 478p.
- LARA, M.A.S; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de Braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.7, p.760-767, 2011.

- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G. (Ed.). Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford: CAB Publishing, 2000. P. 265-284.
- LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. W. (Eds.) The ecology and management of grazing systems. CAB International. p.03-36, 1996.
- LEMAIRE, G.; Da SILVA, S.C.; AGNUSDEI, M.; WADE, M.; HODGSON, J. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. **Grass and forage science**, oxford, v.64, p.341-353, 2009.
- MACEDO, N.C.M. Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP:FEALQ, 2004. p.317-356.
- MENDONÇA, F.C.; RASSINI, J.B. Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. (Circular Técnica Embrapa, 45).
- PAIVA, A.J.; DA SILVA, S.C.; PEREIRA, L. E.T.; CAMINHA, F.O.; PEREIRA, P.M.; GUARDA, V.D. Morphogenesis on age categories of tillers in marandu palisadegrass. **Scientia Agrícola**. v. 68, p. 626-631, 2011.
- PAULA, C.C.L.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R.A.; MONTAGNER, D.B.; CARLOTO, M.N. Acúmulo de forragem, características morfogênicas e estruturais do capim-marandu sob alturas de pastejo. **Ciência Rural**, v. 42, p. 2059-2065, 2012.
- 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**, v.42, n.2, p.281-287, 2007.

- NOVAES, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, DPS, 1999. 399p.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; et al. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2323-2331. 2011a.
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; MOLAN, L.K.; ANDRADE, F.M.E.; GONÇALVES, A.C.; LUPINACCI, A.V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v.206, p.349-359, 2010.
- SCHNYDER, H., SEO, S., RADEMACHER, I.F. AND KÜHBAUCH, W. Spatial distribution of growth rates and of epidermal cell lengths in the elongation zone during leaf development in *Lolium perenne* L. **Planta**, v.181, p.423-431, 1990.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochon. **Crop Science**, Standford, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2012. **Plant physiology**. Artmed, 3.ed, Porto Alegre, RS, Brazil.
- THORNTON B, MILLARD P, BAUSENWEIN U. Reserve formation and recycling of carbon and nitrogen during regrowth of defoliated plants. In: Lemaire G, Hodgson J, de Moraes A de F, Carvalho PC, Nabinger C, eds. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford: CABI publishing, p. 85-99, 2000.
- WOLFINGER, R.D. 1993. Covariance structure selection in general mixed models. *Communications in Statistics Simulation and Computation*. 22:1079-1106.

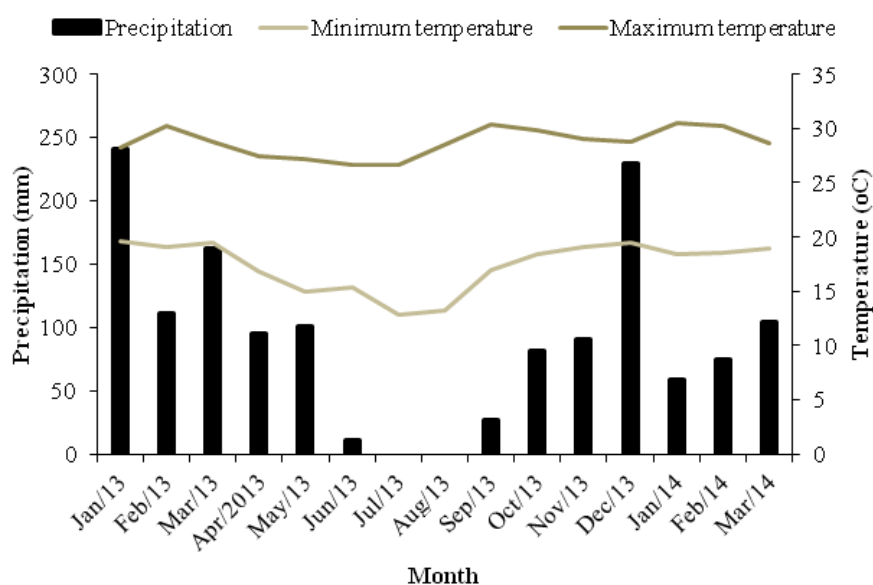


Figura 1 - Médias mensais de temperaturas mínima e máxima diárias e precipitação pluvial durante janeiro de 2013 a março de 2014

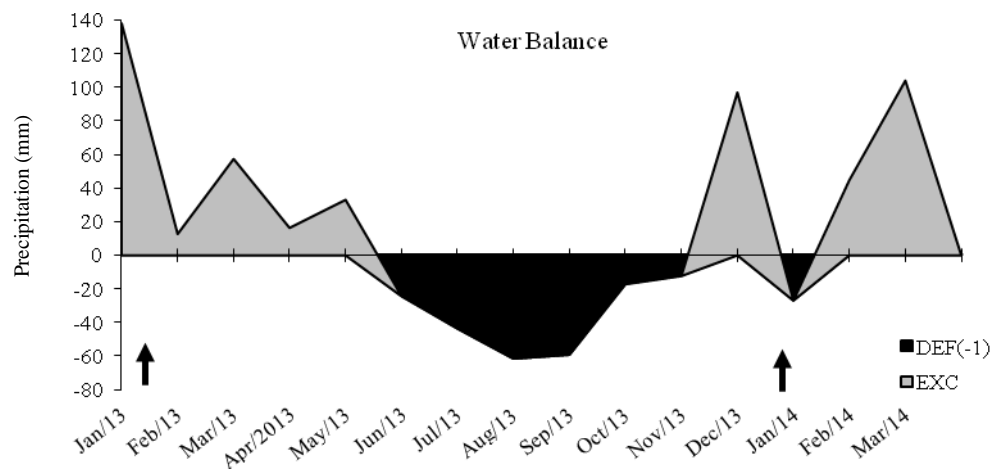


Figura 2 - Balanço do extrato hídrico no solo durante janeiro de 2013 a março de 2014. As setas indicam as épocas em que foram feitas as adubações.

**Tabela 1** - Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado com alturas variáveis durante as estações do ano

Altura	Época do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
Filocrono (dia)				
Crescente	40,3Aa	16,6Ca	20,7Ba	23,6
Constante	42,0Aa	15,6Ba	16,7Bb	24,8
Decrescente	42,0Aa	15,6Ba	13,1Bb	25,8
Média	41,4	15,9	16,8	EPM=1,27
Taxa de alongamento de colmo (cm/perfilho.dia)				
Crescente	0,02Ba	0,11Aa	0,12Aa	0,08
Constante	0,02Ba	0,07Ab	0,07Ab	0,05
Decrescente	0,03Ba	0,10Aab	0,04Bc	0,05
Média	0,02	0,09	0,08	EPM=0,011
Taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia)				
Crescente	0,12Ca	1,57Aa	1,02Bb	0,90
Constante	0,14Ca	1,46Aa	0,80Bb	0,80
Decrescente	0,18Ba	1,55Aa	1,34Aa	1,02
Média	0,14	1,53	1,05	EPM=0,086
Taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia)				
Crescente	0,29Ba	0,59Ab	0,57Aa	0,48
Constante	0,28Ba	0,99Aa	0,38Ba	0,55
Decrescente	0,36Ba	0,83Aab	0,45Ba	0,54
Média	0,31	0,81	0,46	EPM=0,089
Duração de vida da folha (dia)				
Crescente	127Aa	75Ba	99Aa	100
Constante	145Aa	67Ba	81Ba	97
Decrescente	151Aa	74Ba	58Cb	94
Média	141	72	79	EPM=6,57
Comprimento da lâmina foliar (cm)				
Crescente	11,3Bb	17,7Aa	15,5Aa	14,8
Constante	14,1Ba	17,8Aa	9,1Cb	13,7
Decrescente	15,6Ba	19,7Aa	13,3Ba	16,3
Média	13,7	18,4	12,6	EPM=0,939
Comprimento do colmo (cm)				
Crescente	10,3Cc	15,0Bb	28,9Aa	18,1
Constante	24,5ABb	20,9Ba	26,4Aa	23,9
Decrescente	33,2Aa	24,3Ba	7,5Cb	21,6
Média	22,6	20,1	20,9	EPM=1,667

Crescente: plantas com 15 cm no inverno, 30 cm na primavera e 45 cm no verão; Constante: plantas com 30 cm no inverno, primavera e verão; Decrescente: plantas com 45 cm no inverno e 30 cm na primavera e 15 cm no verão; EPM: erro padrão da média; Para cada característica, médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste t ( $P>0,05$ ).