

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

**Características morfogênicas e estruturais de faixas etárias de  
perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua  
e ritmos morfogênicos contrastantes**

**Adenilson José Paiva**

**Dissertação apresentada para obtenção do Título de  
Mestre em Agronomia. Área de Concentração:  
Ciência Animal e Pastagens**

**Piracicaba  
2009**

Adenilson José Paiva  
Zootecnista

**Características morfogênicas e estruturais de faixas etárias de  
perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua  
e ritmos morfogênicos contrastantes**

Orientador:  
Prof. Dr. **SILA CARNEIRO DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de  
Mestre em Agronomia. Área de Concentração:  
Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba  
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Paiva, Adenilson José

Características morfogênicas e estruturais de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes / Adenilson José Paiva. - - Piracicaba, 2009.

104 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.  
Bibliografia.

1. Capim marandu 2. Morfogênese vegetal 3. Nitrogênio 4. Pastagens 5. Pastejo I. Títulc

CDD 633.2  
P149c

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"**

## **Dedico**

Aos meus pais **João Donizeti Gomes de Paiva &  
Nircea Fátima da Costa Paiva**

Ah quem devo tudo que sou....

*“Sem Deus não há vida, sem família não há base e sem amigos  
não há alegria”*

*(Verena)*

## **Ofereço**

Aos meus avôs (**Joaquim Alves Costa e Alzira Clara Costa**) &  
**(Juvelino Martins de Paiva)**

A minha irmã **Geovana Cristina de Paiva**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida.

Ao meu orientador, **PROF. DR. SILA CARNEIRO DA SILVA**, pela oportunidade de pertencer a sua equipe, pela orientação inestimável e pelo exemplo de profissionalismo.

Aos meus pais e a minha irmã, que sempre me apoiaram em todos os projetos de minha vida.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens pela oportunidade de desenvolvimento do curso de Mestrado.

Aos amigos de experimento: **Fábio Olegário Caminha, Lilian Elgalise Techio Pereira, Priscila de Mesquita e Vítor Del’Alamo Guarda**. Que passaram horas agachados contando e medindo perfilhos na chuva, no sol, no frio e no calor, mas sempre com um objetivo em mente “Oh trabalho tem que ser bem feito”. Muito obrigado!!!

Aos membros do comitê **PROF. DR. ANDRÉ FISCHER SBRISSIA E PROF. DR. DOMÍCIO DO NASCIMENTO JÚNIOR**, pela atenção, dedicação, e imprescindíveis sugestões e comentários durante a elaboração da dissertação.

Aos amigos do Laboratório de Plantas Forrageiras pela convivência e companheirismo durante o dia a dia.

Ao **PROF. DR. ANDRÉ FISCHER SBRISSIA**, pelo empréstimo da planilha utilizada para trabalhar os dados e por sanar as dúvidas surgidas durante a digitação dos dados.

Ao Seu Laureano e Filhos, que muito contribuíram para andamento do experimento, sempre estando à disposição para tudo que precisávamos.

Ao **PROF. FLAVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS** pela concessão dos animais utilizados nas avaliações.

A todos os professores do departamento de zootecnia pelos valiosos conhecimentos transmitidos, que foram essenciais para minha formação.

Aos professores da UFRRJ: João Batista, Malafaiá, Nivaldo Faria Sant’Ana, José Bonifácio, João Carlos, que muito contribuíram com a minha formação.

Aos amigos da graduação: João Paulo, Otávio, Thiago, Vivian, Sergio, Gabriela e Fabiano.

Aos amigos da república Viola Quebrada: Rodrigo, Marcos, Salim, Delci, Roberto, Edward e Cesar.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

E também aos que não foram citados aqui e colaboraram para realização deste trabalho.

***“A maior recompensa do nosso trabalho não é o que nos pagam por ele, mas aquilo em que ele nos transforma.”***  
(John Ruskin)

***“Os homens perdem a saúde para juntar dinheiro, e depois perdem o dinheiro para recuperá-la. Por pensarem ansiosamente no futuro, esquecem o presente, de tal forma que acabam por nem viver no presente nem no futuro. Vivem como se nunca fossem morrer e morrem como se não tivessem vivido...”***  
(Confúcio)



## Sumário

<b>Resumo.....</b>	<b>11</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>13</b>
<b>1 Introdução .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 O perfilho e o processo produtivo .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 O nitrogênio e o crescimento vegetal.....</b>	<b>19</b>
<b>1.3 A idade das plantas e o crescimento vegetal .....</b>	<b>24</b>
<b>1.4 O capim-marandu sob lotação contínua .....</b>	<b>27</b>
<b>Referências .....</b>	<b>29</b>
<b>2 Características estruturais e faixa etária da população de perfilhos em pastos de capim-marandu sob lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes .....</b>	<b>37</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>37</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>38</b>
<b>2.1 Introdução .....</b>	<b>39</b>
<b>2.2 Material e Métodos .....</b>	<b>40</b>
<b>2.3 Resultados .....</b>	<b>49</b>
<b>2.4 Discussão.....</b>	<b>57</b>
<b>2.5 Conclusões .....</b>	<b>62</b>
<b>3 Características morfogênicas de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes .....</b>	<b>67</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>67</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>68</b>
<b>3.1 Introdução .....</b>	<b>69</b>
<b>3.2 Material e Métodos .....</b>	<b>70</b>
<b>3.3 Resultados .....</b>	<b>78</b>
<b>3.4 Discussão.....</b>	<b>87</b>
<b>3.5 Conclusões .....</b>	<b>91</b>
<b>Referências .....</b>	<b>91</b>
<b>4 Considerações finais.....</b>	<b>97</b>
<b>Referências .....</b>	<b>98</b>
<b>5 Conclusões .....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>103</b>



**Resumo**  
**Características morfológicas e estruturais de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfológicos contrastantes**

Recentemente, estudos envolvendo o conhecimento das características morfológicas e estruturais de plantas forrageiras adquiriram grande importância por auxiliarem na compreensão do que ocorre com estas nas pastagens, quando submetidas a estratégias de manejo do pastejo. Frequentemente a adubação nitrogenada é utilizada como forma de promover aumento do ritmo de crescimento das plantas que, por meio da renovação de perfilhos, pode resultar em modificações significativas da faixa etária de perfilhos que compõem o pasto, influenciando as respostas morfológicas e estruturais da planta forrageira. O objetivo deste experimento foi avaliar a influência da idade dos perfilhos sobre as características morfológicas e estruturais de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfológicos contrastantes gerados por meio de adubação nitrogenada. Os tratamentos corresponderam à aplicação de três doses de nitrogênio (150, 300 e 450 kg/ha de N) mais o controle (sem adubação), e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 1.200 m<sup>2</sup>) segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta durante o outono/inverno de 2007 e o verão de 2008: taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (dias), taxa de alongamento de folhas (TAIF) e de colmos (TAIC), duração de vida das folhas (DVF), taxa de senescência de folhas (TSeF), comprimento final das folhas expandidas (CFF), comprimento de colmo (CC), número de folhas em expansão (NFE), número de folhas senescentes (NFS), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e a faixa etária dos perfilhos na população de plantas. De forma geral, ritmos morfológicos mais acelerados (pastos adubados com 300 e 450 kg/ha de N) resultaram em população de perfilho mais jovial que ritmos morfológicos mais lentos (pastos não adubados e/ou adubados com 150 kg/ha de N). Perfilhos jovens apresentaram maiores valores de TApF e de TAIF e menores valores de filocrono e de DVF que perfilhos maduros e velhos. Essas variações em respostas morfológicas resultaram em maior CFF e NFV para perfilhos maduros, menor NFE para perfilhos velhos e menor CC e NFS para perfilhos jovens no outono/inverno. Já no verão, resultaram em menor CFF e NFV para perfilhos velhos, e menor CC para perfilhos jovens. Ritmos morfológicos mais acelerados determinam uma população com um perfil mais jovial, caracterizada por aparecimento e alongamento de folhas mais rápido que perfilhos maduros e velhos, indicando que estratégias de manejo do pastejo e/ou práticas agrônômicas que permitissem maior renovação da população de perfilhos poderiam resultar em aumentos de produção de forragem, contribuindo para aumentos de produtividade animal.

Palavras-chave: Características morfológicas e estruturais; Idade dos perfilhos; Nitrogênio; *Brachiaria brizantha*



**Abstract**  
**Morphogenetic and structural characteristics of tiller age categories on continuously stocked marandu palisadegrass swards subjected to contrasting morphogenetic rhythms**

Recently, studies focusing on morphogenetic and structural characteristics have become increasingly important since they facilitate the understanding of forage plants when subjected to grazing. Quite often nitrogen fertilisation is used as a means of increasing growth rhythm of plants that, because of the turnover in tiller population, may result in significant modifications in the age profile of tillers comprising the pasture and interfere with their morphogenetic and structural responses. The objective of this experiment was to evaluate the influence of tiller age on morphogenetic and structural responses of continuously stocked marandu palisadegrass swards maintained at 30 cm and subjected to contrasting morphogenetic rhythms created by nitrogen fertilisation use. Treatments corresponded to three nitrogen application rates (150, 300 e 450 kg/ha de N) plus the control (no fertilisation) and were assigned to experimental units (1200 m<sup>2</sup> paddocks) according to a complete randomised block design, with four replications. The following response variables were measured during autum/winter 2007 and summer 2008: leaf appearance rate (LAR), phyllochron (days), leaf (LER) and stem (SER) elongation rate, leaf life span (LLS), leaf senescence rate (LSR), final leaf length of fully expanded leaves (FLL), stem length (SL), number of expanding (NEL), senescing (NSL) and live (NLL) leaves per tiller, and tiller age categories comprising sward tiller population. In general, faster morphogenetic rhythms (swards fertilised with 300 and 450 kg/ha of N) resulted in a younger tiller population than slower morphogenetic rhythms (no fertilised swards or fertilised with 150 kg/ha of N). Young tillers had higher LAR and LER and lower phyllochron and LLS than mature and old tillers. These variations in morphogenetic responses resulted in larger FLL and NLL on mature tillers, lower NEL on old tillers and lower SL and NSL on young tillers in autumn/winter. During summer, they resulted in lower FLL and NLL on old tillers, and lower SL on young tiller. Faster morphogenetic rhythms result in a younger tiller population characterised by higher LAP and LER than mature and old tillers, indicating that management practices that allow fast turnover in tiller population could result in increased herbage accumulation, favouring increases in animal productivity.

Keywords: Morphogenetic characteristics; Structural characteristics; Tiller age; Nitrogen; *Brachiaria brizantha*



## 1 Introdução

Nos últimos anos estudos envolvendo o conhecimento das características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras adquiriram grande importância na área de forragicultura e manejo de pastagens do país. Nesse contexto, avaliações relativas à morfogênese e à dinâmica de populações de perfilhos passaram a ser parte integrante de um número significativo de protocolos experimentais, permitindo a identificação de condições de pasto (altura, massa de forragem, massa de lâminas foliares, IAF etc.) adequadas para assegurar alta produção de forragem e produtividade animal (DA SILVA; NASCIMENTO JR, 2007).

As características morfogênicas são geneticamente determinadas, porém são influenciadas por fatores de ambiente como temperatura e suprimento hídrico e de nutrientes, principalmente nitrogênio (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). É fato conhecido que para gramíneas de clima temperado o uso de nitrogênio propicia melhoria da eficiência de utilização da forragem (MAZZANTI; LEMAIRES, 1994). Essa melhoria se deve à maior velocidade de crescimento da gramínea adubada que, para que seja mantido um mesmo valor de IAF ou altura dos pastos sob lotação contínua, requer aumento da taxa de lotação o que, por sua vez, resulta em aumento da frequência de desfolhação de perfilhos individuais durante o período de vida da folha. (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Para gramíneas tropicais, no entanto, não existe informação similar, razão pela qual não se sabe se o uso do nitrogênio pode proporcionar melhora na eficiência de utilização da forragem produzida em pastos manejados sob lotação contínua.

O nitrogênio também possui efeito positivo sobre as taxas de aparecimento de folhas e de renovação de perfilhos (LEMAIRE; CHAMPMAN, 1996; ALEXANDRINO et al., 2000; MORAIS et al., 2006), o que contribui para uma rápida renovação de tecidos e perfilhos no pasto, resultando em uma população de perfilhos mais jovens. Existem evidências de que a idade dos perfilhos influencia as respostas morfogênicas das plantas, particularmente o aparecimento e o alongamento de folhas, respostas estas que ocorrem segundo taxas mais altas em perfilhos mais novos (CARVALHO; MATTHEW; HODGSON, 2001; BARBOSA, 2004). Dessa maneira, a adubação nitrogenada, além de promover aumento no acúmulo de forragem, pode ser utilizada para a manipulação do

perfil de idade da população de perfilhos no pasto, favorecendo aumento em crescimento e valor nutritivo da forragem (SANTOS et al., 2006).

O capim-marandu é uma das plantas forrageiras mais utilizadas em pastagens cultivadas no Brasil e, na maioria das vezes, é utilizado sob lotação contínua. Pouco se sabe de sua resposta à adubação nitrogenada sob essa condição de uso. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da idade dos perfilhos sobre as características morfogênicas e estruturais de pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv. Marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes.

### **1.1 O perfilho e o processo produtivo**

O perfilho é a unidade básica de crescimento das gramíneas forrageiras, cujo desenvolvimento morfológico está baseado na sucessiva diferenciação de fitômeros em diferentes estádios de desenvolvimento (VALENTINE; MATTHEW, 1999) a partir do meristema apical (BRISKE, 1991). O fitômero, por sua vez, é formado por uma folha (lâmina e bainha), entrenó e nó, com sua respectiva gema axilar (NELSON, 2000). Os perfilhos aparecem continuamente na pastagem e possuem um ciclo de vida mais ou menos determinado sendo substituídos de maneira organizada pelos mais jovens (VALENTINE; MATTHEW, 1999). Considerando que pastagens formadas por gramíneas são constituídas por uma população de perfilhos, o tempo de vida dos mesmos, bem como suas taxas de aparecimento e morte, são fatores importantes para a persistência e produtividade da comunidade de plantas na área (LANGER, 1963). Nesse contexto, a taxa de crescimento do pasto corresponde à integral das taxas de crescimento de seus componentes, os perfilhos (MATTHEW et al., 1999), ou seja, o conjunto de perfilhos (densidade populacional), associado aos padrões de perfilhamento (aparecimento, mortalidade e sobrevivência), determina a produção da comunidade vegetal (DA SILVA; PEDREIRA, 1997).

A morte dos perfilhos ocorre por inúmeras razões, sendo que uma das principais é a remoção do meristema apical por meio do pastejo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), fenômeno esse particularmente importante em pastos em estágio reprodutivo de desenvolvimento, condição em que o meristema é elevado pelo alongamento dos entrenós, e também em pastos onde há alongamento de colmos durante o estágio vegetativo, como é o caso das gramíneas forrageiras tropicais (DA SILVA, 2004). Outra

causa importante da morte de perfilhos em pastos com densidade populacional elevada é a limitação no suprimento de carbono gerada pela competição por luz (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Davies, Evans e Exley (1983) mostraram que uma quantidade maior de assimilados é alocada para o crescimento de perfilhos existentes em detrimento à formação de novos perfilhos em plantas sombreadas. Nessa condição, perfilhos jovens são os primeiros a morrer como resultado da sobreposição e, conseqüentemente, sombreamento pelos perfilhos mais velhos (ONG; MARSHALL; SAGAR, 1978). Adicionalmente, em condições de sombreamento, algumas gemas dos perfilhos podem ser abortadas antes mesmo da emergência de novos perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Segundo Chapman e Lemaire (1993), a dinâmica da geração e expansão da forma da planta no tempo e no espaço é definida como sendo a morfogênese. De acordo com Gillet, Lemaire e Gosse (1984), admite-se que as plantas possuem um padrão morfogênico programado geneticamente. Essa programação morfogênica determina o funcionamento e o arranjo dos meristemas em termos de produção e taxas de expansão de novas células, as quais, por sua vez, definem a dinâmica de expansão dos órgãos e os requerimentos de carbono e nitrogênio necessários para preencher os correspondentes volumes de expansão (DURAND et al., 1991). Segundo Lemaire e Chapman (1996), em pastos onde apenas folhas são produzidas, a morfogênese pode ser descrita por meio de três características principais: o aparecimento de folhas, o alongamento de folhas e o tempo de vida das folhas. Essas características, apesar de definidas geneticamente, são influenciadas por variáveis de ambiente como temperatura, suprimento de nutrientes e disponibilidade de água no solo, as quais determinam a expressão fenotípica das mesmas na forma de taxas ou duração de processos: taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF) e duração de vida da folha (DVF). A expressão dessas três características determina a forma como os componentes morfológicos das plantas se encontram arranjados no dossel forrageiro, ou seja, a estrutura do pasto. Esta é representada por três características principais: o tamanho da folha, determinado a partir da relação entre TApF e TAIF, uma vez que para um dado genótipo o período de alongamento da folha é uma fração constante do intervalo de aparecimento de folhas sucessivas (DALE, 1982);

a densidade populacional de perfilhos, que é parcialmente relacionada com a TApF que, por sua vez, determina o número potencial gemas axilares para o aparecimento de novos perfilhos (DAVIES, 1974); e o número de folhas verdes por perfilho (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

O processo de acúmulo de forragem é, portanto, dependente do balanço entre a produção de novos tecidos (perfilhamento, aparecimento e alongamento de folhas) e a morte/decomposição de tecidos velhos (senescência foliar e morte de perfilhos). É, portanto, um processo resultante de interações complexas advindas da combinação dos atributos genéticos de uma espécie e os efeitos do ambiente sobre seus processos fisiológicos e características morfológicas (HODGSON; MAXWELL, 1981; DA SILVA; PEDREIRA, 1997).

Segundo Hodgson (1990), sistemas de produção animal em pastagens possuem três estágios de produção: crescimento (acúmulo de forragem), utilização (colheita da forragem produzida pelos animais em pastejo) e conversão (transformação dos nutrientes ingeridos em produto animal). O mesmo autor afirma que o ideal seria maximizar esses três processos, porém, dentro de uma comunidade de plantas forrageiras, existem fatores compensatórios que não permitem ganhos máximos em todos os processos, caracterizando uma interdependência entre os estágios de produção. Por exemplo, é necessária a manutenção de uma área foliar remanescente suficiente para assegurar a interceptação eficaz da luz incidente por tecidos com alta capacidade fotossintética ao mesmo tempo em que é preciso colher com eficiência a forragem produzida com elevado valor nutritivo, minimizando as perdas por senescência. Esses são objetivos antagônicos, tornando evidente a existência de um conflito entre as necessidades de plantas e animais caracterizadas pela demanda comum por um mesmo componente vegetal, as folhas jovens. Dentre os três estágios de produção mencionados (crescimento, utilização e conversão), a utilização é o que apresenta a maior eficiência relativa de uso da energia que entra no processo de produção, indicando que, em uma escala de prioridades, esse seria o estágio que propiciaria maior flexibilidade e oportunidade no sentido de permitir a manipulação (manejo) do processo de produção e da produtividade em sistemas pastoris (DA SILVA; CORSI, 2003).

A eficiência de utilização da forragem produzida pode ser definida como a proporção do crescimento (tecidos novos produzidos) que é removida pelos animais em pastejo antes que entre em processo de senescência, sendo, portanto, dependente da proporção do comprimento da folha que escapa à desfolhação e senesce (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Dessa forma, a eficiência de utilização é determinante da produtividade animal em pastagens e pode ser ajustada por meio de alterações na frequência e intensidade de desfolhação de perfilhos individuais, ou seja, por meio do manejo do pastejo.

## **1.2 O nitrogênio e o crescimento vegetal**

O nitrogênio é sem dúvida um dos mais importantes nutrientes para a produção das gramíneas forrageiras, sendo frequentemente objeto de estudo em trabalhos de pesquisa. Por ser componente de inúmeros compostos orgânicos fundamentais à vida das plantas (MENGEL; KIRKBY, 2001), possui participação destacada na determinação da produtividade das pastagens (WERNER, 1986), sendo, por essa razão, um dos principais fatores relacionados com a baixa produtividade das mesmas (ROCHA et al., 2002). Esse nutriente é integrante da estrutura de biomoléculas fundamentais como proteínas, clorofilas, bases purínicas e pirimidínicas além de, relativamente a outros nutrientes minerais, ser exigido em maiores quantidades pelas plantas (CRAWFORD, 1995).

Em pastagens de clima temperado, a adubação nitrogenada é utilizada também para melhorar a eficiência de utilização da forragem sob condições de pastejo. Mazzanti e Lemaire (1994), em trabalho com (*Festuca arundinacea* Schreb.) sob lotação contínua, encontraram que níveis sub-ótimos de suprimento de nitrogênio relativamente às necessidades nutricionais da planta resultaram em baixa utilização da forragem produzida (57%) quando comparados com níveis ótimos de suprimento desse nutriente (73%). Isso foi explicado pelo fato de que com baixo suprimento de N o intervalo entre desfolhações sucessivas de folhas individuais foi maior que com suprimento ótimo (28 e 20 dias, respectivamente), resultado de uma menor taxa de lotação empregada para manter o pasto num mesmo valor de IAF.

A adição de N nas pastagens pode resultar em aumentos expressivos no acúmulo de biomassa. Esse acúmulo é resultado de modificações promovidas pelo N

nas características morfogênicas (aparecimento, alongamento e tempo de vida das folhas) e nas características estruturais das plantas (densidade populacional de perfilhos, números de folhas vivas por perfilho e tamanho da folha) (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). A característica mais sensível à adubação nitrogenada é o alongamento de folhas, de maneira que doses crescentes de N podem resultar em aumentos lineares dessa característica morfogênica (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). O efeito pronunciado do N sobre essa característica deve-se ao fato de que a síntese de novas células é fortemente estimulada pelo suprimento de N, existindo pouca influência do N sobre aumentos no tamanho da célula, mostrando que, incrementos no alongamento das folhas são resultado, principalmente, da produção de novas células (GASTAL; NELSON, 1994). A síntese de células, por sua vez, é restrita à região basal das lâminas foliares, local onde se observa maior deposição de N. Nas regiões, intermediária, onde ocorre o alongamento celular, e superior da lâmina foliar, onde ocorre a maturação celular, são aquelas em que há menor deposição de N (SCHNYDER et al., 2000). Segundo Gastal, Belanger e Lemaire (1992), plantas deficientes em N podem apresentar reduções de três a quatro vezes nos valores de alongamento foliar relativamente a plantas mantidas sob condições não limitantes. Volenec e Nelson (1984), trabalhando com *Festuca arundinacea* (Schreb), relataram incremento de 140% no alongamento foliar quando o suprimento de N passou de 22 para 336 kg/ha. Padrões semelhantes de resposta também foram descritos para algumas gramíneas tropicais como o capim-mombaça (GARCEZ NETO et al., 2002) e o capim-marandu (ALEXANDRINO et al., 2000).

Outro ponto importante é que o metabolismo do carbono em plantas está intimamente relacionado com o metabolismo do N, uma vez que o processo de fotossíntese é dependente da atividade das enzimas do Ciclo de Calvin. Estas são compostos protéicos e, como tal, dependem da assimilação do N mineral do solo para que possam ser sintetizadas. Por outro lado, a assimilação do N é um processo dependente da energia dos fotoassimilados oriundos da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2004). Essa dependência de um fator sobre o outro como, por exemplo, a dependência da energia oriunda da fotossíntese para assimilação do N e da assimilação do N para que o processo fotossintético ocorra, mostra que as respostas das plantas à adubação

nitrogenada podem ser resultado de inúmeras interações, o que pode levar a algumas inconsistências na interpretação das respostas das plantas à adubação nitrogenada. Isso parece ficar evidente quando se trata dos efeitos da adubação nitrogenada sobre o aparecimento de folhas, pois não existe unanimidade na literatura quanto ao efeito da adubação nitrogenada sobre essa resposta morfogênica das plantas. Alguns autores (LEMAIRE, 1988; CRUZ; BOVAL, 2000), trabalhando com gramíneas cespitosas, relataram a existência de pequeno efeito da adubação nitrogenada sobre essa característica. Porém, trabalhos conduzidos no Brasil em casa de vegetação com o capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) (GARCEZ NETO et al., 2002) e com o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Hochst ex A. Rich)) (ALEXANDRINO et al., 2000), demonstraram efeito significativo da fertilização nitrogenada sobre o aparecimento de folhas.

Essa divergência entre os autores advém do fato de que inúmeros fatores atuam na expressão fenotípica do aparecimento de folhas, sendo umas das principais causas a temperatura. Isso porque o aparecimento de folhas é influenciado diretamente pela temperatura, de maneira que o filocrono (intervalo de surgimento de duas folhas sucessivas) permanece relativamente estável quando expresso em graus dias; 110°C para *Lolium perenne* (DAVIES; TOMAS, 1983) e 230°C para *Dactylis glomerata* (DURU et al., 1993). Sbrissia (2004) argumentou que nem sempre essa linearidade entre aparecimento de folhas e temperatura é verdadeira, sendo que a ausência de quaisquer outros fatores (e.g. água, luz etc.) pode interferir no aparecimento de folhas e, conseqüentemente, no filocrono.

Outro fator que exerce efeito sobre o surgimento de folhas é o comprimento da bainha foliar, uma vez que a taxa de aparecimento de folhas (TApF) tende a diminuir durante o processo de crescimento das plantas (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Na verdade, a taxa de iniciação de folhas no meristema apical (plastocrono) permanece constante em função da temperatura, mas com o aumento do comprimento das bainhas de folhas sucessivas há maior demora no surgimento das folhas acima do cartucho (NABINGER; PONTES, 2001), o que resulta em aparente redução da TApF. Duru, Ducrocq e Feuilllerac (1999) salientaram que quando as condições climáticas e o suprimento de nitrogênio são adequados, o intervalo de aparecimento de duas folhas

sucessivas depende do comprimento da bainha da folha anterior, o qual, por sua vez, depende da altura de desfolhação. Dessa maneira, a condição dos pastos no início da rebrotação após desfolhação, o número de folhas e a disponibilidade de N podem promover diferentes efeitos sobre a TApF, o que pode justificar os diferentes resultados encontrados na literatura, uma vez que outros fatores estariam atuando sobre a TApF e não somente o efeito da adubação nitrogenada.

De maneira similar, o efeito da utilização de N sobre a duração de vida da folha parece não apresentar um padrão definido de resposta. Mazzanti; Lemaire e Gastal (1994) ressaltaram que, em geral, ocorre uma redução na duração de vida da folha sob condições de alta disponibilidade de N, consequência da maior competição por luz determinada pelo aumento da taxa de alongamento foliar e pelo maior tamanho final da folhas. Por outro lado, Garcez Neto et al. (2002) verificaram que doses crescentes de N resultaram em aumento linear na DVF. Provavelmente, esse fato poderia estar associado à manutenção de maior capacidade fotossintética das folhas por períodos mais longos sem que houvesse remobilização interna significativa de nitrogênio das folhas mais velhas ou até mesmo alongamento de colmos promovendo entrada de luz no interior do dossel, fato que não ocorre na fase de desenvolvimento vegetativo de plantas forrageiras de clima temperado.

Assim a importância do conhecimento da DVF reside no fato de que perdas em eficiência de utilização podem ser maximizadas quando estratégias de manejo do pastejo não são ajustadas às variações dessa característica. O conhecimento da DVF é fundamental para o manejo do pastejo. Ela indica a massa de forragem teto passível de ser mantida na área, bem como, a intensidade e a frequência de pastejo sob condições de lotação contínua e pastejo rotativo, respectivamente, que permitiriam manter índices de área foliar próximos da maior eficiência de interceptação luminosa e máximas taxas de acúmulo de forragem (NABINGER; PONTES, 2001).

Dessa maneira, o conhecimento do padrão de variação das características morfogênicas em função do uso de adubação nitrogenada assume papel importante, pois o entendimento das variações dessas características possibilita entender os possíveis benefícios ou malefícios do uso da adubação nitrogenada sobre a eficiência de utilização da forragem produzida. Assim como para as características morfogênicas,

também há necessidade de entendimento da ação do N sobre as características estruturais, uma vez que o produto entre densidade populacional de perfilhos, número de folhas vivas por perfilho e tamanho da folha determina o índice de área foliar dos pastos (IAF), principal variável estrutural e que possui alta correlação com as respostas tanto de plantas como de animais em ambientes de pastagens (SBRISSIA; DA SILVA, 2001).

As características estruturais, por serem determinadas pelas características morfogênicas, também apresentam um padrão de variação em função da aplicação de nitrogênio. A densidade populacional de perfilhos é influenciada diretamente pela TApF por meio da determinação do número potencial de gemas axilares e de sua relação com o aparecimento de novos perfilhos (“site filling”) (DAVIES, 1974). Segundo Lemaire (1985), baixas concentrações de nitrogênio na planta determinam baixos valores de ocupação de sítios (“site filling”) e resultam em baixa taxa de aparecimento de perfilhos. Em uma população de plantas, a taxa potencial de aparecimento de perfilhos só pode ser atingida quando o IAF da pastagem for baixo (NABINGER; PONTES, 2001), uma vez que com o aumento do IAF ocorre redução na quantidade e qualidade da luz disponível no interior do dossel (DAVIES; THOMAS, 1983; CASAL; SANCHEZ; DEREKIBUS, 1986; FRANK; HOFMAN, 1994). De acordo com 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 (reprodutivo ou vegetativo). A ação de todos esses fatores em conjunto determina o aparecimento, sobrevivência e mortalidade dos perfilhos que ocorrem durante todos os meses do ano (LANGER, 1963). É o balanço desses processos que determina a densidade populacional de perfilhos no pasto.

Os efeitos da adubação nitrogenada sobre as características morfogênicas podem gerar situações em que a ocorrência de dois processos determinantes de uma dada característica estrutural ocorram de maneira compensatória, ou seja, um processo atuando de maneira positiva e outro processo de maneira negativa, caracterizando um caráter tampão das respostas de plantas a estratégias de manejo. Isso pode ser observado para o tamanho da folha, pois o efeito do N sobre o comprimento final de folhas é resultado de dois processos que agem de maneira antagônica; maior taxa de

alongamento, o que tende a produzir folhas com maior comprimento, e menor período de alongamento, resultado da maior taxa de aparecimento de folhas, o que tende a produzir folhas de menor tamanho (CRUZ; BOVAL, 2000). Como consequência desses processos o efeito do N sobre o tamanho da folha pode ser limitado.

O tamanho da folha é determinado pela relação entre a TApF e TAIF, uma vez que, para um dado genótipo, o período de alongamento da folha em expansão é uma fração constante do intervalo de aparecimento de folhas sucessivas (DALE, 1982). Enquanto a TAIF está diretamente correlacionada ao tamanho final da folha, folhas de menor tamanho estão associadas a valores elevados de TApF (NABINGER; PONTES, 2001). Outro fator que apresenta influência no tamanho final da folha é o comprimento da bainha foliar, ou seja, quanto maior o comprimento da bainha, maior será a fase de multiplicação celular, promovendo maior comprimento final da folha (DURU; DUCROCQ, 2000).

Assim como o tamanho da folha é uma característica relativamente estável, o número de folhas vivas por perfilho apresenta-se bastante estável na ausência de deficiências hídricas e nutricionais. O número de folhas vivas por perfilhos é resultante do produto entre a duração de vida da folha e da TApF (NABINGER; PONTES, 2001). Para capim-marandu esse número gira em torno de 4,5 folhas por perfilho (SBRISSIA, 2004). Segundo Alexandrino et al. (2004), pode-se inferir que plantas recebendo N atingem seu número máximo de folhas vivas por perfilho mais rápido relativamente àquelas não-adubadas, promovendo, com isso, a possibilidade de colheitas mais frequentes com a finalidade de evitar perdas por senescência (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994).

### **1.3 A idade das plantas e o crescimento vegetal**

A produção fotossintética dos vegetais é dependente de fatores relacionados ao ambiente, como a temperatura, e de fatores relacionados à própria planta, como a idade das folhas, por exemplo. De maneira geral se observa um aumento na capacidade fotossintética das folhas até que esta atinja sua maturidade ou até pouco depois, estágio a partir do qual ocorre declínio acentuado em função da idade. Esse declínio na capacidade fotossintética ocorre tanto em folhas de plantas perenes como em folhas de plantas de ciclo curto (FERRAZ, 1977).

A redução na capacidade fotossintética é maximizada com o início do processo de senescência, sendo que o principal fator que induz o envelhecimento precoce das folhas é o seu conteúdo de nutrientes minerais. Se os nutrientes são limitantes, eles são preferencialmente distribuídos para folhas jovens, além de serem exportados das folhas mais velhas para as mais novas. Além disso, os minerais, especialmente nitrogênio e potássio, têm comprovadamente um efeito de estimular a fotossíntese (MITCHELL, 1979). Para a maioria das folhas, a mais alta taxa fotossintética é alcançada quando a lâmina foliar está completamente expandida. Esta é mantida por curto espaço de tempo, e a redução subsequente é dependente apenas da estrutura da copa e da demanda por assimilados (EVANS, 1973).

Essa redução na capacidade fotossintética em nível de folha também é observada em nível de perfilhos, de maneira que perfilhos com uma idade mais avançada apresentam uma redução na capacidade de produção de fotoassimilados. A capacidade fotossintética de perfilhos jovens foi avaliada no trabalho de Carvalho et al. (2006), em que perfilhos primários jovens de capim-mombaça e capim-tanzânia apresentaram menor retenção de  $^{14}\text{C}$  que perfilhos primários velhos e principais, sugerindo que a capacidade fotossintética dos perfilhos jovens excedia sua capacidade de estoque, uso para manutenção e crescimento, de maneira que parte dos fotoassimilados eram transportados para outros perfilhos em estágio mais avançado de desenvolvimento. Outro fator que corrobora a redução da capacidade fotossintética na medida em que avança a maturidade da planta é o aumento na proporção dos tecidos condutores e mecânicos das folhas e perfilhos (PINTO, 1993), além da redução no número de folhas (ZIMMER; EUCLIDES; MACEDO, 1988).

Carvalho (2002) avaliou a atividade fotossintética de perfilhos de diferentes faixas etárias (velhos - idade superior a três meses de vida), maduros (com um a três meses de vida) e jovens (idade inferior a um mês de vida) dos capins tanzânia e mombaça submetidos a alturas de corte. Os resultados revelaram efeito da idade do perfilho sobre a atividade fotossintética, de maneira que perfilhos velhos apresentaram atividade fotossintética inferior àquela registrada para perfilhos maduros e jovens (12,2; 15,8 e 15,8  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$  para perfilhos velhos, maduros e jovens, respectivamente). Segundo a autora, essa perda na capacidade fotossintética pode estar relacionada ao

fato de que perfilhos velhos já tenham sofrido um maior número de eventos de desfolhação relativamente a perfilhos jovens, o que poderia ter causado alterações em sua morfologia e fisiologia.

Concomitantemente, Carvalho (2002) avaliou o efeito das faixas etárias de perfilhos sobre as taxas de aparecimento e alongamento de folhas dos capins Mombaça e Tanzânia. De maneira consistente, a autora observou redução no ritmo de crescimento com o avanço na idade dos perfilhos. A taxa de aparecimento de folhas no capim-tanzânia foi reduzida de 0,093 para 0,063 e no capim-mombaça de 0,103 para 0,026 folha/perfilho.dia para perfilhos jovens e velhos, respectivamente. A taxa de alongamento de folhas também sofreu redução substancial, sendo, para perfilhos velhos, equivalente a 32 e 39% daquela de perfilhos novos para os capins Mombaça e Tanzânia, respectivamente.

Além das alterações nas características morfogênicas, mudanças anatômicas também podem ser observadas em perfilhos mais velhos, mudanças essas que podem interferir com a atividade fotossintética. Para o capim-mombaça houve aumento da área foliar específica ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ) com o aumento da idade dos perfilhos (CARVALHO, 2002), ou seja, as folhas de perfilhos velhos eram relativamente mais leves que folhas de perfilhos jovens e maduros. Segundo a autora, a ocorrência desse fato provavelmente está vinculada a mudanças nas características morfológicas dos tecidos vegetais. Entretanto, estudos anatômicos de folhas de gramíneas forrageiras não são efetuados rotineiramente, de maneira que o conhecimento que se tem sobre o efeito das mudanças anatômicas sobre as respostas fisiológicas das plantas ainda é reduzido (CARVALHO, 2002).

Barbosa (2004) avaliou o efeito da idade dos perfilhos (jovens - idade de um a dois meses de vida; maduros - de dois a quatro meses; velhos - mais que quatro meses de vida) sobre as características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a estratégias de pastejo rotativo. Os resultados seguiram o mesmo padrão encontrado por Carvalho (2002), de maneira que com o aumento na idade dos perfilhos houve redução no ritmo de crescimento dos mesmos. Esse fato foi caracterizado por meio de redução na taxa de aparecimento e de alongamento de folhas. As características estruturais, por sua vez, também apresentaram algumas alterações

como, por exemplo, o comprimento final das folhas e o número de folhas vivas por perfilho, que foram maiores para perfilhos jovens relativamente aos perfilhos maduros e velhos.

Apesar do número reduzido de trabalhos relacionados com o efeito da idade dos perfilhos sobre o crescimento das plantas, os resultados indicam uma progressiva perda do ritmo de crescimento em perfilhos mais velhos, sugerindo que estratégias de manejo do pastejo podem ser utilizadas como forma de manipular o processo e gerar vantagens para o sistema de produção a partir de manutenção de populações de perfilhos jovens nos pastos. Entretanto, trabalhos dessa natureza ainda são escassos até mesmo na literatura internacional (CARVALHO; MATTHEW; HODGSON, 2001), e deveriam ser realizados como forma de fornecer subsídios para ajustes e melhor definição de práticas de manejo do pastejo.

#### **1.4 O capim-marandu sob lotação contínua**

As gramíneas do gênero *Brachiaria* ocupam grande parte das áreas de pastagens cultivadas no Brasil, sendo a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu uma das mais utilizadas. Cerca de 20% de todo o território nacional é ocupado por pastagens, dos quais 20% correspondem a pastagens cultivadas com plantas do gênero *Brachiaria* que se encontram em diversos graus de degradação (FNP, 2003). O uso em grande escala desse gênero, em especial o capim-marandu, se deve à sua grande capacidade de adaptação às mais variadas condições de ambiente, especialmente em sistemas de produção com reduzida utilização de insumos.

O capim-marandu apresenta uma baixa tolerância a solos encharcados e ao sombreamento, é tolerante à acidez, sendo recomendado para solos de média a alta fertilidade. A temperatura ótima para seu crescimento é de 25° a 30°C, sendo a mínima de 15°C, embora tolere bem a ocorrência de geadas. É um ecótipo originário das regiões vulcânicas da África Tropical, tendo sido introduzido no Brasil em 1977, no Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte - EMBRAPA, localizado no município de Campo Grande, MS, e lançado oficialmente como opção comercial de planta forrageira em 1984 (RENVOIZE; CLAYTON; KABUYE, 1996).

Nos últimos anos essa gramínea forrageira passou por uma série de experimentos sob lotação contínua com diferentes alturas de manejo (GONÇALVES,

2002; LUPINACCI, 2002; ANDRADE, 2003; SARMENTO, 2003; MOLAN, 2004; SBRISSIA, 2004) e sob lotação intermitente com diferentes frequências e intensidades de desfolhações (TRINDADE, 2007; ZEFERINO, 2007; SOUZA JÚNIOR, 2007; SARMENTO, 2007; GIACOMINI, 2007), fazendo com que se tornasse uma das gramíneas forrageiras tropicais mais bem estudadas no Brasil.

Na série citada de experimentos sob lotação contínua, adotou-se uma modalidade de manejo onde a taxa de lotação era variável como forma de permitir o controle e a manutenção das condições e metas de altura de pasto pré-determinadas (DA SILVA, 2004). Partindo dessa premissa, Andrade (2003) mostrou que para a manutenção das alturas de 10, 20, 30 e 40 cm foram necessárias taxas de lotação equivalentes a 4,1; 3,0; 2,1 e 1,2 UA/ha, respectivamente. Como resultado das diferentes taxas de lotação empregadas, a frequência de desfolhação de perfilhos e folhas individuais variou, de forma que em pastos mantidos mais baixos por meio do uso de uma maior taxa de lotação foram registradas maiores frequências de desfolhação de perfilhos individuais (GONÇALVES, 2002). Nessa mesma série de experimentos com o capim-marandu sob lotação contínua Sbrissia (2004) mostrou que a otimização da produção (balanço entre crescimento e senescência) era praticamente constante para pastos mantidos entre 20 e 40 cm, amplitude dentro da qual o IAF dos pastos variou entre 4,0 e 5,1, respectivamente, valores esses bem superiores àqueles registrados nos pastos mantidos a 10 cm (2,7). Adicionalmente, os pastos mantidos a 10 cm foram aqueles que resultaram no menor desempenho animal (0,190; 0,510; 0,750 e 0,930 kg/novilha.dia para pastos mantidos a 10, 20, 30 e 40 cm, respectivamente; ANDRADE, 2003), resultado principalmente do menor consumo diário de forragem (1,3; 1,8; 1,8 e 2,0 kg MS/100 kg peso corporal; SARMENTO, 2003). Dessa forma, a maior produtividade animal (produto entre taxa lotação e desempenho por animal) foi obtida nos pastos mantidos a 30 cm, apesar de nessa condição ter sido registrada uma eficiência de utilização dos pastos 15% menor que aquela registrada nos pastos mantidos a 10 cm.

Dessa forma, técnicas de manejo que permitissem aumentar a eficiência de utilização dos pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm sob lotação contínua poderiam trazer benefícios para a produtividade do sistema, uma vez que permitiria

elevados ganhos de peso por animal, alta eficiência de utilização e elevada produtividade do sistema. Uma ferramenta já utilizada em gramíneas de clima temperado que promoveu melhoria na eficiência de utilização de pastos manejados sob lotação contínua foi o uso da adubação nitrogenada (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994). Para gramíneas tropicais não existe informação similar, razão pela qual não se sabe se o uso do nitrogênio pode proporcionar melhoria na eficiência de utilização da forragem produzida em pastos submetidos à lotação contínua. Provavelmente o uso dessa prática promoveria alterações na dinâmica de crescimento do pasto, resultando em maior renovação de perfilhos e favorecendo um perfil mais jovem da população de perfilhos, condições que assegurariam maior produção e maior eficiência de colheita da forragem produzida.

Com base no exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de faixas etárias de perfilhos sobre as respostas morfogênicas e estruturais de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura sob lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes criados por meio de adubação nitrogenada.

## Referências

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R. FONSECA, D. M. ; SOUZA, D.P. Efeito de três doses de nitrogênio sobre características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu após o corte de uniformização. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. 1 CD-ROM: Forragicultura

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D., MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte.** 2003. 125 p. Dissertação (Mestrado Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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.

- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland, Oregon :Timber Press, 1991. p.85-108.
- CARVALHO, D.D. **Leaf morphogenesis and tillering behaviour in single plants and simulated swards of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars**. 2002. 186p. Thesis (Doctor of Philosophy in Plant Science) – Institute of Natural Resources, Massey University, Palmerston North, 2002.
- CARVALHO, D.D.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Effect of agging in tillers of *Panicum maximum* on leaf elongation rate. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19.,2001. **Proceedings...**, São Pedro, SP, 2001. p. 41-42.
- CARVALHO, D.D.; IRVING, L.J.; CARNEVALLI, R.A.; HODGSON, J.; MATTHEW, C. Distribution of current photosynthate in two Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.57, n. 9, p. 2015–2024, 2006.
- CASAL, J.J.; SANCHEZ, R.A.; DEREGIBUS, V.A. The effect of plant density on tillering: the involvement of R/FR ratio and the proportion of radiation intercepted per plant. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 26, p. 365-371, 1986.
- 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.
- CRAWFORD, N.M., Nitrate: nutrient and signal for plant growth. **The Plant Cell**, Stanford, v.7, p. 859-868, 1995.
- CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing. 2000. p. 151-168.
- DA SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo de pastagens de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Editora Suprema, 2004. p. 347-685.
- DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM – PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia da produção animal em pastagens e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2007, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Editora Suprema, 2007. p. 1-48.

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

DALE, J.E. Some effects of temperature and irradiance on growth of the first four leaves of wheat *Triticum aestivum*. **Annals of Botany**, Oxford, v.50, p.851-858, 1982.

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

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

DAVIES, A.; THOMAS, H. Rates of leaf and tiller production in young spaced perennial ryegrass plants in relation to soil-temperature and solar-radiation. **Annals of Botany**, Oxford, v.51, p.591-597, 1983.

DURAND, J.; VARLET-GRANCHER, C.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F.; MOULIA, B. Carbon partitioning in forage crops. **Acta Biotheorica**, Heidelberg, v.39, p.213-224, 1991.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a tiller. Effects of Nitrogen and Cutting Regime. **Annals of Botany**, Oxford, v.85, p.645-653, 2000.

DURU, F.; DUCROCQ, H.; FEUILLERAC, E. Effect of defoliation regime and nitrogen supply on the phyllochron of cocksfoot. **Académie des Sciences**, Paris, v.311, p.717-722, 1999.

DURU, M.; JUSTES, E.; LANGLET, A.; TIRILLY, V. Comparison of organ appearance and senescence rates in tall fescue, cocksfoot and lucerne. **Agronomie**, Tolosan, v.13, p.237-252, 1993.

EVANS, L.T. The effect of light on plant growth, development and yield. In: SLATYER, R. O., (Ed.). **Plant response to climatic factors**. Paris: UNESCO, 1973. p.3-2,

FERRAZ, E.C. **Apontamentos de fisiologia vegetal**. Piracicaba: Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", 1977. pt 2 p.100-131.

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

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Pastagens garantem o futuro da pecuária leiteira. In: \_\_\_\_\_. **Anualpec**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2003. p. 55-56.

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

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

GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 105, p. 191-197, 1994.

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.

GILLET, M.; LEMAIRE, G.; GOSSE, G. Essai d'élaboration d'un schéma global de croissance des graminées fourragères. **Agronomie**, Tolosan, v.4, p.75-82, 1984.

GONÇALVES, A.C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2002. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

HODGSON, J.; MAXWELL, T.J. Grazing research and grazing management. In: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION. **Biennial report**, Midlothian, 1981. p. 169-188.

LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v.33, p.141-148, 1963.

LANGER, R.H.M. Tillering. In: LANGER, R.H.M. (Ed.). **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1979. chap. 5, p. 19-25.

LEMAIRE, G. **Cinétique de croissance d'un peuplement de féтуque élevée pendant l'hiver et Le printemps**. 1985. 96p. Thèse (Doctorat d'Etat.) - Université de Caen. Esplanade de la Paix, 1985.

LEMAIRE, G. Swards dynamics under different management programmer. In: MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 12., 1988, Dublin. **Proceedings...** Dublin: Irish Grassland Association, Ireland, 1988. p. 7-22.

LAMAIRE, G.; CULLETON, N. Effects of nitrogen applied after the last CUT in autumn on a tall sward. II. Uptake and recycling of nitrogen in the sward during winter. **Agronomie**, Tolosan, v.9, p.241-249, 1989.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. chap. 1, p. 3-36.

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160p. Dissertação (Mestrado na área de Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MATTEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON. Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1999. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/UFRGS, 1999. p.109-133.

MAZZANTI, A.; LEMAIRES, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep: 2- Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.49, p.352-359, 1994.

MAZZANTI, A.; LEMAIRES, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5<sup>th</sup> ed. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MITCHELL, R.L. **Crop growth and culture**. Ames: the Iowa State University Press, 1979. 349p.

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

MORAIS, R.V.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FAGUNDES, J.L.; MOREIRA, L.M.; MISTURA, C.; MATUSCELHO, J.A. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.380-388, 2004.

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

NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publ., 2000. chap. 6, p. 101-126.

ONG, C.K.; MARSHALL, C.; SAGAR, G.R. The physiology of tiller death in grasses 2. Causes of tiller death in grass sward. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v.17, p.205-211, 1978.

PINTO, J.C. **Crescimento e desenvolvimento de *Andropogon gayanus* Kunt, *Panicum maximum* Jacq. e *Setaria anceps* Stapf ex Massey cultivadas em vasos, sob diferentes doses de nitrogênio**. 1993. 149p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993

RENVOIZE, S.A.; CLAYTON, W.D.; KABUYE, C.H.S. Morphology, taxonomy and natural distribution of *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT; 1996. chap. 1, p. 1-15.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ROSA, B. Adubação nitrogenada em gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.3, n.1, p.1-9, 2002.

SANTOS, P.M.; CORSI, M.; PEDREIRA, C.G.S; LIMA, C.G. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grassland**, Peak Crossing, v.40, p. 84-93, 2006.

SARMENTO, D.O.L. **Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. 2007. 144 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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

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

SCHNYDER, H.; SCHÄUFELE, R.; DE VISSER, R.; NELSON, C.J. An integrated view of C and N uses the leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI publishing, 2000.p.41-60.

SOUZA JR., S.J. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo por bovinos de corte.** 2007. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TRINDADE, J.K. **Modificações na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado.** 2007. 162 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed.). **New Zealand pasture and crop science.** Auckland: Oxford University Press, 1999. p. 11-27.

VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Carbohydrate metabolism in leaf meristems of tall fescue. II Relationship to leaf elongation modified by nitrogen fertilization. **Plant Physiology**, Stanford, v.74, p. 595-600, 1984.

WERNER, J.C. **Adubação de pastagens.** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (Boletim Técnico, 18).

ZEFERINO, C.V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) cv. Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte.** 2006. 193 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988 Piracicaba. **Anais...**Piracicaba:FEALQ, 1988. p.141-183.



## 2 Características estruturais e faixa etária da população de perfilhos em pastos de capim-marandu sob lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes

### Resumo

A idade dos perfilhos pode ser determinante das características estruturais de perfilhos individuais. Por sua vez, o entendimento das variações das características estruturais de perfilhos individuais é fundamental, pois influenciam a estrutura do dossel forrageiro principal condicionador das respostas de plantas e animais. O objetivo deste experimento foi avaliar a influência da idade dos perfilhos sobre as características estruturais e faixa etária da população de perfilhos de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos de morfogênicos contrastantes gerados por meio de adubação nitrogenada. Os tratamentos corresponderam à aplicação de três doses de nitrogênio (150, 300 e 450 kg/ha de N) mais o controle (sem adubação) e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 1.200 m<sup>2</sup>) segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta durante o outono/inverno de 2007 e o verão de 2008: comprimento final das folhas expandidas (CFF), comprimento do colmo (CC), número de folhas em expansão (NFE), número de folhas senescentes (NFS) e número de folhas vivas por perfilho (NFV), e faixa etária dos perfilhos na população de plantas. No outono/inverno foram registrados maiores CFF e NFV para perfilhos maduros, menor NFE para perfilhos velhos e menor CC e NFS para perfilhos jovens. Já no verão foram registrados menores CFF e NFV para perfilhos velhos e menor CC para perfilhos jovens. O NFE, no verão, de uma forma geral foi menor em perfilhos velhos relativamente à perfilhos novos, e diminuiu com o aumento do ritmo morfogênico a que os pastos foram submetidos. Já NFS e o CC, no verão, tiveram seus maiores valores registrados em pastos mantidos sob o ritmo morfogênico mais acelerado (adubados com 450 kg/ha de N). De forma geral, de junho a outubro de 2007, os pastos foram formados predominantemente por perfilhos velhos. A partir de outubro houve alteração gradativa da faixa etária da população de perfilhos dos pastos caracterizada pela redução da proporção de perfilhos velhos e aumento da proporção de perfilhos jovens, de maneira que a partir de dezembro a população era composta predominantemente por perfilhos jovens. Esse padrão de resposta foi mais pronunciado nos pastos submetidos aos ritmos morfogênicos mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N) que aos menos acelerados (não adubados ou adubados com 150 kg/ha de N), o que resultou em maior proporção de perfilhos jovens nos pastos em janeiro e fevereiro de 2008. A idade dos perfilhos é fator determinante das características estruturais de perfilhos individuais do capim-marandu, indicando que práticas de manejo baseadas na manipulação da dinâmica do perfilhamento e, conseqüentemente, da renovação de perfilhos nos pastos podem promover alteração na estrutura do dossel forrageiro e interferir com as respostas de plantas e animais.

Palavras-chave: Características estruturais; *Brachiaria brizantha*; Idade dos perfilhos; Nitrogênio

## **Structural characteristics and age categories of tiller population on continuously stocked marandu palisadegrass swards subjected to contrasting morphogenetic rhythms**

### **Abstract**

Tiller age may determine the structural characteristics of individual tillers. In turn, understanding of variations in structural characteristics of individual tillers is essential because they influence sward structure, the main determinant of plant and animal responses. The objective of this experiment was to evaluate the influence of tiller age on structural characteristics and age categories of tiller population on continuously stocked marandu palisadegrass swards maintained at 30 cm and subjected to contrasting morphogenetic rhythms created by nitrogen fertilisation use. Treatments corresponded to three nitrogen application rates (150, 300 e 450 kg/ha de N) plus the control (no fertilisation) and were assigned to experimental units (1200 m<sup>2</sup> paddocks) according to a complete randomised block design, with four replications. The following response variables were measured during autumn/winter 2007 and summer 2008: final leaf length of fully expanded leaves (FLL), stem length (SL), number of expanding (NEL), senescing (NSL) and live (NLL) leaves per tiller, and tiller age categories comprising sward tiller population. During autumn/winter, FLL and NLL were largest for mature tillers, NEL was lowest for old tillers, and SL and NSL were lowest for young tillers. In summer, FLL and NLL were lowest for old tillers and SL lowest for young tillers. NEL was smaller for old tillers relative to young ones, and decreased with increases in morphogenetic rhythm. On the other hand, largest values of NSL and SL were recorded on swards subjected to fastest morphogenetic rhythm (fertilised with 450 kg/ha of N). In general, from June to October 2007, sward tiller population was mainly comprised of old tillers, regardless of morphogenetic rhythm. From October onwards, there was a change in the age profile of tiller population characterised by a reduction in the proportion of old and an increase in the proportion of young tillers, resulting in tiller populations mainly comprised of young tillers from December onwards. This pattern of response was more noticeable on swards subjected to faster (fertilised with 300 and 450 kg/ha of N) than slower (non fertilised and/or fertilised with 150 kg/ha of N) morphogenetic rhythms, resulting in larger proportion of young tillers on those swards in January and February 2008. Tiller age is an important factor interfering with the structural characteristics of individual tillers of marandu palisadegrass, indicating that management practices based on manipulation of tillering dynamics and turnover of tiller population on swards may promote modifications in sward structure and interfere with plant and animal responses.

**Keywords:** Structural characteristics, *Brachiaria brizantha*, Tiller age; Nitrogen

## 2.1 Introdução

As pastagens são ambientes altamente dinâmicos, que respondem a variações de manejo e de ambiente por meio de alterações em nível de perfilhos individuais e de população de perfilhos. Segundo Lemaire e Agnusdei (1999), a mudança progressiva e reversível de plantas individuais é definida como sendo a plasticidade fenotípica, de maneira que as pastagens podem ser consideradas sistemas altamente regulados, onde mudanças morfogênicas determinam variações nas características estruturais, modificando a arquitetura do dossel. Dentre as características estruturais, o índice de área foliar (IAF) é aquela que possui elevada correlação com as respostas tanto de plantas como de animais (SBRISSIA; DA SILVA, 2001), sendo, portanto, ponto de origem e de convergência das modificações que ocorrem no pasto quando submetido a estratégias de desfolhação (LEMAIRE, 2001).

O IAF pode ser considerado como sendo o produto das características estruturais, ou seja, tamanho de folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho. Estas, por sua vez, correspondem à expressão fenotípica das características morfogênicas das plantas em um determinado ambiente (taxa de aparecimento e de alongamento de folhas e duração de vida das folhas) (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Dentre as práticas de manejo que determinam a expressão fenotípica das características morfogênicas das plantas, a adubação nitrogenada é sem dúvida uma das mais importantes. Recentemente, os efeitos do nitrogênio sobre as características estruturais de plantas forrageiras tropicais, como os capins mombaça (GARCEZ NETO et al., 2002), massai (MARTUSCELLO et al., 2002), decumbens (MORAIS et al., 2006) e marandu (ALEXANDRINO et al., 2004) têm sido descritos. Dentre eles, um dos principais é a variação em densidade populacional de perfilhos, resultado de alterações nos padrões de aparecimento e morte de perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; CRUZ; BOVAL, 2000). De forma geral, o uso de adubação nitrogenada acelera os processos de aparecimento e morte, o que altera o perfil e a faixa etária dos perfilhos que compõem a população de plantas na área.

Carvalho, Matthew e Hodgson (2001) e Barbosa (2004), em trabalhos com os capins Mombaça e Tanzânia, apresentaram evidências de que a idade dos perfilhos afeta as respostas morfogênicas das plantas forrageiras, com perfilhos mais jovens

apresentando maiores taxas de aparecimento e de alongamento de folhas que perfilhos velhos. Essas respostas, além de resultar em mudanças em estrutura dos pastos, podem, também, resultar em maior acúmulo de forragem de maior valor nutritivo (SANTOS et al., 2006), apontando para o potencial de manipulação da população de perfilhos e de sua faixa etária como forma de aumentar a produção e a produtividade de sistemas de produção animal em pasto. O capim-marandu é uma das espécies forrageiras mais utilizadas nas áreas de pastagens plantadas do país. Contudo, evidências acerca do efeito da idade dos perfilhos sobre seus padrões de crescimento e desenvolvimento praticamente não existem. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características estruturais e a faixa etária da população de perfilhos de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes.

## **2.2 Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras (UEPF), pertencente ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, de janeiro de 2007 a abril de 2008, situada no município de Piracicaba, SP, sob as coordenadas geográficas aproximadas de 22°42' de latitude Sul, 47°38' de longitude Oeste e 546 de altitude (OMETTO, 1981).

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico, com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 1999). A análise de solo revelou valores satisfatórios de pH e teores de nutrientes em relação às exigências da espécie em estudo, não havendo, portanto, necessidade de realização de adubações outras que não a nitrogenada (WERNER; PAULINO; CANTARELLA, 1996). Na Tabela 1 seguem os dados das características químicas da camada de 0-20 cm do solo antes do início do experimento.

Tabela 1- Resultado da análise química de solo da área experimental

Bloco	pH	MO (g dm <sup>-3</sup> )	P (mg dm <sup>-3</sup> )	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V (%)
I	5,2	43,7	50,7	8,3	57,5	19,2	0,0	37,0	85,0	122,0	69,7
II	5,2	44,2	57,8	8,3	58,8	17,8	0,0	38,0	84,8	122,7	69,0
III	5,0	39,8	64,5	5,5	56,5	14,3	0,0	48,3	76,3	124,5	61,0
IV	4,8	38,7	75,5	4,5	70,0	12,8	1,2	53,8	87,0	140,7	62,2
Médias	5,1	41,6	62,1	6,7	60,7	16,0	0,3	44,3	83,3	127,5	65,5

O clima da região é classificado como Cwa, mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, conforme classificação de Koppen. Abaixo, nas Figuras 1 e 2, são apresentados os dados climáticos referentes ao período experimental.

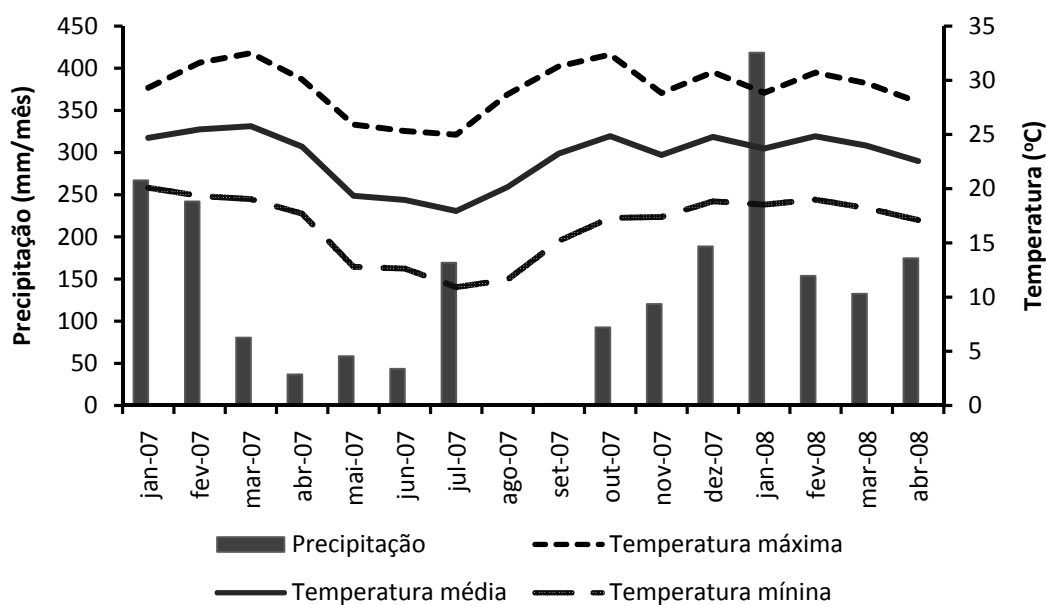


Figura 1 – Precipitação (mm) e média das temperaturas (°C) máximas, médias e mínimas de janeiro de 2007 a abril de 2008

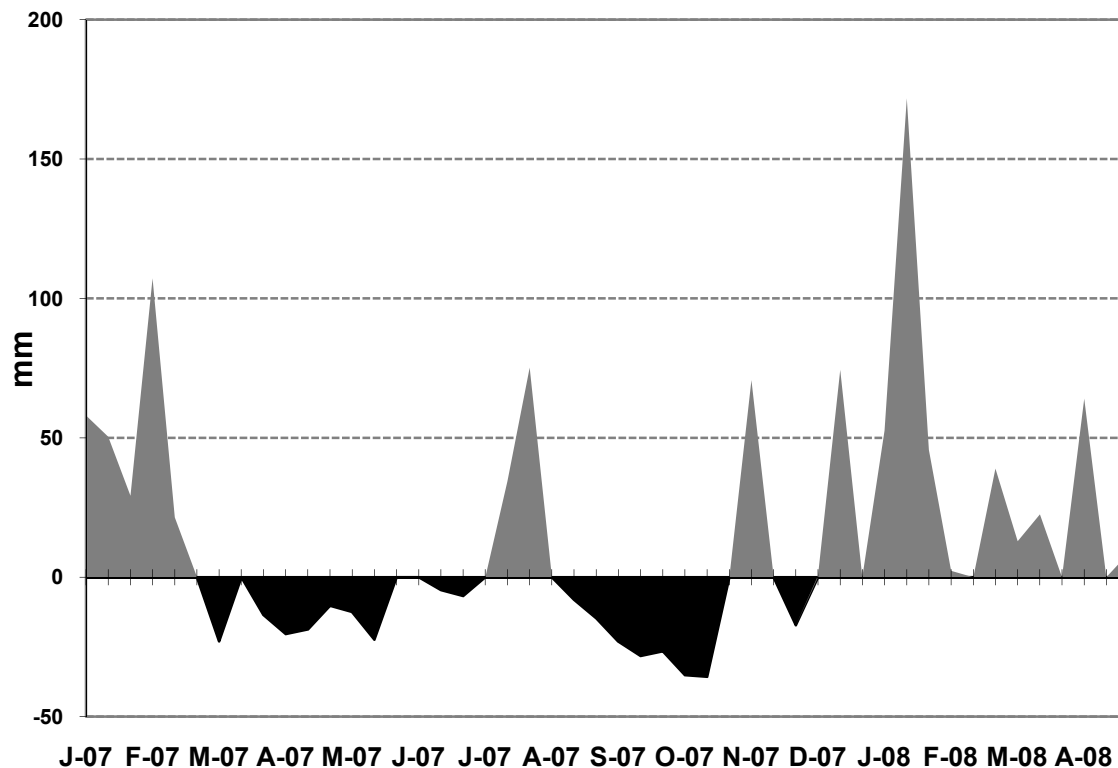


Figura 2 – Balanço hídrico de janeiro de 2007 a abril de 2008, considerando-se uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 50 mm

Os pastos de capim-marandu foram estabelecidos em setembro de 2000 e serviram a uma série de experimentos baseados no uso de lotação contínua (2001 a 2003) e de lotação rotativa (2004 a 2006) abordando aspectos da ecofisiologia e ecologia do pastejo. Ao final dos experimentos a área foi mantida sob pastejo rotativo por bovinos de corte até julho de 2006, quando foram roçados a uma altura de 10 cm do solo como forma de uniformizar os pastos e prepará-los para o início de uma nova série de experimentos.

O monitoramento das condições para este experimento começou a partir de julho de 2006, logo após a roçada de uniformização. Durante o período experimental os pastos foram mantidos a uma altura de 30 cm, admitindo-se uma variação de 10% (altura média variando de 27 a 33 cm), condição que, na série anterior de experimentos sob lotação contínua (pastos mantidos a 10, 20, 30 e 40 cm), resultou em elevados valores de acúmulo de matéria seca (SBRISIA, 2004), ganho de peso por animal e por

unidade de área (ANDRADE, 2003), mas resultou em baixa eficiência de utilização da forragem produzida (GONÇALVES, 2002).

O monitoramento da altura dos pastos foi realizado duas vezes por semana durante as estações de maior crescimento (final de primavera e verão) e uma vez por semana durante as estações de menor crescimento (outono, inverno e início de primavera) utilizando-se um bastão medidor (*sward stick*) (BARTHRAM, 1985). Em cada unidade experimental (piquetes de 1.200 m<sup>2</sup>) foram realizadas medições em 100 pontos ao longo de quatro linhas transectas (25 pontos por transecta) dispostas em formato de zig-zag. Em outubro de 2006, quando os piquetes começaram a atingir o limite inferior da meta de altura (27 cm), os animais começaram a ser introduzidos nos piquetes, mas o experimento foi iniciado somente após todos os piquetes terem atingido a meta de altura planejada e apresentarem animais em pastejo (início da lotação contínua), o que aconteceu somente a partir de dezembro de 2006. Dessa maneira, o período experimental iniciou-se em janeiro de 2007 e encerrou-se em abril de 2008. O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável como forma de manter a meta de altura relativamente estável e em torno de 30 cm (Figura 3). O pastejo foi realizado por novilhas das raças Nelore e Canchim com peso corporal médio inicial de 250 kg.

O experimento foi realizado segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com 4 repetições, tendo como critério de bloqueamento o declive do terreno. Os tratamentos corresponderam a quatro ritmos morfogênicos contrastantes da comunidade de plantas, os quais foram criados por meio da aplicação de três doses de nitrogênio mais o controle (sem adubação): T1 = 0; T2 = 150, T3= 300 e T4= 450 kg/ha.ano de N (Figura 4). Tais doses de nitrogênio foram estabelecidas com base em valores compatíveis com a amplitude agrônômica normalmente utilizada para a planta forrageira estudada e suficientemente grande para criar o contraste em ritmos de crescimento e de dinâmica de renovação de tecidos necessário para se avaliar a hipótese postulada.

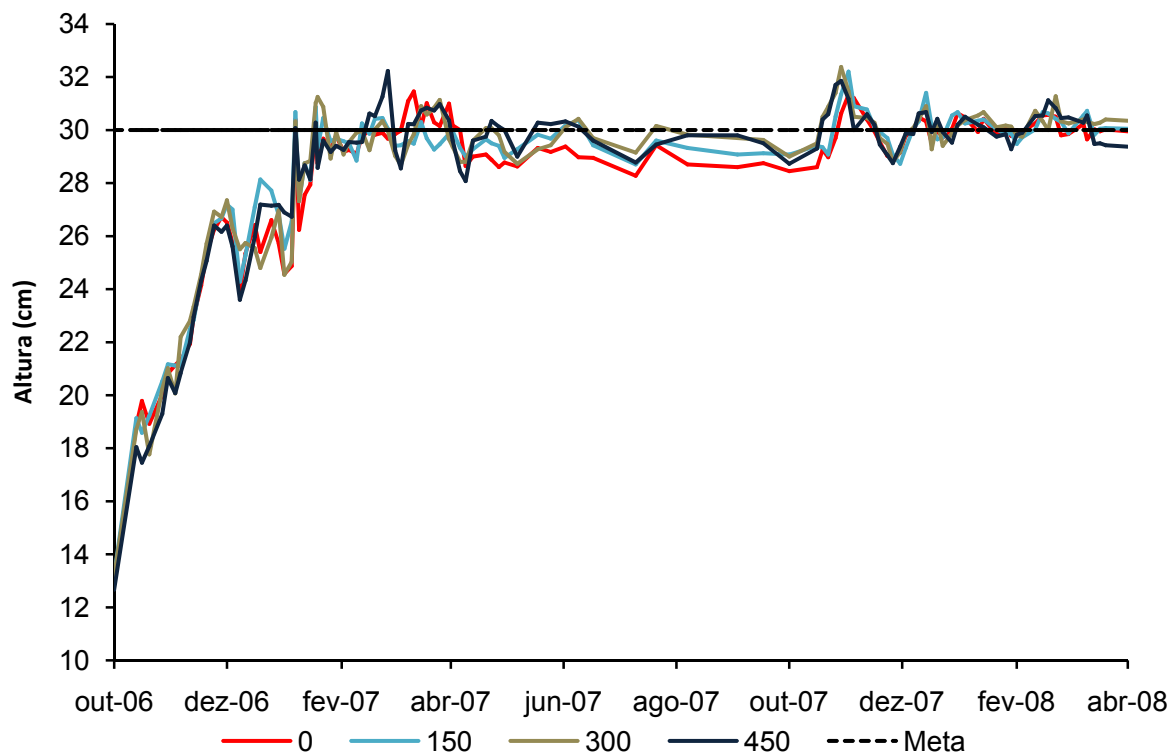


Figura 3 - Altura média (cm) dos pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua de outubro de 2006 a abril de 2008



Figura 4 - Croqui da área experimental com os blocos e seus respectivos tratamentos, em imagem de satélite (Fonte: Software Google Earth – acesso 14/06/2008)

Como fonte de N foi utilizado o fertilizante nitrato de amônio em sua forma pura, sendo sua aplicação parcelada segundo intervalos regulares de quatro semanas, ou seja, 1/4 do total anual aplicado por vez durante o verão agrostológico das estações de crescimento 2006/2007 e 2007/2008, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Datas e quantidades de nitrogênio aplicado nas unidades experimentais

Datas de aplicação	Tratamento - Doses utilizadas (kg/ha de N por ano)			
	0	150	300	450
<b>2006/2007</b>				
19/12/2006	-	37,50	75	112,50
16/01/2007	-	37,50	75	112,50
23/02/2007	-	37,50	75	112,50
23/03/2007	-	37,50	75	112,50
<b>2007/2008</b>				
20/12/2007	-	37,50	75	112,50
17/01/2008	-	37,50	75	112,50
14/02/2008	-	37,50	75	112,50
13/03/2008	-	37,50	75	112,50

As avaliações relativas à morfogênese das diferentes faixas etárias dos perfilhos foram realizadas em duas épocas distintas do ano, a primeira no outono/inverno de 2007 (07/06/2007 a 30/07/2007) e a segunda no verão de 2008 (22/02/2008 a 19/03/2008), épocas de crescimento lento e acelerado das plantas forrageiras, respectivamente. Para que fosse possível a realização dessas avaliações era necessário o conhecimento do período de surgimento de cada perfilho. Para isso, foram utilizados perfilhos que vinham sendo monitorados para avaliação da demografia do perfilhamento a cada 28 dias em projeto concomitante na mesma área experimental (CAMINHA, 2009)<sup>1</sup>. Neste caso, em cada piquete, foram fixados ao solo três anéis de PVC de 30 cm de diâmetro por meio de grampos de arame, dentro dos quais todos os perfilhos vivos foram contabilizados e identificados. O primeiro procedimento de contagem e marcação de perfilhos foi realizado em 15/12/2006, sendo que nessa data todos os perfilhos contidos dentro do anel foram marcados com uma única cor e passaram a compor o que se denominou de geração zero ou de referência (G0). No

<sup>1</sup> CAMINHA, F.O. Densidade populacional de perfilhos e padrões demográficos de perfilhamento em pastos de capim-marandu sob lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes. Dissertação de mestrado do curso Ciência Animal e Pastagens em fase de elaboração.

mês seguinte (15/01/2007), os perfilhos já existentes nos anéis pertencentes à geração G0 foram contados (somente os vivos) e os novos (que apareceram entre os períodos de amostragem) foram marcados com uma cor diferente. Estes foram então denominados como 1ª geração (G1) e assim ocorreu sucessivamente para todas as gerações. Para as avaliações das faixas etárias, os perfilhos da G0 não foram utilizados devido à impossibilidade de se determinar a idade real dos perfilhos. Dessa forma, foram utilizados perfilhos da geração G1 em diante.

Com base nas datas de aparecimento das gerações, os perfilhos foram então divididos em três faixas etárias adotando-se a mesma classificação feita por Carvalho, Matthew e Hodgson, 2001:

- Perfilhos velhos: com 4 ou mais meses do aparecimento
- Perfilhos maduros: com 2 a 4 meses do aparecimento
- Perfilhos novos: com menos de 2 meses do aparecimento

Dessa maneira, para o conjunto de avaliações realizadas no outono/inverno de 2007 os perfilhos que compuseram as faixas etárias foram:

- Perfilhos velhos – perfilhos que surgiram em janeiro e fevereiro de 2007
- Perfilhos maduros – perfilhos que surgiram em março e abril de 2007
- Perfilhos jovens – perfilhos que surgiram em maio e junho de 2007

De maneira semelhante, para o conjunto de avaliações realizadas no verão de 2008 os perfilhos que compuseram as faixas etárias foram:

- Perfilhos velhos – perfilhos que surgiram em outubro de 2007 e nos meses anteriores sendo que, de maneira geral, procurou-se utilizar sempre perfilhos que haviam surgidos em setembro e outubro de 2007
- Perfilhos maduros – perfilhos que surgiram em novembro e dezembro de 2007
- Perfilhos jovens – perfilhos que surgiram em janeiro e fevereiro de 2008

Em cada anel foram marcados 6 perfilhos por faixa etária, totalizando 72 perfilhos por tratamento. Esses perfilhos foram identificados por meio de anel plástico e

monitorados uma vez por semana na avaliação de outono/inverno e duas vezes por semana na avaliação de verão.

Os perfilhos marcados foram classificados como basais ou aéreos, intactos ou desfolhados, e tiveram suas folhas contabilizadas (folhas em expansão, expandidas e senescentes). Adicionalmente, as folhas foram classificadas como intactas ou desfolhadas e tiveram o comprimento de seu limbo foliar medido de acordo com seu estágio de desenvolvimento da seguinte maneira: (1) Para folhas expandidas foi considerado o comprimento da ponta da folha até a lígula; (2) Para folhas em expansão o procedimento foi o mesmo, porém o referencial de medida utilizado foi a lígula da última folha expandida; (3) Para folhas em senescência foi considerado o ponto até onde o processo de senescência tinha avançado. O comprimento das bainhas foliares e do colmo (denominado de colmo deste ponto em diante) também foi mensurado, e correspondeu à distância entre a lígula da última folha expandida e o nível do solo ou do ponto de inserção no caso de perfilhos basais e aéreos, respectivamente.

A partir dessas avaliações foi possível determinar as características estruturais das diferentes faixas etárias dos perfilhos da seguinte maneira:

(1) Comprimento final das folhas expandidas (CFE, cm) - foi calculado a partir do somatório do comprimento das folhas expandidas de cada perfilho ( $\sum\text{CFEP}$ ) dividido pelo número de perfilhos avaliados:

- $\text{CFE} = \sum\text{CFEP} / n^{\circ} \text{ de perfilhos avaliados}$

(2) Comprimento do colmo (pseudocolmo + colmo) (CC, cm) - foi calculado a partir do somatório do comprimento do colmo de cada perfilho ( $\sum\text{CC}$ ) dividido pelo número de perfilhos avaliados:

- $\text{CC} = \sum\text{CC} / n^{\circ} \text{ de perfilhos avaliados}$

(3) Número de folhas em expansão (NFE) e senescentes (NFS) por perfilho - foram calculados a partir do total de folhas em expansão e senescentes por perfilho ( $\sum\text{NFE}$  e  $\sum\text{NFS}$ , respectivamente) dividido pelo número de perfilhos avaliados:

- $\text{NFE} = \sum\text{NFE} / n^{\circ} \text{ de perfilhos avaliados}$

- $NFS = \sum NFS / n^{\circ}$  de perfilhos avaliados

(4) Número de folhas vivas (NFV) por perfilho - foi calculado a partir do total de folhas em expansão, expandidas e em senescência por perfilho dividido pelo número de perfilhos avaliados, desconsiderando-se as folhas em que o processo de senescência já tinha ultrapassado 50% do limbo foliar:

- $NFV = (\sum \text{Folhas em expansão} + \sum \text{expandidas} + \sum \text{senescentes}) / n^{\circ}$  de perfilhos avaliados

Já as proporções de cada faixa etária dos perfilhos na população foram calculadas mensalmente a partir de junho de 2007, uma vez que somente a partir desse mês é que se obteve pela primeira vez perfilhos nas três faixas etárias avaliadas (jovens, maduros e velhos). Para o cálculo foram utilizados dados de experimento concomitante, realizado na mesma área experimental, relativo a avaliações de demografia do perfilhamento (CAMINHA, 2009)<sup>1</sup>.

Os dados referentes às características estruturais dos perfilhos a cada época de avaliação foram submetidos à análise de variância separadamente utilizando-se o PROC GLM (modelos lineares) do pacote estatístico do SAS® (*Statistical Analysis System*), versão 9.0 para Windows®. As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas, quando necessária, foi realizada por meio do teste de Tukey, adotando-se um nível de significância de 5%. Já os dados referentes à faixa etária dos perfilhos foram analisados utilizando-se o PROC MIXED (modelos mistos) do mesmo pacote estatístico. Os efeitos de ritmo morfogênico, idade dos perfilhos, mês do ano e suas interações foram considerados fixos e o efeito de bloco foi considerado aleatório (LITTEL et al., 1996). A escolha da matriz de covariância foi realizada utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (AIC) (WOLFINGER, 1993), e as médias dos tratamentos estimadas utilizando-se o “LSMEANS”. Quando necessária, a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”), usando o teste “t” de “Student” e adotando-se um nível de significância de 5%.

### 2.3 Resultados

O comprimento final das folhas expandidas (CFF) variou apenas em função da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$  no outono/inverno e  $P = 0,0020$  no verão). No outono/inverno perfilhos maduros apresentaram maior CFF que perfilhos jovens e velhos, os quais não diferiram entre si. Já no verão não foi detectada diferença em CFF entre perfilhos jovens e maduros, os quais apresentaram maiores valores de CFF que perfilhos velhos (Tabela 3).

Tabela 3- Comprimento final das folhas expandidas (cm) de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes no outono/inverno 2007e verão 2008

Época do ano	Faixas etárias de perfilhos			EPM*
	Jovens	Maduros	Velhos	
Outono/inverno	14,2 B	19,9 A	12,7 B	0,55
Verão	15,7 A	16,1 A	11,9 B	1,22

\*Erro padrão da média

Valores seguidos da mesma letra na linha não diferem entre si ( $P > 0,05$ )

O comprimento de colmo (CC) no outono/inverno variou apenas em função da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ), com perfilhos velhos apresentando CC duas vezes maior que perfilhos jovens, enquanto que perfilhos maduros apresentaram valor intermediário (Figura 5).

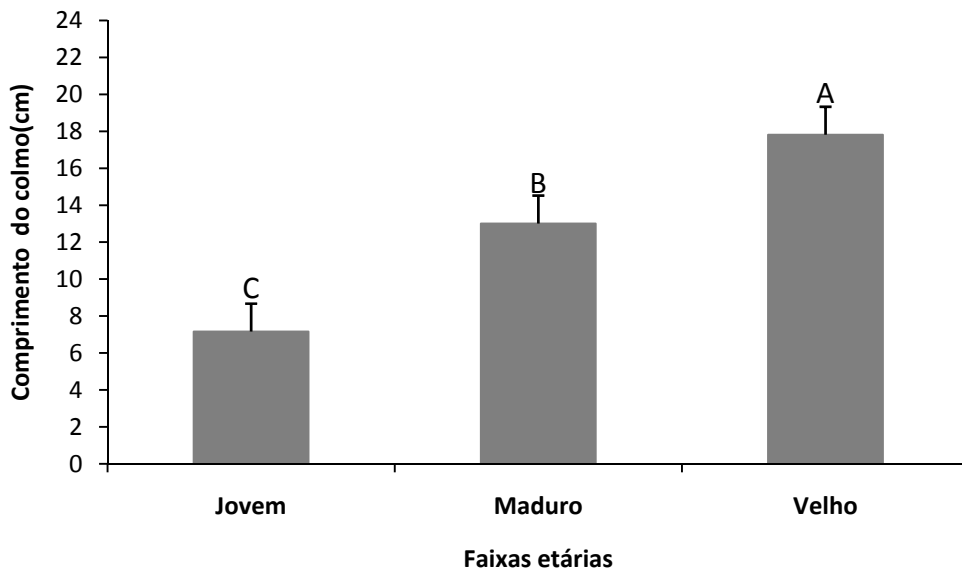
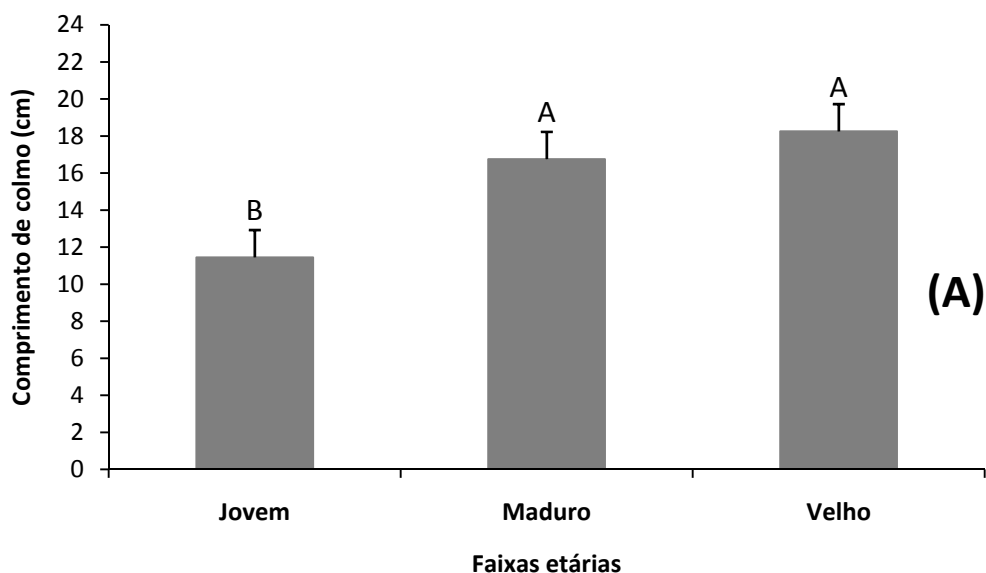


Figura 5 – Comprimento do colmo (cm) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes no outono/inverno 2007

No verão o comprimento do colmo variou em função do ritmo morfogênico ( $P < 0,0001$ ) e da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ). Perfilhos maduros e velhos apresentaram maior CC que perfilhos jovens (Figura 6 A), sendo que os valores de CC aumentaram com o aumento do ritmo morfogênico das plantas, com os maiores valores tendo sido registrados nos pastos adubados com 450 kg/ha de N (Figura 6B).



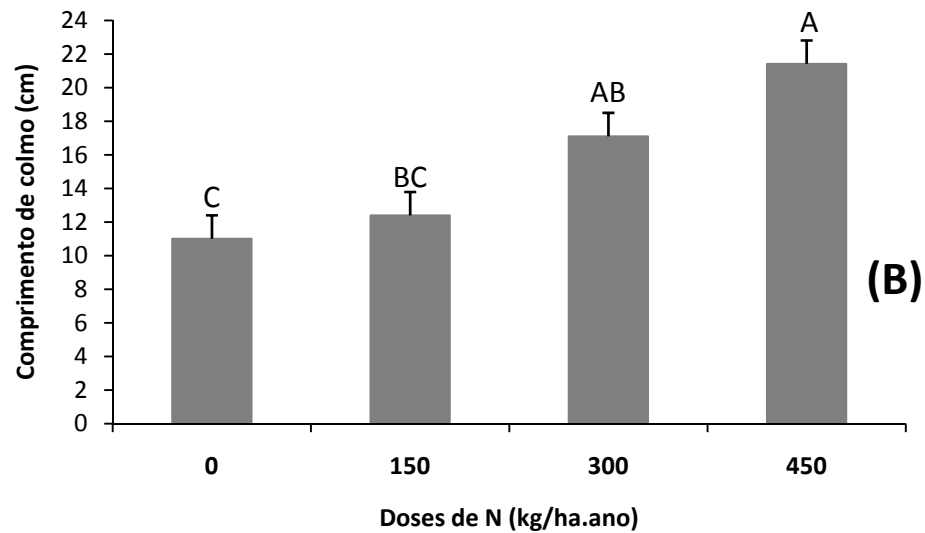


Figura 6 – Comprimento do colmo (cm) de diferentes faixas etárias de perfilhos (A) em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes (B) no verão 2008

O número de folhas em expansão (NFE) no outono/inverno variou apenas em função da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ), sendo que perfilhos velhos apresentaram menor NFE que perfilhos jovens e maduros (Figura 7).

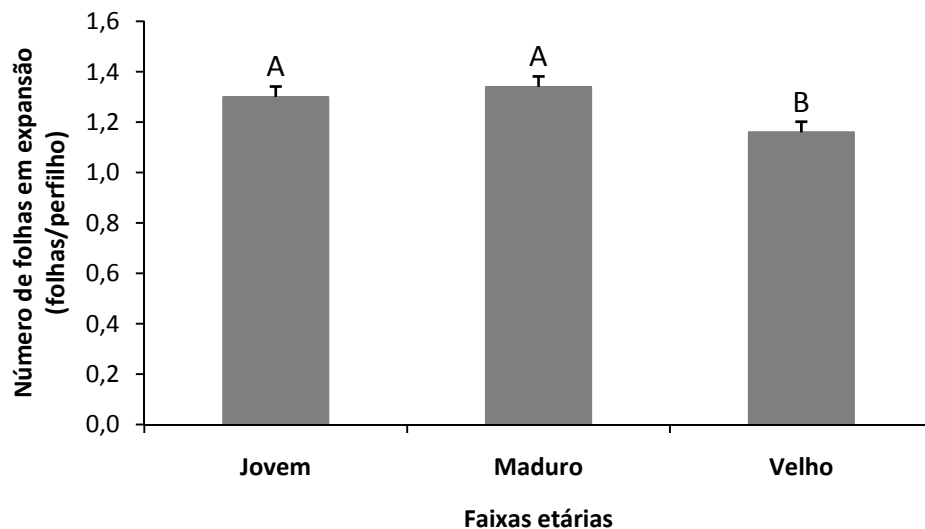
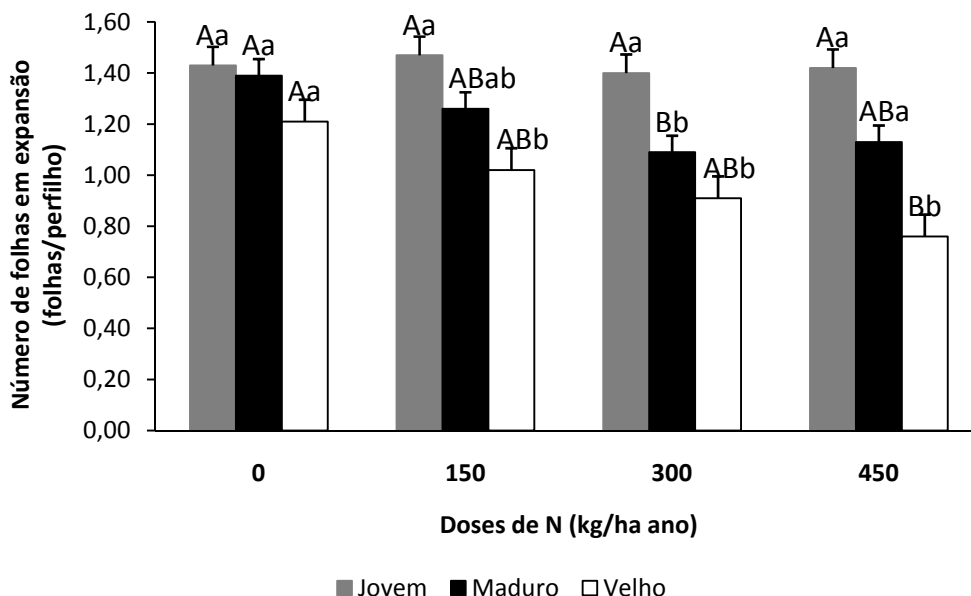


Figura 7 – Número de folhas em expansão (folhas/perfilho) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes no outono/inverno 2007

Já no verão o NFE variou em função do ritmo morfogênico ( $P < 0,0001$ ), da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ) e da interação ritmo morfogênico x idade dos perfilhos ( $P = 0,0310$ ). Com exceção dos pastos mantidos sob o ritmo morfogênico mais lento (sem adubação), de uma forma geral o NFE foi menor em perfilhos velhos relativamente à perfilhos novos, e diminuiu com o aumento do ritmo morfogênico a que os pastos foram submetidos (Figura 8).



Letras maiúsculas comparam médias dentro da faixa etária

Letras minúsculas comparam médias dentro do ritmo morfogênico

Figura 8 – Número de folhas em expansão (folhas/perfilho) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes no verão 2008

No outono/inverno o número de folhas senescentes (NFS) variou apenas em função da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ). Perfilhos maduros e velhos apresentaram NFS cerca de duas vezes superior a perfilhos jovens (Figura 9). Já no verão o NFS variou apenas em função do ritmo morfogênico ( $P = 0,0017$ ), com o maior valor tendo sido registrado nos pastos mantidos sob o ritmo morfogênico mais acelerado (adubados com 450 kg/ha de N) e o menor nos pastos mantidos sob os ritmos mais lentos (não adubados ou adubados com 150 kg/ha de N) (Figura 10).

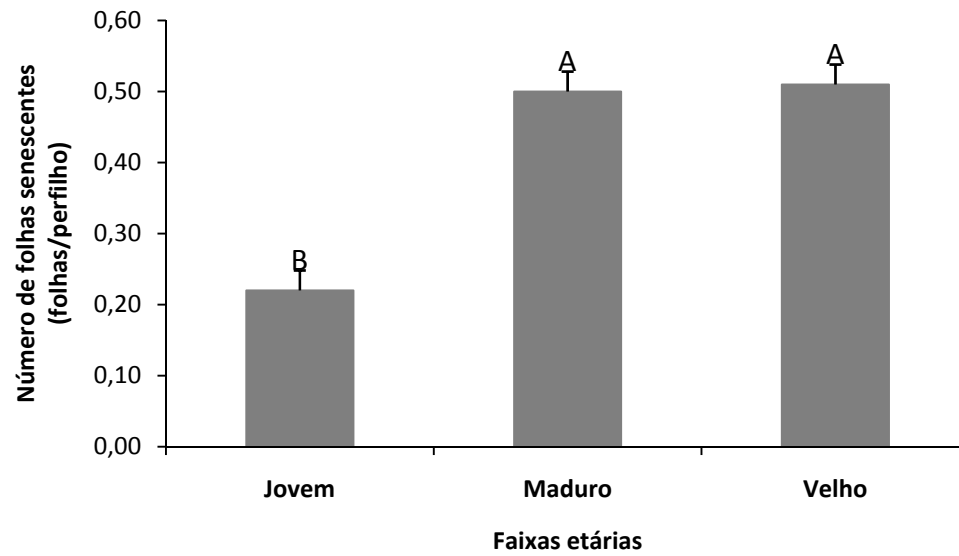


Figura 9 – Número de folhas senescentes (folhas/perfilho) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes no outono/inverno 2007

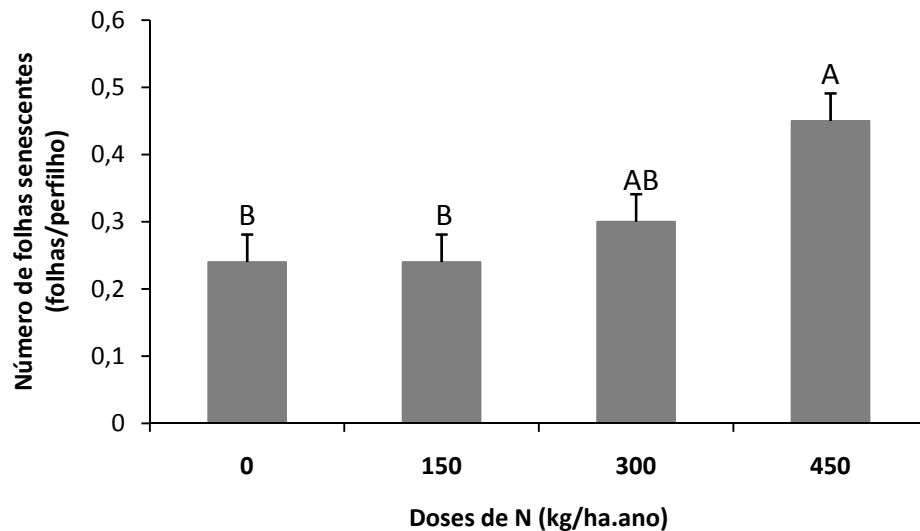


Figura 10 – Número de folhas senescentes (folhas/perfilho) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes no verão 2008

O número de folhas vivas por perfilho (NFV) variou apenas em função da idade dos perfilhos ( $P=0,0002$  no outono/inverno e  $P<0,0001$  no verão). No outono/inverno

perfilhos maduros apresentaram maior NFV que perfilhos jovens e velhos, os quais não diferiram entre si. Já no verão o NFV diminuiu com a idade dos perfilhos (Tabela 4).

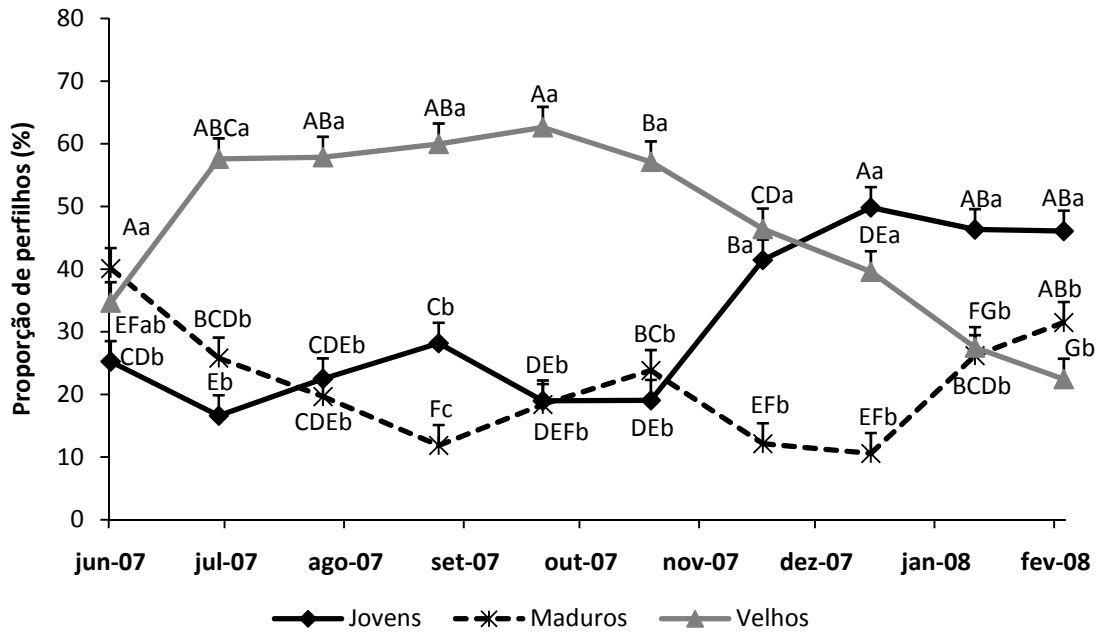
Tabela 4- Número de folhas vivas (folhas/perfilho) de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes no outono/inverno 2007 e verão 2008

Época do ano	Faixas etárias de perfilhos			EPM*
	Jovens	Maduros	Velhos	
Outono/inverno	3,2 B	3,8 A	3,3 B	0,13
Verão	4,0 A	3,7 B	3,1 C	0,15

\*Erro padrão da média

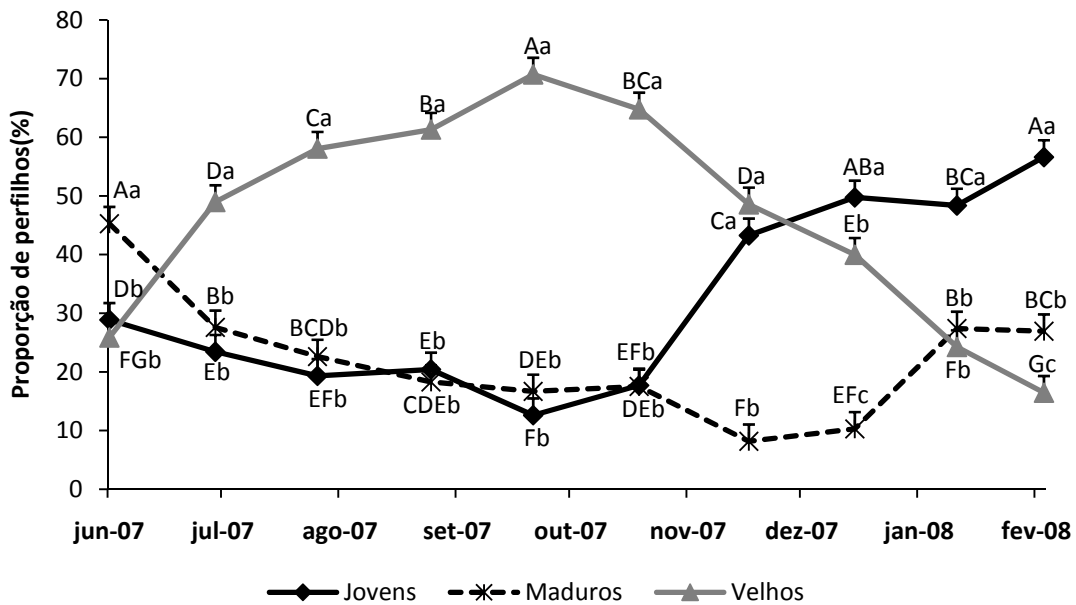
Valores seguidos da mesma letra na linha não diferem entre si ( $P > 0,05$ )

Houve efeito da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ) e das interações ritmo morfogênico x idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ), idade dos perfilhos x mês do ano ( $P < 0,0001$ ) e ritmo morfogênico x idade dos perfilhos x mês do ano ( $P < 0,0001$ ) sobre as proporções de perfilhos das diferentes faixas etárias na população de plantas dos pastos. De forma geral, as proporções das faixas etárias dos perfilhos na população de junho de 2007 a fevereiro de 2008 apresentaram comportamento similar entre os ritmos morfogênicos avaliados. De julho a outubro de 2007 a principal faixa etária de perfilhos compondo a população de plantas nos pastos foi a de perfilhos velhos, sendo que sob condições de ritmo morfogênico mais acelerado a diferença entre a participação de perfilhos velhos e de perfilhos maduros e jovens foi maior. A partir de outubro a participação de perfilhos velhos na população de plantas foi sendo reduzida e a de perfilhos jovens aumentada, comportamento esse mais acentuado sob condições de ritmos morfogênicos mais acelerados, de maneira que em fevereiro de 2008 a população de perfilhos nos pastos era composta por 46, 57, 63 e 73% de perfilhos jovens e 22, 16, 13 e 10% de perfilhos velhos para os ritmos morfogênicos correspondentes aos tratamentos controle (0), 150, 300 e 450 kg/ha de N, respectivamente. Houve também aumento da participação de perfilhos maduros na população de plantas nos pastos, porém esse aumento ocorreu somente a partir de dezembro de 2007 (Figuras 11, 12, 13 e 14).



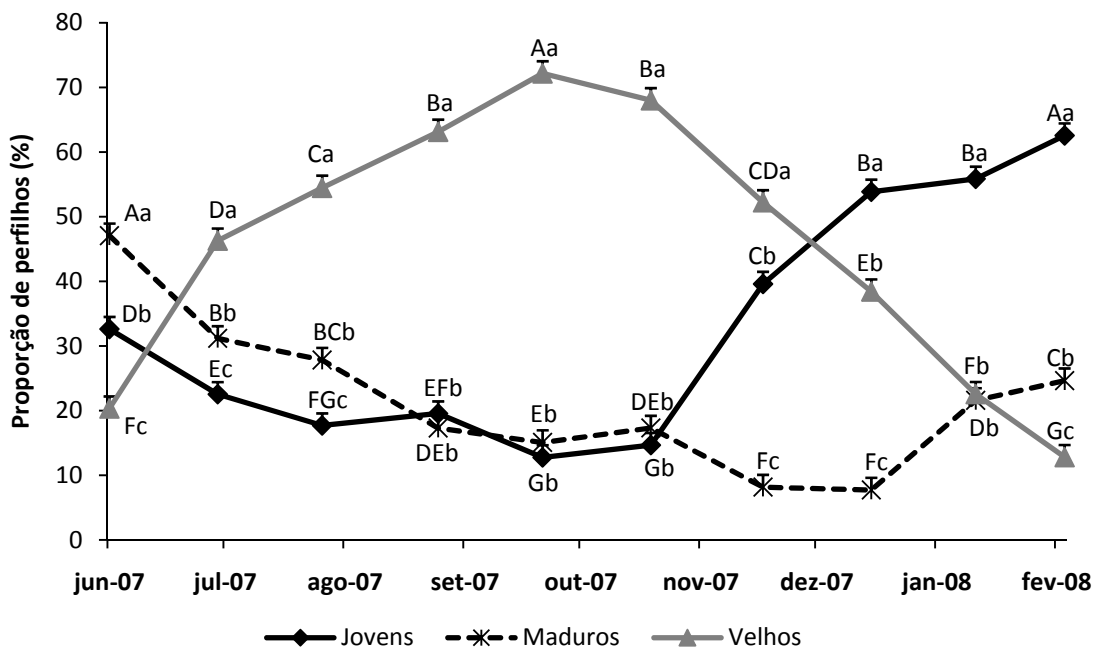
Letras minúsculas comparam médias dentro de cada mês  
 Letras maiúsculas comparam médias dentro de cada faixa etária

Figura 11 – Proporção de perfilhos (%) de diferentes faixas etárias na população de plantas de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua sem receber adubação nitrogenada



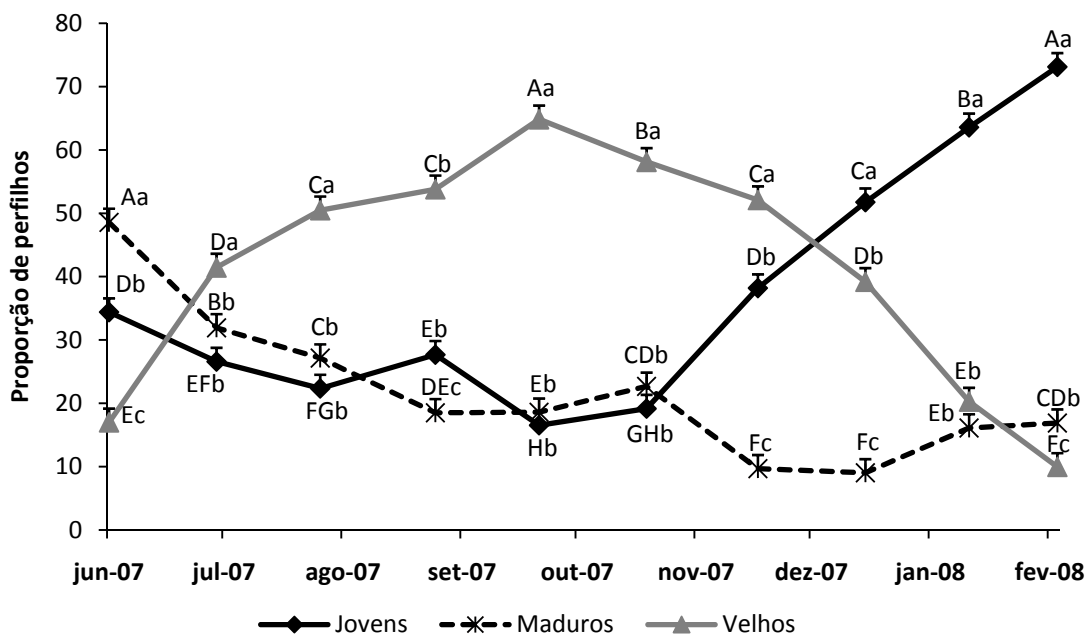
Letras minúsculas comparam médias dentro de cada mês  
 Letras maiúsculas comparam médias dentro de cada faixa etária

Figura 12 – Proporção de perfilhos (%) de diferentes faixas etárias na população de plantas de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e adubados com 150 kg/ha de N



Letras minúsculas comparam médias dentro de cada mês  
 Letras maiúsculas comparam médias dentro de cada faixa etária

Figura 13 – Proporção de perfilhos (%) de diferentes faixas etárias na população de plantas de pastos de capim-marandú mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e adubados com 300 kg/ha de N



Letras minúsculas comparam médias dentro de cada mês  
 Letras maiúsculas comparam médias dentro de cada faixa etária

Figura 14 – Proporção de perfilhos (%) de diferentes faixas etárias na população de plantas de pastos de capim-marandú mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e adubados com 450 kg/ha de N

## 2.4 Discussão

As pastagens possuem uma grande capacidade adaptativa às estratégias de uso a que são submetidas, promovendo alterações em sua estrutura por meio de alterações progressivas e reversíveis nas características morfogênicas e estruturais de perfilhos individuais (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Por serem formadas por perfilhos em diferentes estádios de desenvolvimento, as pastagens possuem ao mesmo tempo perfilhos que acabaram de surgir, perfilhos em períodos variáveis de seu ciclo de desenvolvimento vegetativo e, inclusive, perfilhos em estágio de desenvolvimento reprodutivo. Estratégias de manejo como a adubação nitrogenada, que promovem alterações na dinâmica de renovação de folhas e perfilhos, podem alterar a estrutura do pasto por interferir de maneira e/ou intensidade diferente em cada faixa etária de perfilhos, resultando em populações de plantas com faixas etárias distintas.

No presente trabalho, características estruturais como o comprimento final da lâmina foliar (CFF) foi influenciado pela idade dos perfilhos (Tabela 4). De maneira geral, no outono/inverno, perfilhos jovens e velhos apresentaram CFF inferior a perfilhos maduros. Esse fato pode estar relacionado aos diferentes níveis de inserção das folhas nas idades de perfilho avaliadas, uma vez que folhas de níveis inferiores de inserção possuem menor comprimento de bainha que folhas de nível de inserção mais elevado (ROBSON, 1973; SKINNER; NELSON, 1995). O comprimento da bainha foliar é um dos fatores que determinam o comprimento da lâmina foliar, pois quanto maior o seu comprimento maior é a fase de multiplicação celular e, conseqüentemente, maior será o tamanho da lâmina foliar (DAVIES; EVANS; EXLEY, 1983; DURU; DUCROCQ, 2000). Neste contexto, o menor comprimento da lâmina foliar para perfilhos jovens relativamente à perfilhos maduros no outono/inverno pode estar relacionado ao menor comprimento de bainha apresentado por perfilhos jovens, que estavam em fase inicial de desenvolvimento e tinham desenvolvido até aquele momento um menor número de folhas relativamente aos perfilhos maduros, resultando em uma menor sobreposição de bainhas e, conseqüentemente, menor comprimento de pseudocolmo. Segundo Duru e Ducrocq (2000), até certo ponto, cada bainha surgida apresenta um comprimento superior à bainha anterior. Este fato é corroborado pelo menor comprimento do colmo de perfilhos jovens (7 cm) relativamente àquele de perfilhos maduros (13 cm) (Figura 5),

os quais apresentaram maior CFF. O padrão de crescimento de folhas sucessivas ocorre de maneira que o comprimento da lâmina foliar vai aumentando de uma folha para outra, até o momento em que folhas de menor comprimento voltam a aparecer, resultado da redução do comprimento das bainhas foliares causado pela elevação do meristema apical (HODGSON, 1990). Isso justifica o fato de perfilhos velhos, que mesmo apresentando o maior comprimento de colmo (18 cm), apresentaram comprimento de lamina foliar inferior ao apresentado por perfilhos maduros, similar àquele de perfilhos jovens. Neste caso, os perfilhos jovens estavam desenvolvendo suas primeiras folhas ao passo que os perfilhos velhos deveriam estar com seu meristema apical elevado em função do estágio de desenvolvimento reprodutivo das plantas, característico da época de outono (SBRISSIA, 2004).

No esquema proposto por Lemaire e Chapman (1996), o tamanho da folha é resultado do produto entre as taxas de aparecimento e de alongamento de folhas (TApF e TAIF), sendo que folhas de maior tamanho estão associadas com elevadas taxas de alongamento enquanto que folhas de menor tamanho estão associadas com elevadas taxas de aparecimento de folhas (CRUZ; BOVAL, 2000). Portanto, essas taxas atuam de maneiras antagônicas, gerando um efeito inverso sobre o tamanho da lâmina foliar, como forma de manter relativamente estáveis as características estruturais e a estrutura dos pastos. Perfilhos jovens apresentam maiores taxas de alongamento e de aparecimento de folhas que perfilhos velhos (CARVALHO; MATTHEW; HODGSON, 2001; BARBOSA, 2004). Isso faz com que além do comprimento do colmo, o balanço dessas taxas também seja determinante do tamanho final das folhas. A taxa de alongamento de folhas é dependente da temperatura (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). No verão, época de maior temperatura que o outono (Figura 1), o maior alongamento de folhas compensou o maior aparecimento (menor tempo de alongamento) de folhas, de forma que perfilhos jovens, apesar de apresentarem menor comprimento de colmo (Figura 6A) que perfilhos maduros, apresentaram o mesmo comprimento final de folhas (Tabela 4). Já perfilhos velhos, no verão, apresentaram menor CFF que perfilhos maduros e jovens, mesmo apresentando o maior comprimento de colmo (Figura 6A). Como discutido para o outono/inverno, os perfilhos velhos deveriam estar com seus

meristemas apicais elevados em função do estágio reprodutivo de desenvolvimento, o que explicaria o maior comprimento de colmo e o reduzido comprimento de lâmina foliar.

O efeito de ritmo morfogênico sobre o comprimento do colmo registrado durante o verão pode ser consequência do efeito positivo do N sobre o alongamento da bainha foliar (DURU; DUCROCQ, 2000), pois na medida em que o ritmo morfogênico foi acelerado ocorreu aumento do comprimento do colmo (Figura 6B). A ocorrência de comprimentos variáveis de colmo para pastos mantidos numa mesma altura de manejo (30 cm) pode parecer intrigante, uma vez que ajustes em taxa de lotação foram realizados como forma de manter a meta de altura planejada (Figura 3). Esse padrão de resposta é diferente do encontrado por Pereira (2009)<sup>2</sup> em trabalho concomitante na mesma área experimental avaliando as respostas morfogênicas do capim-marandu, no qual não houve diferença em comprimento de colmo para os ritmos morfogênicos avaliados. Essa aparente discrepância está provavelmente relacionada à metodologia utilizada no presente experimento, que se baseou no monitoramento de perfilhos utilizados para avaliação dos padrões demográficos e de perfilhamento dos pastos de capim-marandu. Neste caso, ao invés de trabalhar com um grupo específico de perfilhos para avaliações específicas de morfogênese como realizado por Pereira (2009)<sup>2</sup>, foram utilizados perfilhos marcados dentro de um anel de PVC, os quais eram manipulados mensalmente. Isso resultou em uma densidade populacional de perfilhos maior dentro dos anéis de avaliação, o que deve ter resultado em maior competição por luz que, por sua vez, proporcionou maior alongamento de colmo (vide capítulo 3).

O número de folhas vivas por perfilho é uma característica relativamente estável para um mesmo genótipo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; MATTHEW et al., 2000). Porém, de acordo com o estágio de desenvolvimento dos perfilhos e sua idade, podem ocorrer alterações dessa característica. No presente trabalho, durante o outono/inverno, perfilhos maduros apresentaram maior NFV que perfilhos velhos e jovens, os quais não diferiram entre si (Tabela 5). O número de folhas vivas por perfilho é resultado da interação entre a velocidade com que ocorre o aparecimento de folhas sucessivas (TApF) e da duração de vida das folhas (DVF) (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), o que

---

<sup>2</sup> PEREIRA, L.E.T. Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu sob lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes. Dissertação de mestrado do curso Ciência Animal e Pastagens em fase de elaboração.

proporciona a ocorrência de folhas em diferentes estádios de desenvolvimento em um mesmo perfilho. O menor número de folhas vivas registrado para perfilhos velhos durante o outono/inverno foi resultado do menor número de folhas em expansão (Figura 7) e do maior número de folhas senescentes (Figura 9), já para perfilhos jovens o menor número de folhas vivas foi resultado de um maior número de folhas em expansão (Figura 7) e de um menor número de folhas senescentes (Figura 9), uma vez que não se observou diferença no número de folhas verdes expandidas entre essas faixas etárias (1,6 folha verde completamente expandida por perfilho). Para perfilhos maduros o maior número de folhas vivas foi resultado do maior número de folhas em expansão (Figura 7), senescentes (Figura 9) e expandidas (1,9 folha/perfilho). Perfilhos velhos são caracterizados por apresentar baixa taxa de aparecimento de folhas relativamente à perfilhos maduros e jovens, resultando, com isso, em menor número de folhas em expansão ao mesmo tempo em que possuem folhas mais longevas, porém em processo de senescência. Já perfilhos jovens apresentam uma maior taxa de aparecimento de folhas e folhas menos longevas, enquanto que perfilhos maduros apresentam comportamento intermediário entre perfilhos jovens e velhos (CARVALHO; MATTHEW; HODGSON, 2001; CARVALHO, 2002; BARBOSA, 2004).

Assim como no outono/inverno, durante o verão não houve efeito do ritmo morfogênico sobre o NFV. No entanto, o ritmo morfogênico afetou o NFE (Figura 8) e o NFS (Figura 10). O NFE foi influenciado pela interação ritmo morfogênico x idade dos perfilhos, de maneira que perfilhos velhos apresentaram menor número de folhas em expansão na medida em que se acelerou o ritmo de morfogênico das plantas, exceção feita ao menor ritmo morfogênico avaliado (sem adubação). Esse fato pode estar relacionado com a diferença entre idade cronológica e idade fisiológica dos perfilhos avaliados. Perfilhos considerados velhos (acima de 4 meses de idade), em pastos adubados, poderiam apresentar uma idade fisiológica mais avançada que em pastos não adubados ou adubados com doses menores de N, consequência da participação direta do N, que atua acelerando o fluxo de células nas zonas meristemáticas (MacADAM; VOLENEC; NELSON, 1989). Esse efeito foi ficando mais pronunciado na medida em que perfilhos foram envelhecendo, gerando as diferenças entre as faixas etárias na medida em que o ritmo morfogênico ficava mais acelerado. Já o número de

folhas senescentes (NFS) sofreu efeito apenas do ritmo morfogenético, sendo os maiores valores registrados nos pastos mantidos sob os ritmos mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N). Este efeito está provavelmente relacionado ao efeito positivo do nitrogênio sobre o metabolismo celular, aumentando o fluxo celular e, conseqüentemente, o ritmo de iniciação e de senescência das folhas (MAZZANTI; LEMAIRE; GASTAL, 1994; SCHNYDER et al., 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004). Embora o nitrogênio tenha promovido alteração no número de folhas senescentes e em expansão, o número de folhas vivas por perfilho variou apenas em função das faixas etárias (Tabela 5), de maneira que o maior número de folhas vivas foi registrado para perfilhos jovens, seguido daqueles registrados para perfilhos maduros e velhos.

A idade dos perfilhos interferiu de maneira determinante nas características estruturais de perfilhos individuais as quais podem, dependendo da faixa etária dos perfilhos que compõem a pastagem, resultar em variações da estrutura do dossel forrageiro, com possíveis implicações sobre as respostas de plantas e animais (HODGSON, 1985), influenciando o planejamento e a condução de práticas de manejo do pastejo (HODGSON; DA SILVA, 2002). No presente trabalho, durante o período em que houve restrições de disponibilidade de fatores climáticos (junho a outubro; Figuras 1 e 2), houve predominância de perfilhos velhos, com perfilhos maduros e jovens contribuindo pouco para a formação da população de plantas dos pastos. Nessas condições, normalmente ocorre reduzido aparecimento e elevada sobrevivência de perfilhos (MURPHY; BRISKE, 1992; MATTHEW, 1992), padrão de resposta que indica que, sob condições limitantes de crescimento, as plantas utilizam estratégias baseadas na conservação de recursos como forma de se manter na área, dentre as quais o aumento de longevidade de folhas e perfilhos é um dos mais comuns (PEREIRA, 2009)<sup>2</sup>. A partir de outubro, por ocasião do aumento da precipitação e ocorrência de maior disponibilidade de temperatura e luz, os pastos começaram a perfilhar intensamente (CAMINHA, 2009)<sup>1</sup>, caracterizando um intenso processo de renovação de perfilhos, fazendo com que a proporção de perfilhos jovens aumentasse significativamente em relação à proporção de perfilhos velhos nos pastos (Figuras 11, 12, 13 e 14). Esse padrão de resposta foi semelhante para todos os ritmos morfogenéticos avaliados, porém a magnitude aumentou com a aceleração do ritmo morfogenético a que

os pastos foram submetidos, caracterizando uma fase crítica de transição na renovação da população de plantas na área no recomeço de cada estação de crescimento ao final da primavera. Dessa forma, qualquer erro de manejo que restrinja a emissão de novos perfilhos nessa época do ano poderia comprometer ou retardar a renovação de perfilhos no pasto, gerando prejuízos ao acúmulo de forragem e persistência dos pastos nas estações subsequentes. Nesse contexto, pastos submetidos aos ritmos morfogenéticos mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N) apresentaram renovação mais intensa da população de perfilhos, assumindo um perfil mais jovem que pastos submetidos aos ritmos morfogenéticos mais lentos (não adubados ou adubados com 150 kg/ha de N). A renovação de perfilhos é dependente da disponibilidade de fatores ambientais, de maneira que o nitrogênio atua potencializando essa renovação (MURPHY; BRISKE, 1992; MATTHEW, 1992; CRUZ; BOVAL, 2000). Trabalhos realizados com os capins mombaça e tanzânia (CARVALHO; MATTHEW; HODGSON, 2001; BARBOSA, 2004) revelaram que perfilhos jovens são mais produtivos que perfilhos velhos, consequência de suas maiores taxas de aparecimento e alongamento de folhas, além do maior valor nutritivo da forragem produzida (SANTOS et al., 2006), que perfilhos velhos, indicando que práticas de manejo que resultassem em renovação mais intensa de perfilhos (e.g. maior frequência e intensidade de desfolhação) poderiam resultar em aumentos de acúmulo de forragem e produtividade animal. O fato abre uma nova janela de oportunidades para o planejamento e definição de práticas de manejo do pastejo e uso de adubação e irrigação em pastagens com base em aspectos relacionados à dinâmica da população de plantas e perfilhos na pastagem.

## **2.5 Conclusões**

A idade dos perfilhos é fator importante e afeta as características estruturais de perfilhos individuais e do dossel forrageiro, podendo interferir com as respostas de plantas e animais. Assim, práticas de manejo baseadas na manipulação da dinâmica do perfilhamento e, conseqüentemente, da faixa etária da população de perfilhos que compõem o pasto podem contribuir para melhoria significativa dos índices de produtividade de sistemas de produção animal em pasto. Esse é um dos benefícios

adicionais da adubação nitrogenada que precisa ser considerado quando da tomada de decisão sobre sua utilização sob condições de pastejo.

### Referências

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.
- ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 125 p. Dissertação (Mestrado Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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.
- BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION 1985. **Biennial report**. Midlothian, 1985. p. 29-30.
- CARVALHO, D.D. **Leaf morphogenesis and tillering behaviour in single plants and simulated swards of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars**. 2002. 186p. Thesis (Doctor of Philosophy in Plant Science) – Institute of Natural Resources, Massey University, Palmerston North, 2002.
- CARVALHO, D.D.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Effect of agging in tillers of *Panicum maximum* on leaf elongation rate. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001 São Pedro, SP., **Proceedings...**, São Pedro, 2001. p. 41-42.
- CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing. 2000. p. 151-168.
- DAVIES, A.; EVANS, M.E.; EXLEY, J.K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 101, p. 131-137, 1983.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a tiller. Effects of Nitrogen and Cutting Regime. **Annals of Botany**, Oxford, v.85, p.645-653, 2000.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412 p.

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

GONÇALVES, A.C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2002. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., 1985, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto, 1985. p.63-66.

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

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

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: GOMIDE, J.A.; MATTOS, W.R.; DA SILVA, S C. (Ed.). INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001 São Pedro **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 29-37.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. chap. 1, p. 3-36.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A.; Nabinger, C.; Carvalho, P. C. F. (Ed.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p.265-288.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D. **SAS system for mixed models**. Cary: SAS Institute Inc., 1996. 633p.

MacADAM, J. W.; VOLENEC, J.J. ; NELSON, C.J. effects of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.89, p. 549-556, 1989.

- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; et al.. Características morfológicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.665-671, 2006.
- MATTHEW, C. **A study of seasonal root and tiller dynamics in swards of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L)**. 1992. 210 p. Thesis (Doctor of Philosophy in Plant Science) – Institute of Natural Resources, Massey University, Palmerston North, 1992.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.
- MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G., HODGSON, J., MORAES, A., et al. (Eds.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**, Wallingford, CAB International, p.127-150, 2000.
- MORAIS, R.V.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; FAGUNDES, J.L.; MOREIRA, L.M.; MISTURA, C.; MATUSCELLO, J.A. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p. 380-388, 2006.
- MURPHY, J.S.; BRISKE, D.D. Regulation of tillering by apical dominance: chronology, interpretive value, and current perspectives. **Journal of Range Management**, Baltimore, v. 45, n. 5, p. 419-429, 1992.
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p
- ROBSON, M.J. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. II. Carbon assimilation and respiration in a seedling sward. **Annals of Botany**, Oxford, v.37, n.4, p.501-518, 1973.
- SANTOS, P.M.; CORSI, M.; PEDREIRA, C.G.S; LIMA, C.G. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grassland**, Peak Crossing, v.40, p. 84-93, 2006.
- SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. 2004. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- SBRISSIA, A. F.; Da SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 731- 754.

SCHNYDER, R.H.; SCHÄUFELE, R. VISSER, R.; NELSON, J. An integrated view of c and n uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK, 2000. p.41-60.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p. 263–273 (Boletim técnico, 100).

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

### **3 Características morfogênicas de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes**

#### **Resumo**

O conhecimento das características morfogênicas tem auxiliado no entendimento das respostas das pastagens às variações de ambiente e de manejo às quais são submetidas. Uma prática de manejo normalmente utilizada que promove alterações dessas características é a adubação nitrogenada, uma vez que acelera a velocidade de renovação de perfilhos, gerando uma população com um perfil mais jovial e mais produtiva. Portanto, existe a possibilidade de que a idade dos perfilhos seja fator determinante da velocidade de crescimento das pastagens. O objetivo deste experimento foi avaliar a influência da idade dos perfilhos sobre as características morfogênicas de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes gerados por meio de adubação nitrogenada. Os tratamentos corresponderam à aplicação de três doses de nitrogênio (150, 300 e 450 kg/ha de N) mais o controle (sem adubação) e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 1.200 m<sup>2</sup>) segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta durante o outono/inverno de 2007 e o verão de 2008: taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (dias), taxa de alongamento de folhas (TAIF) e de colmos (TAIC), duração de vida das folhas (DVF) e taxa de senescência de folhas (TSeF). De forma geral, perfilhos jovens apresentaram maiores valores de TApF e de TAIF e menores valores de filocrono e de DVF que perfilhos maduros e velhos. O nitrogênio foi efetivo em promover aumento no ritmo morfogênico das plantas caracterizado por aumentos em TApF, TAIF, TAIC e TSeF, particularmente durante o verão. A idade dos perfilhos é fator importante e afeta o ritmo de crescimento das plantas, de tal forma que perfilhos jovens são mais produtivos que perfilhos mais velhos apesar da menor longevidade de suas folhas. Esse fato indica que estratégias de manejo e/ou práticas agronômicas que permitam maior renovação da população de perfilhos poderiam resultar em aumentos de produção de forragem e de produtividade animal.

Palavras-chaves: Idade de perfilhos; Nitrogênio; Características morfogênicas;  
*Brachiaria brizantha*

## **Morphogenetic characteristics of tiller age categories on continuously stocked marandu palisadegrass swards subjected to contrasting morphogenetic rhythms**

### **Abstract**

Knowledge regarding morphogenetic characteristics has contributed to the understanding of plant responses to variations in climatic conditions and management practices. Among management practices, the use of nitrogen fertiliser promotes modifications on these characteristics, since it accelerates the turnover of tillers resulting in younger and more productive population of tillers. Therefore, it is possible that tiller age affect how fast plants grow. The objective of this experiment was to evaluate the influence of tiller age on the morphogenetic characteristics of continuously stocked marandu palisadegrass swards maintained at 30 cm and subjected to contrasting morphogenetic rhythms created by nitrogen fertilisation use. Treatments corresponded to three nitrogen application rates (150, 300 e 450 kg/ha de N) plus the control (no fertilisation) and were assigned to experimental units (1200 m<sup>2</sup> paddocks) according to a complete randomised block design, with four replications. The following response variables were measured during autum/winter 2007 and summer 2008: leaf appearance rate (LAR), phyllochron (days), leaf (LER) and stem (SER) elongation rate, leaf life span (LLS), and leaf senescence rate (LSR). Nitrogen fertilisation was effective in generating the contrasting morphogenetic rhythms by promoting increases in LAR, LER, SER and LSR, particularly during summer. In general, young tillers had higher LAR and LER and lower phyllochron and LLS than mature and old tillers. Tiller age is an important factor interfering with the growth rhythm of plants, since young tillers are more productive than old ones, in spite of short leaf life span of their leaves. This indicates that management practices that allow fast turnover in tiller population could result in increased herbage accumulation, favouring increases in animal productivity.

Keywords: Tiller age; Nitrogen; Morphogenetic characteristics; *Brachiaria brizantha*

### 3.1 Introdução

Em nível de perfilho, o crescimento das plantas forrageiras pode ser estudado por meio da morfogênese, que é representada pela taxa de aparecimento, alongamento e pela duração de vida das folhas, sendo que essas características são determinadas geneticamente, mas são, no entanto, influenciadas por variáveis de meio ambiente como temperatura, suprimento de nutrientes e disponibilidade de umidade do solo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Nos últimos anos inúmeros trabalhos envolvendo o entendimento da morfogênese das gramíneas tropicais foram desenvolvidos, permitindo um melhor uso das respostas das plantas ao pastejo e favorecendo recomendações de metas de pasto (e.g. altura) na definição de estratégias de manejo do pastejo (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007).

Assim, para o capim-marandu manejado sob lotação contínua sabe-se hoje que a altura ideal de pastejo é 30 cm, condição de pasto que favorece elevada produção de forragem, desempenho e produtividade animal (LUPINACCI, 2002; ANDRADE, 2003; SARMENTO, 2003; MOLAN, 2004; SBRISSIA, 2004), apesar de uma eficiência de utilização da forragem produzida cerca de 15% menor relativamente a pastos mantidos mais baixos (GONÇALVES, 2002). Nesse contexto, práticas de manejo que permitissem melhorar a eficiência de utilização de pastos mantidos a 30 cm poderiam otimizar ainda mais as respostas de plantas e animais em pastos de capim-marandu sob lotação contínua, favorecendo a intensificação do processo produtivo. Um maior ritmo de crescimento, dentre outros fatores, está relacionado ao efeito positivo do nitrogênio sobre o alongamento de folhas e a renovação de perfilhos na pastagem (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; MORAIS, et al., 2006; ALEXANDRINO et al., 2000), o que acaba gerando uma população de plantas constituída por perfilhos mais jovens. De maneira geral, o vigor de crescimento de uma planta é consideravelmente reduzido com o avanço de sua idade e, para gramíneas forrageiras, essa redução no ritmo de crescimento está relacionada a menores taxas de alongamento e aparecimento de folhas (CARVALHO; MATTHEW; HODGSON, 2001; BARBOSA, 2004).

Estudos em que se avaliou a relação entre idade dos perfilhos e as respostas morfogênicas das plantas e acúmulo de forragem do dossel forrageiro são ainda escassos, tanto para gramíneas de clima temperado como de clima tropical (DAVIES, 1993; CARVALHO; MATTHEW; HODGSON, 2001). Com base no exposto, o objetivo

deste experimento foi avaliar a influência da idade dos perfilhos sobre as respostas morfológicas de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos de morfológicos contrastantes gerados por meio de adubação nitrogenada.

### 3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras (UEPF), pertencente ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, de janeiro de 2007 a abril de 2008, situada no município de Piracicaba, SP, sob as coordenadas geográficas aproximadas de 22°42’ de latitude Sul, 47°38’ de longitude Oeste e 546 de altitude (OMETTO, 1981).

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférrico, com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 1999). A análise de solo revelou valores satisfatórios de pH e teores de nutrientes em relação às exigências da espécie em estudo, não havendo, portanto, necessidade de realização de adubações outras que não a nitrogenada (WERNER; PAULINO; CANTARELLA, 1996). Na Tabela 1 seguem os dados das características químicas da camada de 0-20 cm do solo antes do início do experimento.

Tabela 1- Resultado da análise química de solo da área experimental

Bloco	pH	MO (g dm <sup>-3</sup> )	P (mg dm <sup>-3</sup> )	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )					SB	T	V (%)
				K	Ca	Mg	Al	H+Al			
I	5,2	43,7	50,7	8,3	57,5	19,2	0,0	37,0	85,0	122,0	69,7
II	5,2	44,2	57,8	8,3	58,8	17,8	0,0	38,0	84,8	122,7	69,0
III	5,0	39,8	64,5	5,5	56,5	14,3	0,0	48,3	76,3	124,5	61,0
IV	4,8	38,7	75,5	4,5	70,0	12,8	1,2	53,8	87,0	140,7	62,2
Médias	5,1	41,6	62,1	6,7	60,7	16,0	0,3	44,3	83,3	127,5	65,5

O clima da região é classificado como Cwa, mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, conforme classificação de Koppen. Abaixo, nas Figuras 1 e 2, são apresentados os dados climáticos referentes ao período experimental.

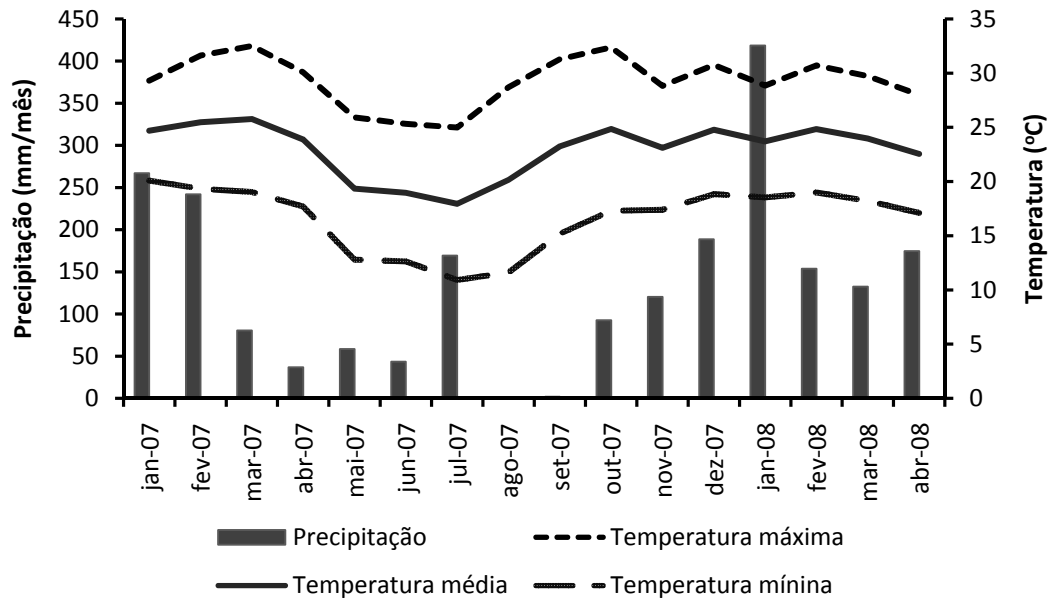


Figura 1 – Precipitação (mm) e média das temperaturas (°C) máximas, médias e mínimas de janeiro de 2007 a abril de 2008

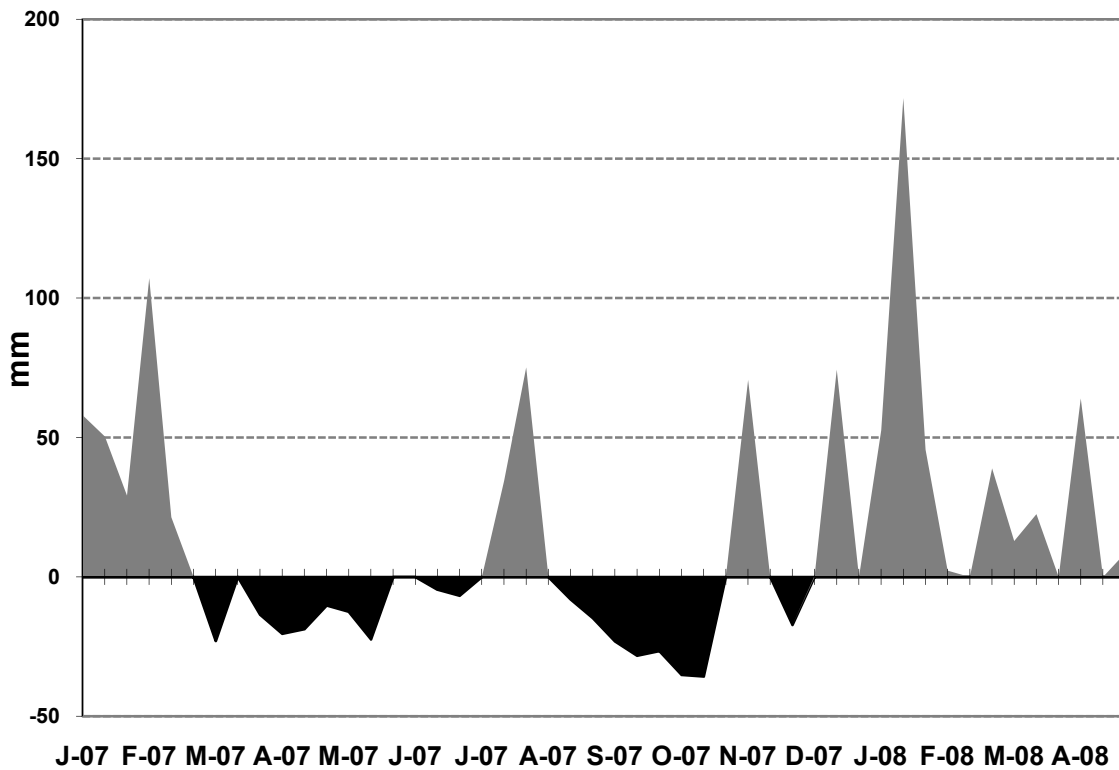


Figura 2 – Balanço hídrico de janeiro de 2007 a abril de 2008, considerando-se uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 50 mm

Os pastos de capim-marandu foram estabelecidos em setembro de 2000 e serviram a uma série de experimentos baseados no uso de lotação contínua (2001 a 2003) e de lotação rotativa (2004 a 2006) abordando aspectos da ecofisiologia e ecologia do pastejo. Ao final dos experimentos a área foi mantida sob pastejo rotativo por bovinos de corte até julho de 2006, quando foram roçados a uma altura de 10 cm do solo como forma de uniformizar os pastos e prepará-los para o início de uma nova série de experimentos.

O monitoramento das condições para este experimento começou a partir de julho de 2006, logo após a roçada de uniformização. Durante o período experimental os pastos foram mantidos a uma altura de 30 cm, admitindo-se uma variação de 10% (altura média variando de 27 a 33 cm), condição que, na série anterior de experimentos sob lotação contínua (pastos mantidos a 10, 20, 30 e 40 cm), resultou em elevados valores de acúmulo de matéria seca (SBRISSIA, 2004), ganho de peso por animal e por unidade de área (ANDRADE, 2003), mas resultou em baixa eficiência de utilização da forragem produzida (GONÇALVES, 2002).

O monitoramento da altura dos pastos foi realizado duas vezes por semana durante as estações de maior crescimento (final de primavera e verão) e uma vez por semana durante as estações de menor crescimento (outono, inverno e início de primavera) utilizando-se um bastão medidor (*sward stick*) (BARTHAM, 1985). Em cada unidade experimental (piquetes de 1.200 m<sup>2</sup>) foram realizadas medições em 100 pontos ao longo de quatro linhas transectas (25 pontos por transecta) dispostas em formato de zig-zag. Em outubro de 2006, quando os piquetes começaram a atingir o limite inferior da meta de altura (27 cm), os animais começaram a ser introduzidos nos piquetes, mas o experimento foi iniciado somente após todos os piquetes terem atingido a meta de altura planejada e apresentarem animais em pastejo (início da lotação contínua), o que aconteceu somente a partir de dezembro de 2006. Dessa maneira, o período experimental iniciou-se em janeiro de 2007 e encerrou-se em abril de 2008. O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável como forma de manter a meta de altura relativamente estável e em torno de 30 cm (Figura 3). O pastejo foi realizado por novilhas das raças Nelore e Canchim com peso corporal médio inicial de 250 kg.

O experimento foi realizado segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com 4 repetições, tendo como critério de bloqueamento o declive do terreno. Os tratamentos corresponderam a quatro ritmos morfogênicos contrastantes da comunidade de plantas, os quais foram criados por meio da aplicação de três doses de nitrogênio mais o controle (sem adubação): T1 = 0; T2 = 150, T3= 300 e T4= 450 kg/ha.ano de N (Figura 4). Tais doses de nitrogênio foram estabelecidas com base em valores compatíveis com a amplitude agronômica normalmente utilizada para a planta forrageira estudada e suficientemente grande para criar o contraste em ritmos de crescimento e de dinâmica de renovação de tecidos necessário para se avaliar a hipótese postulada.

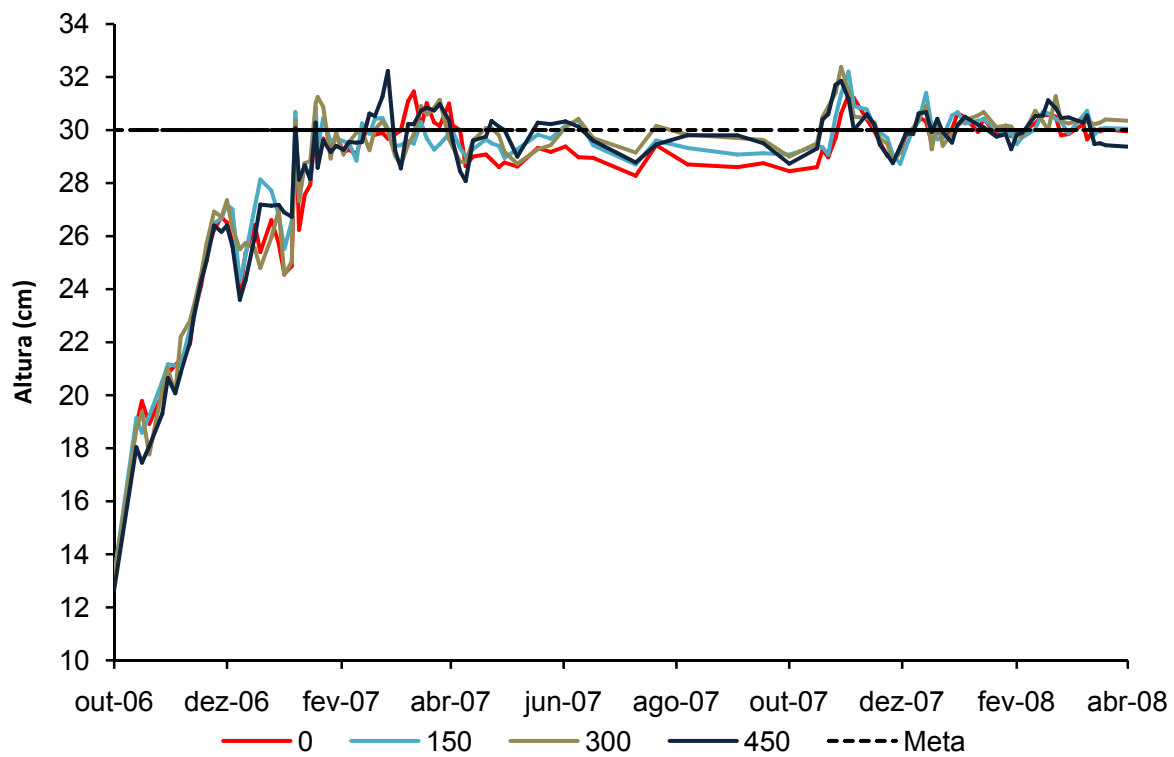


Figura 3 - Altura média (cm) dos pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua de outubro de 2006 a abril de 2008

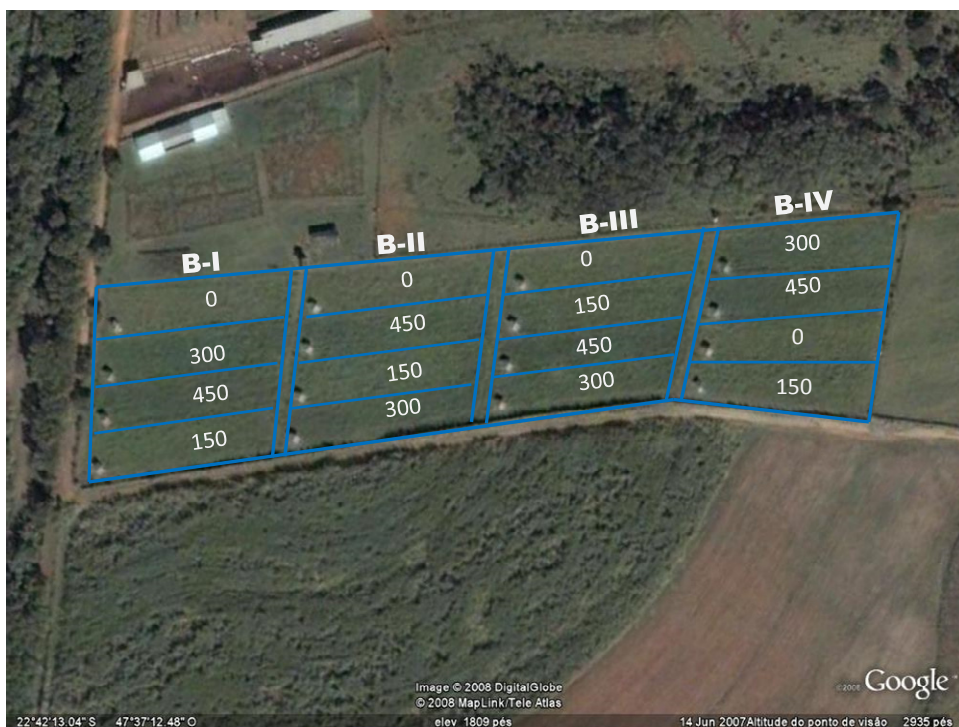


Figura 4 - Croqui da área experimental com os blocos e seus respectivos tratamentos, em imagem de satélite (Fonte: Software *Google Earth* – acesso 14/06/2008)

Como fonte de N foi utilizado o fertilizante nitrato de amônio em sua forma pura, sendo sua aplicação parcelada segundo intervalos regulares de quatro semanas, ou seja, 1/4 do total anual aplicado por vez durante o verão agrostológico das estações de crescimento 2006/2007 e 2007/2008, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Datas e quantidades de nitrogênio aplicado nas unidades experimentais

Datas de aplicação	Tratamento - Doses utilizadas (kg/ha de N por ano)			
	0	150	300	450
<b>2006/2007</b>				
19/12/2006	-	37,50	75	112,50
16/01/2007	-	37,50	75	112,50
23/02/2007	-	37,50	75	112,50
23/03/2007	-	37,50	75	112,50
<b>2007/2008</b>				
20/12/2007	-	37,50	75	112,50
17/01/2008	-	37,50	75	112,50
14/02/2008	-	37,50	75	112,50
13/03/2008	-	37,50	75	112,50

As avaliações relativas à morfogênese das diferentes faixas etárias dos perfilhos foram realizadas em duas épocas distintas do ano, a primeira no outono/inverno de 2007 (07/06/2007 a 30/07/2007) e a segunda no verão de 2008 (22/02/2008 a 19/03/2008), épocas de crescimento lento e acelerado das plantas forrageiras, respectivamente. Para que fosse possível a realização dessas avaliações era necessário o conhecimento do período de surgimento de cada perfilho. Para isso, foram utilizados perfilhos que vinham sendo monitorados para avaliação da demografia do perfilhamento a cada 28 dias em projeto concomitante na mesma área experimental (CAMINHA, 2009)<sup>1</sup>. Neste caso, em cada piquete, foram fixados ao solo três anéis de PVC de 30 cm de diâmetro por meio de grampos de arame, dentro dos quais todos os perfilhos vivos foram contabilizados e identificados. O primeiro procedimento de contagem e marcação de perfilhos foi realizado em 15/12/2006, sendo que nessa data todos os perfilhos contidos dentro do anel foram marcados com uma única cor e passaram a compor o que se denominou de geração zero ou de referência (G0). No mês seguinte (15/01/2007), os perfilhos já existentes nos anéis pertencentes à geração G0 foram contados (somente os vivos) e os novos (que apareceram entre os períodos de amostragem) foram marcados com uma cor diferente. Estes foram então denominados como 1ª geração (G1) e assim ocorreu sucessivamente para todas as

gerações. Para as avaliações das faixas etárias, os perfilhos da G0 não foram utilizados devido à impossibilidade de se determinar a idade real dos perfilhos. Dessa forma, foram utilizados perfilhos da geração G1 em diante.

Com base nas datas de aparecimento das gerações, os perfilhos foram então divididos em três faixas etárias adotando-se a mesma classificação feita por Carvalho, Matthew e Hodgson, 2001:

- Perfilhos velhos: com 4 ou mais meses do aparecimento
- Perfilhos maduros: com 2 a 4 meses do aparecimento
- Perfilhos novos: com menos de 2 meses do aparecimento

Dessa maneira, para o conjunto de avaliações realizadas no outono/inverno de 2007 os perfilhos que compuseram as faixas etárias foram:

- Perfilhos velhos – perfilhos que surgiram em janeiro e fevereiro de 2007
- Perfilhos maduros – perfilhos que surgiram em março e abril de 2007
- Perfilhos jovens – perfilhos que surgiram em maio e junho de 2007

De maneira semelhante, para o conjunto de avaliações realizadas no verão de 2008 os perfilhos que compuseram as faixas etárias foram:

- Perfilhos velhos – perfilhos que surgiram em outubro de 2007 e nos meses anteriores sendo que, de maneira geral, procurou-se utilizar sempre perfilhos que haviam surgidos em setembro e outubro de 2007
- Perfilhos maduros – perfilhos que surgiram em novembro e dezembro de 2007
- Perfilhos jovens – perfilhos que surgiram em janeiro e fevereiro de 2008

Em cada anel foram marcados 6 perfilhos por faixa etária, totalizando 72 perfilhos por tratamento. Esses perfilhos foram identificados por meio de anel plástico e monitorados uma vez por semana na avaliação de outono/inverno e duas vezes por semana na avaliação de verão.

Os perfilhos marcados foram classificados como basais ou aéreos, intactos ou desfolhados, e tiveram suas folhas contabilizadas (folhas em expansão, expandidas e

senescentes). Adicionalmente, as folhas foram classificadas como intactas ou desfolhadas e tiveram o comprimento de seu limbo foliar medido de acordo com seu estágio de desenvolvimento da seguinte maneira: (1) Para folhas expandidas foi considerado o comprimento da ponta da folha até a lígula; (2) Para folhas em expansão o procedimento foi o mesmo, porém o referencial de medida utilizado foi à lígula da última folha expandida; (3) Para folhas em senescência foi considerado o ponto até onde o processo de senescência tinha avançado. O comprimento das bainhas foliares e do colmo (denominado de colmo deste ponto em diante) também foi mensurado, e correspondeu à distância entre a lígula da última folha expandida e o nível do solo ou do ponto de inserção no caso de perfilhos basais e aéreos, respectivamente.

A partir dessas avaliações foi possível determinar as características morfogênicas das diferentes faixas etárias dos perfilhos:

1) Taxa de aparecimento de folhas (TApF, folhas/perfilho.dia):

- $TApF = n^{\circ} \text{ novas folhas surgidas} / n^{\circ} \text{ perfilhos} \times \text{duração da avaliação}$

2) Filocrono (dias):

- $FILOCRONO = 1 / TApF$

3) Taxa de alongamento de folhas (TAIF) e de colmos (TAIC) (cm/perfilho.dia):

- $TAIF \text{ e } TAIC = (CF - CI) / ND$  onde:

CF = comprimento final das folhas em expansão ou do colmo

CI = comprimento inicial das folhas em expansão ou do colmo

ND = número de dias entre avaliações consecutivas

4) Duração de vida da folha (DVF):

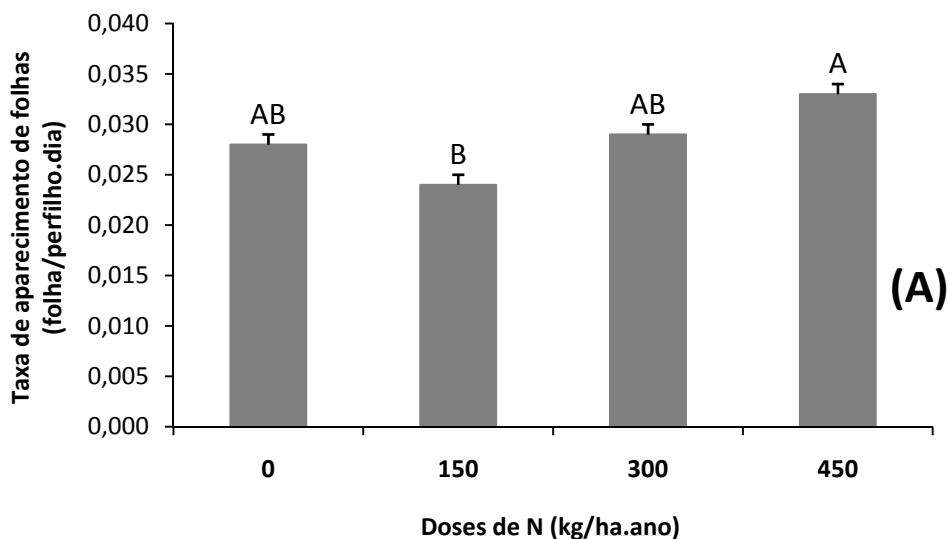
- $DVF = n^{\circ} \text{ de folhas vivas por perfilho} \times \text{Filocrono}$  (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996)

5) Taxa de senescência: calculada de forma semelhante à TAIF, porém utilizando-se a variação do comprimento do limbo foliar das folhas senescentes (variações negativas em tamanho).

Os dados referentes a cada época de avaliação foram submetidos à análise de variância separadamente utilizando-se o PROC GLM (modelos lineares) do pacote estatístico do SAS® (*Statistical Analysis System*), versão 9.0 para Windows®. As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS”, e a comparação entre elas, quando necessária, foi realizada por meio do teste de Tukey, adotando-se um nível de significância de 5%.

### 3.3 Resultados

A taxa de aparecimento de folhas (TApF) variou em função do ritmo morfogênico ( $P=0,0004$ ) e da idade dos perfilhos ( $P<0,0001$ ) durante o outono/inverno (Figuras 5A e 5B). A maior TApF foi registrada nos pastos adubados com a maior dose de N (450 kg/ha), e foi diferente apenas daquela registrada nos pastos adubados com a menor dose (150 kg/ha). Já em relação à idade dos perfilhos, os maiores valores de TApF estiveram associados com as faixas etárias de perfilhos jovens e maduro (0,033 e 0,030 folhas/perfilho.dia, respectivamente).



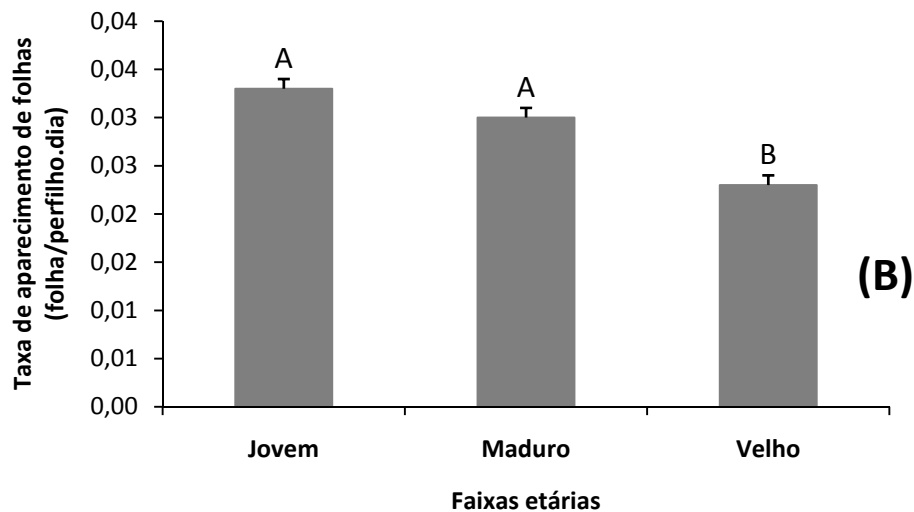


Figura 5 - Taxa de aparecimento de folhas (folha/perfilho.dia) em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes (A), considerando-se diferentes faixas etárias de perfilhos (B), durante o outono/inverno 2007

No verão a TApF variou apenas em função da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ), sendo os maiores valores registrados para perfilhos jovens (0,097 folha/perfilho.dia), seguida de perfilhos maduros (0,064 folha/perfilho.dia) e velhos (0,048 folha/perfilho.dia) (Figura 6).

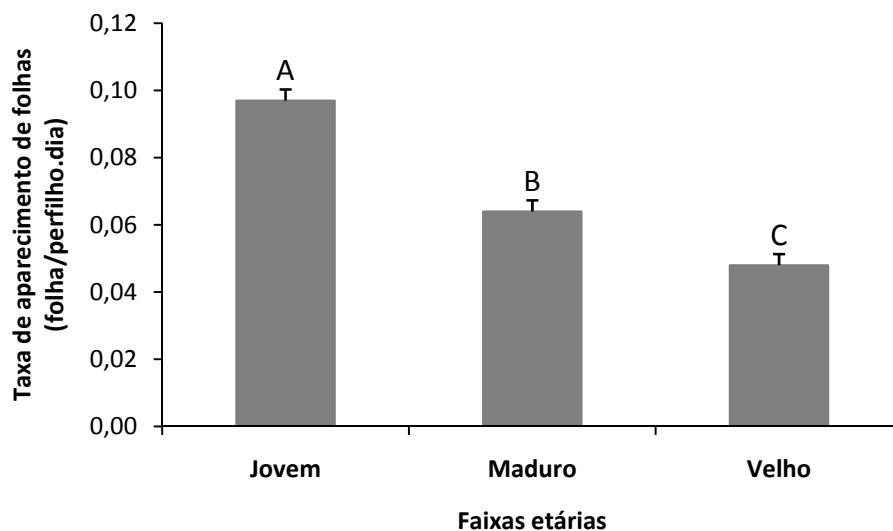


Figura 6 - Taxa de aparecimento de folhas (folha/perfilho.dia) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes durante o verão 2008

O filocrono (expresso em dias) variou com o ritmo morfogênico ( $P=0,0006$ ) e com a idade dos perfilhos ( $P<0,0001$ ) no outono/inverno (Figuras 7A e 7B). O maior valor de filocrono foi registrado nos pastos adubados com a menor dose de N (150 kg/ha), e diferiu apenas daquele registrado nos pastos adubados com a maior dose de N (450 kg/ha). Em relação à idade dos perfilhos, os maiores valores de filocrono estiveram associados à faixa etária de perfilhos velhos.

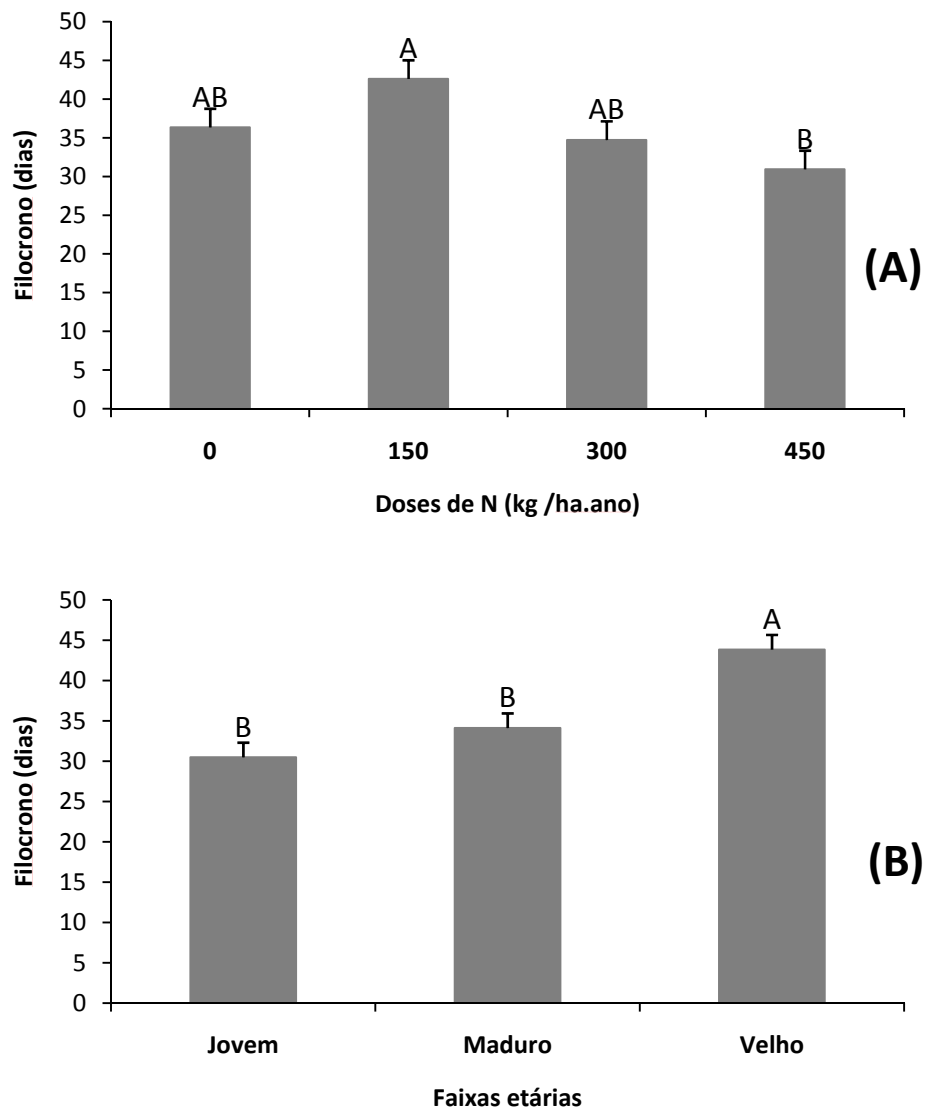


Figura 7 - Filocrono (dias) em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes (A), considerando-se diferentes faixas etárias de perfilhos (B), durante o outono/inverno 2007

No verão o filocrono (dias) variou em função apenas da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ), sendo os maiores valores registrados para perfilhos velhos (22 dias), seguida de maduros (16 dias) e jovens (11 dias) (Figura 8).

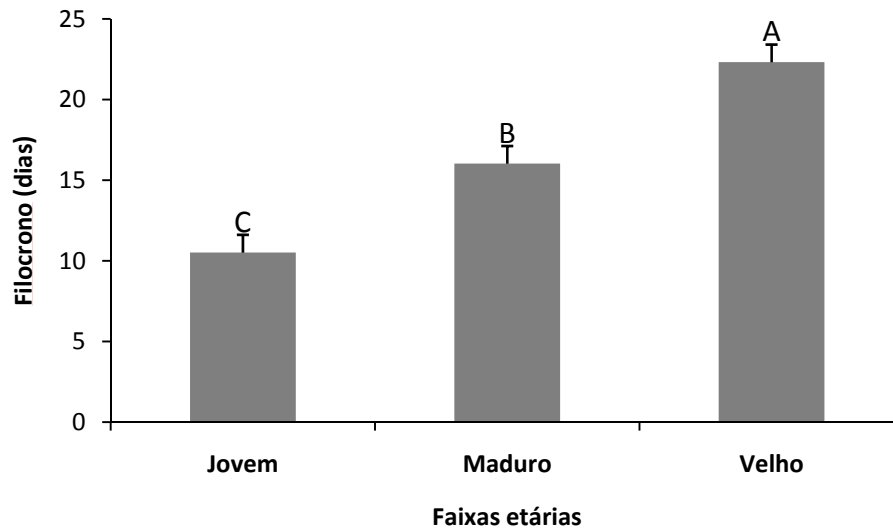
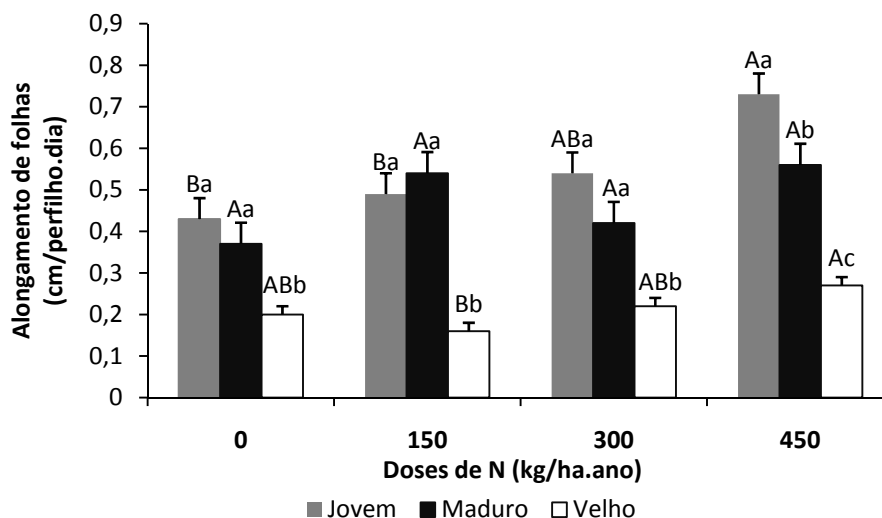


Figura 8 - Filocrono (dias) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogenéticos contrastantes durante o verão 2008

A taxa de alongamento de folhas (TAIF) variou com o ritmo morfogenético ( $P < 0,0001$ ), idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ) e com a interação ritmo morfogenético x idade dos perfilhos ( $P = 0,0413$ ) no outono/inverno. De maneira geral, os maiores valores de TAIF foram registrados nas faixas etárias de perfilhos jovens e maduros relativamente a velhos, exceção feita nos pastos adubados com a maior dose de N (450 kg/ha), situação em que perfilhos jovens apresentaram maiores valores de TAIF que perfilhos maduros e velhos. Para perfilhos jovens, os valores de TAIF foram crescentes com ritmos morfogenéticos mais acelerados, situação que não ocorreu para perfilhos maduros e velhos (Figura 9).



Letras maiúsculas comparam médias dentro das faixas etárias de perfilhos

Letras minúsculas comparam médias dentro de ritmos morfogênicos

Figura 9 – Taxa de alongamento de folhas (cm/perfilho.dia) em diferentes faixas etárias de perfilho em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes durante o outono/inverno 2007

No verão a TAIF variou apenas em função da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ), sendo os maiores valores registrados para a faixa etária de perfilhos jovens (1,39 cm/perfilho.dia), seguida de maduros (0,78 cm/perfilho.dia) e velhos (0,45 cm/perfilho.dia) (Figura 10).

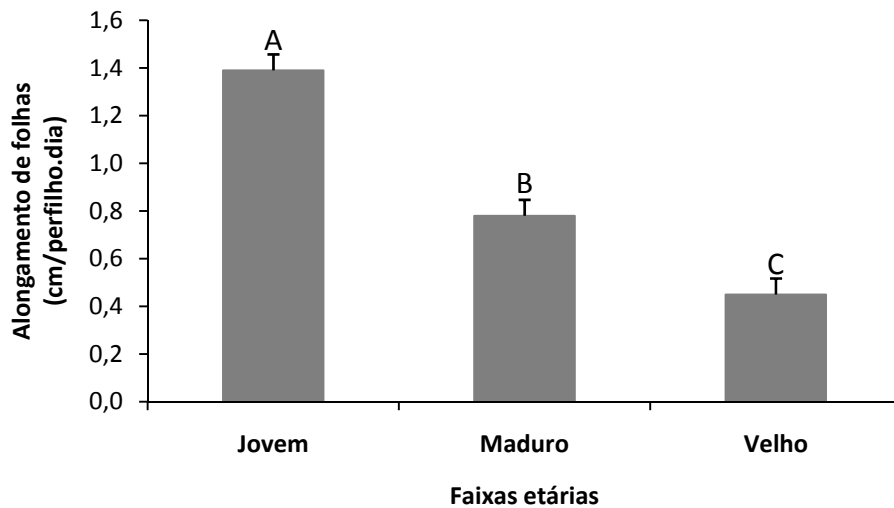


Figura 10 – Taxa de alongamento de folhas (cm/perfilho.dia) em diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes durante o verão 2008

A taxa de alongamento de colmos (TAIC) variou apenas com o ritmo morfogênico durante o verão ( $P < 0,0001$ ), com os maiores valores registrados nos pastos adubados com as maiores doses de N (300 e 450 kg/ha), menores nos pastos não adubados e valores intermediários nos pastos adubados com 150 kg/ha de N (Figura 11).

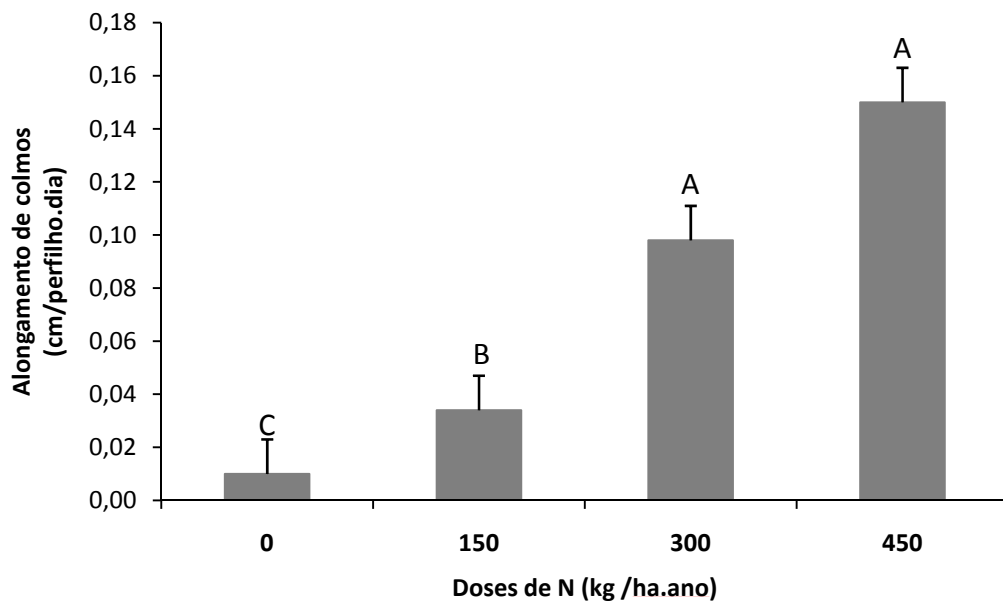


Figura 11 – Taxa de alongamento de colmos (cm/perfilho.dia) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes durante o verão 2008

A duração de vida das folhas (dias) (DVF) variou apenas em função da idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ) no outono/inverno. Perfilhos maduros e velhos apresentaram maiores valores de DVF que perfilhos jovens (97, 128 e 143 dias para perfilhos jovens, maduros e velhos, respectivamente) (Figura 12).

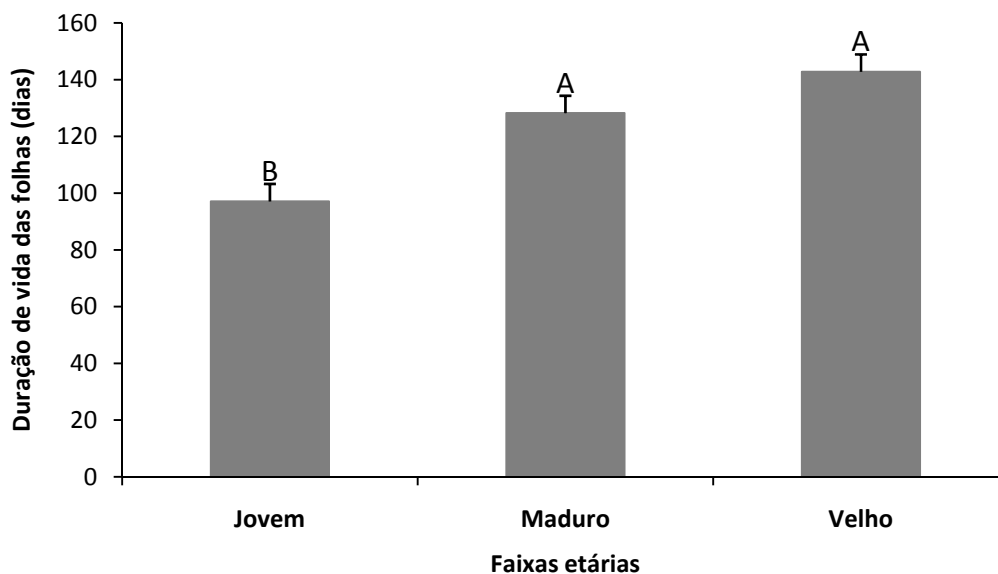


Figura 12 - Duração de vida das folhas (dias) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes durante o outono/inverno 2007

Assim como no outono/inverno, no verão houve efeito apenas de idade dos perfilhos sobre a duração de vida das folhas ( $P < 0,0001$ ). Novamente, perfilhos maduros e velhos apresentaram maiores valores de DVF que perfilhos jovens (43, 59 e 69 dias para perfilhos jovens, maduros e velhos, respectivamente) (Figura 13).

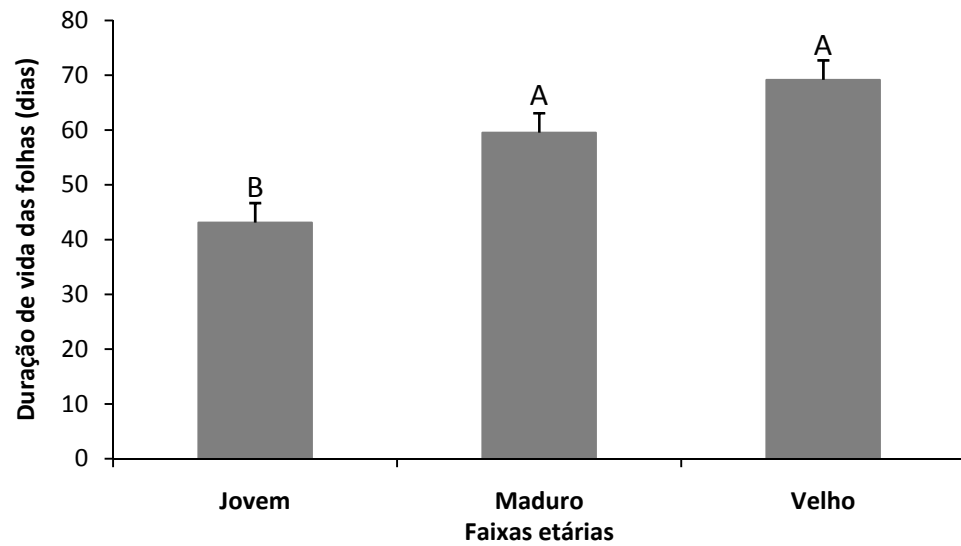


Figura 13 - Duração de vida das folhas (dias) em diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes durante o verão 2008

A taxa de senescência de folhas (TSeF) variou apenas com a idade dos perfilhos ( $P < 0,0001$ ) no outono/inverno, com os maiores valores registrados para perfilhos maduros (0,12 cm/perfilho.dia), seguidos de perfilhos velhos (0,10 cm/perfilho.dia) e jovens (0,046 cm/perfilho.dia) (Figura 14).

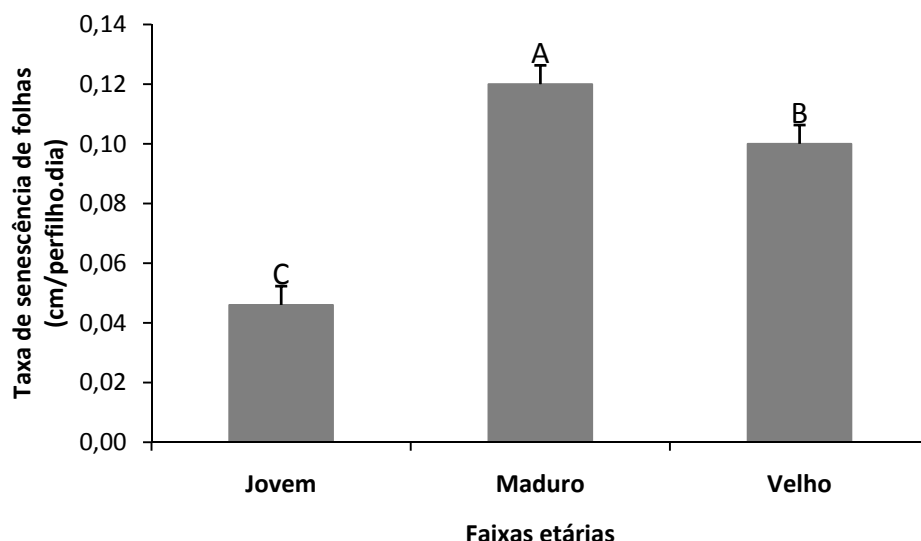


Figura 14 – Taxa de senescência de folhas (cm/perfilho.dia) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes durante o outono/inverno 2007

Já no verão, a taxa de senescência de folhas variou apenas com o ritmo morfogênico ( $P=0,0004$ ). Os maiores valores de TSeF foram registrados nos pastos adubados com a maior dose de N (450 kg/ha) (0,15 cm/perfilho.dia), não havendo diferença entre os demais tratamentos (0,063; 0,068 e 0,090 cm/perfilho.dia nos pastos não adubados ou adubados com 150 e 300 kg/ha de N, respectivamente) (Figura 15).

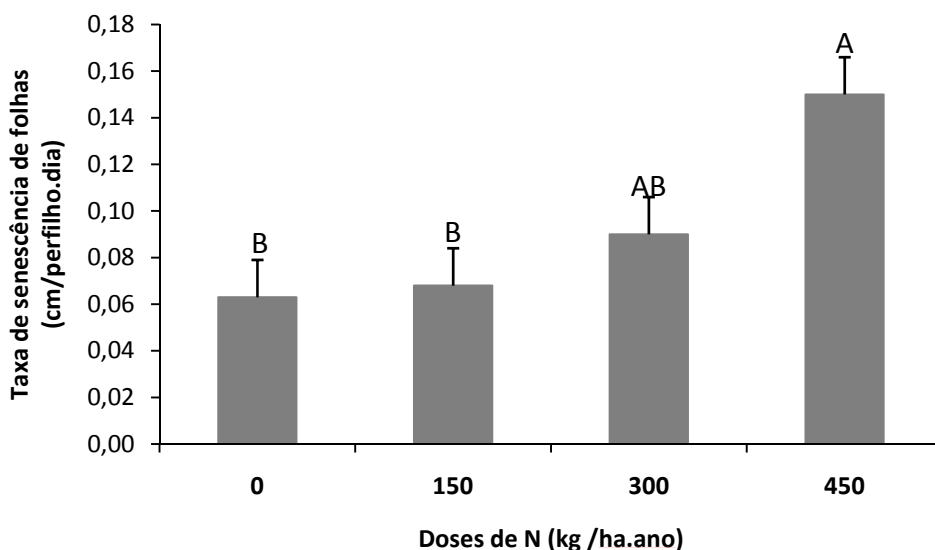


Figura 15 - Taxa de senescência de folhas (cm/perfilho.dia) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes, no verão 2008

### 3.4 Discussão

O estudo da morfogênese das gramíneas forrageiras, nos últimos anos tornou-se importante para o conhecimento das condições de pasto (e.g. altura, massa de forragem, IAF) adequadas para assegurar produção animal eficiente e sustentável em áreas de pastagens (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2006). Como demonstrado por Chapman e Lemaire (1996), as características morfogênicas são influenciadas por fatores como água, luz, temperatura e nutrientes, principalmente o nitrogênio. A adubação nitrogenada é comumente utilizada para acelerar o crescimento das plantas, promovendo alterações nas características morfogênicas e estruturais dos pastos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; GARCEZ NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2005). No presente trabalho, no outono/inverno, a taxa de aparecimento de folhas (TApF) e a taxa de alongamento de folhas (TAIF) (Figuras 5 A e 9, respectivamente) foram influenciadas pelo ritmo de morfogênico, assim como a taxa de alongamento de colmos (TAIC) e a taxa de senescência de folhas (TSeF) (Figuras 11 e 15, respectivamente) no verão.

A TApF, por sua vez, é influenciada por inúmeros fatores, de maneira que divergências entre autores são encontradas quando se trata de discutir o efeito da adubação nitrogenada sobre essa resposta morfogênica (LEMAIRE, 1988; CRUZ; BOVAL, 2000; GARCEZ NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2000). No presente trabalho, o efeito do ritmo morfogênico foi verificado somente no outono/inverno, sem seguir, contudo, um padrão definido de resposta, uma vez que o maior valor de TApF foi registrado nos pastos com ritmo morfogênico mais acelerado (450 kg/ha de N), valor este que diferiu apenas daquele registrado nos pastos adubados com 150 kg/ha de N. Esse efeito provavelmente está relacionado com a participação direta do nitrogênio sobre a divisão das células na zona meristemática das folhas (MacADAM; VOLENEC; NELSON, 1989), promovendo maior TApF para pastos mantidos sob ritmo de crescimento mais acelerado

Diferentemente da TApF, que apresentou um ligeiro aumento com o ritmo morfogênico, a TAIC, no verão, foi fortemente influenciada pelo ritmo morfogênico (Figura 11). Os maiores valores de TAIC foram registrados nos pastos mantidos sob os ritmos morfogênicos mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N), fato este possivelmente relacionado à maior densidade populacional de perfilhos nos anéis de

PVC utilizados para realização das avaliações. A manipulação frequente das plantas nos anéis permite maior penetração de luz no interior do dossel forrageiro, favorecendo a ativação de gemas que acabam por aumentar a densidade populacional de perfilhos. Assim, é provável que os maiores valores de TAIC que foram registrados nos pastos mantidos sob os ritmos morfogênicos mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N), estejam relacionados à maior densidade populacional de perfilhos nos anéis de PVC utilizados para realização das avaliações. Nesse contexto, quanto maior a disponibilidade de N e de fatores climáticos de crescimento, maior será o número de gemas ativadas (LANGER, 1963; ALEXANDRINO et al., 2000), resultando em efeito mais pronunciado de aumento em densidade populacional nos pastos adubados com as maiores doses de N. A maior densidade populacional de perfilhos, por sua vez, aumenta a competição por luz no interior do dossel, estimulando o alongamento e o acúmulo de colmos (DA SILVA et al., 2009).

Contudo, um efeito marcante da adubação nitrogenada é a capacidade de promover renovação da população de plantas por meio do aumento das taxas de aparecimento e morte de perfilhos (CRUZ; BOVAL, 2000). Essa rápida renovação proporciona uma população com um perfil mais jovem, sendo que existem evidências de que perfilhos jovens apresentam taxas de crescimento superiores à perfilhos velhos (CARVALHO; MATTHEW; HODGSON, 2001; BARBOSA, 2004). Os resultados deste experimento corroboraram essas evidências obtidas originalmente para os capins mombaça e tanzânia, uma vez que a TApF, que possui papel central na morfogênese por exercer efeito direto sobre as características estruturais (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), mostrou-se bastante sensível à idade dos perfilhos. De forma geral, a TApF foi menor em perfilhos mais velhos (Figuras 5B e 6). No verão as diferenças entre as faixas etárias de perfilhos ficaram mais evidentes, tendo sido detectada diferença entre todas as faixas etárias avaliadas ( $P < 0,05$ ), com perfilhos maduros e velhos apresentando valores de TApF 34 e 51% menores que perfilhos jovens. Já no outono/inverno, época de menor disponibilidade de fatores de crescimento (Figura 1), houve efeito de idade de perfilho, porém as diferenças foram registradas apenas para perfilhos velhos relativamente a maduros e jovens (Figura 5B). Esse fato é justificado pela alta

sensibilidade da TApF a mudanças em temperatura na região do meristema apical (PEACOCK, 1975; STORDDART et al., 1986).

A redução da TApF com o avançar da idade dos perfilhos pode ser resultado de dois fatores. Um primeiro seria relacionado com o aumento do comprimento do colmo (pseudocolmo + colmo) com o avançar da idade dos perfilhos (passou de 7 para 18 cm no outono/inverno e de 11 para 18 cm no verão para perfilhos jovens e velhos, respectivamente). Segundo Lemaire e Chapman (1996), com o aumento do pseudocolmo há uma maior demora no surgimento das folhas acima do cartucho, de maneira que o intervalo para o surgimento de duas folhas consecutivas se torna dependente do comprimento do pseudocolmo (CRUZ; BOVAL, 2000). Nas Figuras 7 e 8 pode ser observado o aumento do filocrono (dias) com o avanço na idade dos perfilhos. Porém, esse fato por si só não explica a redução da TApF em perfilhos velhos, pois no trabalho desenvolvido por Barbosa (2004) perfilhos velhos apresentaram menor comprimento de lâmina foliar que perfilhos novos, condição essa que só ocorre a partir do momento em que há redução do pseudocolmo, resultado da elevação do meristema apical (HODGSON, 1990). Dessa maneira, um segundo fator que poderia estar atuando para causar a redução da TApF seria a redução da capacidade fotossintética dos perfilhos velhos, fato verificado por Carvalho (2002) para os capins Mombaça e Tanzânia. Segundo a autora, a redução na capacidade fotossintética com o avançar da idade dos perfilhos pode estar relacionada a mudanças anatômicas e fisiológicas das folhas, mas estudos dessa natureza são ainda escassos.

Assim como a TApF, a taxa de alongamento de folhas (TAIF) também deve ter sido influenciada pela capacidade fotossintética dos perfilhos, uma vez que perfilhos mais velhos também apresentaram menor TAIF que perfilhos jovens (Figuras 9 e 10). No outono/inverno ela também foi influenciada pelo ritmo morfogênico, pois diferentemente da TApF, o efeito da adubação nitrogenada, usada para criar os distintos ritmos morfogênicos, sobre a TAIF é amplamente conhecido entre os pesquisadores, de maneira que incrementos na adubação nitrogenada são seguidos de incrementos no alongamento foliar (GASTAL; NELSON, 1994; LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; ALEXANDRINO et al., 2000; GARCEZ NETO et al., 2002). Porém, houve diferença entre faixas etárias dos perfilhos quanto à capacidade de resposta ao aumento do ritmo

morfogênico propiciado pela adubação nitrogenada, de forma que, durante o outono/inverno, perfilhos jovens mostraram-se mais responsivos ao nitrogênio que perfilhos velhos (Figura 9). Dentro de cada faixa etária, apenas os perfilhos jovens apresentaram aumento da TAIF com o aumento do ritmo morfogênico gerado pela adubação nitrogenada, mesmo em uma época do ano caracterizada por reduzida disponibilidade de fatores de crescimento (Figuras 1 e 2). O efeito de idade do perfilho sobre a TAIF ficou ainda mais evidente no verão (Figura 10), uma vez que não houve efeito de ritmo morfogênico apesar da grande sensibilidade dessa variável ao nitrogênio. Nessa época do ano foram registrados valores de TAIF para perfilhos maduros e velhos 44 e 68% menores que aqueles registrados para perfilhos jovens.

A duração de vida das folhas e, por consequência, a senescência foliar, são influenciadas pela temperatura (NABINGER; PONTES, 2001). Quando se observa a duração de vida das folhas no outono/inverno e no verão percebe-se o grande efeito da temperatura sobre essa característica, de forma que, a duração de vida das folhas no outono/inverno foi duas vezes maior que a observada no verão (Figuras 12 e 13). Contudo, em ambas as épocas, perfilhos jovens apresentaram uma duração de vida da folha inferior àquela de perfilhos maduros e velhos. Como o número de folhas vivas por perfilho é uma constante genotípica, ou seja, é uma característica bastante estável (DAVIES, 1988), em uma situação em que se aumenta o aparecimento de folhas, deve ocorrer redução correspondente na duração de vida das mesmas, como forma de manter estável o número de folhas vivas por perfilho. Esse fato foi observado no presente trabalho, uma vez que perfilhos jovens apresentaram maiores valores de TApF (Figuras 5B e 6) e menor DVF (Figuras 12 e 13) que perfilhos maduros e velhos. Outro ponto importante é que perfilhos jovens se desenvolvem sob condições de alta competição por luz, pois normalmente surgem abaixo de perfilhos mais velhos. Essa condição de competição pode resultar em menor duração de vida desses perfilhos e de suas folhas (ONG; MARSHALL; SAGAR, 1978), muito embora a velocidade do processo de senescência nessa condição possa ser reduzida em função do baixo metabolismo fotossintético apresentado por folhas que se desenvolvem sob condições limitadas de luz (VINCENT, 2005). Esse padrão de resposta foi observado no outono/inverno, época em que perfilhos jovens, que possuíam folhas de menor comprimento (vide capítulo 2),

apresentaram menor taxa de senescência (Figura 14) que perfilhos maduros e velhos.

Por outro lado, de acordo com Gastal e Lemaire (1988), o nitrogênio promove apenas uma ligeira redução na duração de vida das folhas, fato corroborado pelos resultados deste experimento, uma vez que a DVF foi afetada somente pela idade dos perfilhos. Por outro lado, o ritmo morfogênico acelerado, criado por meio da adubação nitrogenada, exerceu influência sobre a TSeF, particularmente no verão (Figura 15), corroborando os resultados de Mazzanti e Lemaire (1994).

Portanto, os resultados deste experimento reforçam as evidências de que a idade dos perfilhos exerce uma grande influência sobre as características morfogênicas do capim-marandu, de forma que perfilhos jovens apresentam maiores taxas de aparecimento e de alongamento de folhas, mas menor duração de vida de folhas que perfilhos maduros e velhos. Esse fato indica que estratégias de manejo e práticas agronômicas que permitissem maior renovação da população de perfilhos, contribuindo para um perfil mais jovial das plantas no pasto, poderiam resultar em aumentos de produção de forragem, além de melhoria no valor nutritivo da forragem produzida (SANTOS et al., 2006).

### 3.5 Conclusões

A idade dos perfilhos é fator importante e afeta o ritmo de crescimento das plantas, de tal forma que perfilhos mais jovens são mais produtivos que perfilhos mais velhos. Dessa forma, estratégias de manejo baseadas na manipulação do perfil de idade da população de perfilhos (e.g. maior frequência e intensidade de pastejo) podem ser uma maneira de gerar aumentos de produtividade em sistemas de produção animal em pasto.

### Referências

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R. FONSECA, D. M.; SOUZA, D.P. Efeito de três doses de nitrogênio sobre características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu após o corte de uniformização. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. 1 CD-ROM: Forragicultura

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; MOSQUIM, P.R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, D.P. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes.. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 17-24, 2005.

ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte.** 2003. 125 p. Dissertação (Mestrado Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

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

BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION 1985. **Biennial report.** Midlothian, 1985. p. 29-30.

CARVALHO, D.D. **Leaf morphogenesis and tillering behaviour in single plants and simulated swards of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars.** 2002. 186p. Thesis (Doctor of Philosophy in Plant Science) – Institute of Natural Resources, Massey University, Palmerston North, 2002.

CARVALHO, D.D.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Effect of agging in tillers of *Panicum maximum* on leaf elongation rate. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001. São Pedro, SP **Proceedings...**, São Pedro, 2001. p. 41-42.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** Wallingford: CABI Publishing. 2000. p. 151-168.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR, D. Ecofisiologia de Plantas Forrageiras. In: PEREIRA, O.G., OBEID, J.A., NASCIMENTO Jr.; D. FONSECA, D.M. (Ed.). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006. Viçosa, **Anais...** Viçosa : UFV, 2006. 430p.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia da produção animal em pastagens e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2007, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: Editora Suprema, 2007. p. 1-48.

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

DAVIES, A. The regrowth of Grass swards. In: JONES, M.B.; LARENBY, A. Ed. **The Grass Crop: The Physiological Basis of Production.** London: Chapman and Hall, 1988. p. 85-127.

DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A.; LAIDLAW, A.S.(Ed.). **Sward Measurement Handbook**. 2nd. Ed. Reading: British Grassland Society, 1993. p. 183-216.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412 p.

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

GASTAL F.; LEMAIRE G. Study of a tall fescue sward grown under nitrogen deficiency conditions. In: MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 12., 1988 Dublin. **Proceedings...** Belclare: Irish Grassland Association, 1988. p.323-327.

GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 105, p. 191-197, 1994.

GONÇALVES, A.C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2002. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v.33, p.141-148, 1963.

LEMAIRE, G. Swards dynamics under different management programmer. In: MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 12., 1988, Dublin. **Proceedings...** Dublin: Irish Grassland Association, Ireland, 1988. p. 7-22.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. chap. 1, p. 3-36.

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em Brachiaria brizantha cv. Marandu. submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160p. Dissertação (Mestrado na área de Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MacADAM, J.W.; VOLENEC, J.J. ; NELSON, C.J. effects of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.89, p. 549-556, 1989.

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

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

MORAIS, R.V.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; FAGUNDES, J.L.; MOREIRA, L.M.; MISTURA, C.; MATUSCELLO, J.A. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 380-388, 2006.

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

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

ONG, C.K.; MARSHALL, C.; SAGAR, G.R. The physiology of tiller death in grasses 2. Causes of tiller death in grass sward. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v.17, p.205-211, 1978.

PEACOCK, J.M. Temperature and leaf growth in *Lolium perene*. The thermal microclimate: its measurement and relation to plant growth. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.12, p.115-123, 1975.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; PEDREIRA, C. G.S; LIMA, C. G. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grassland**, Peak Crossing, v.40, p. 84-93, 2006.

SARMENTO, D.O.L. **Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. 2007. 144 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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

STODDART, J.L.; THOMAS, H.; LLOYD, E.J.; POLLOCK, C.J. The use of a temperature-profiled position transducer for the study of low-temperature growth in Graminae. **Planta**, Berlin, n.167, p.359-363, 1986.

VINCENT, G. Leaf life span plasticity in tropical seedlings grown under contrasting light regimes. **Annals of Botany**, Oxford, v.97, p 245–255, 2006.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p. 263–273 (Boletim técnico, 100).



#### 4 Considerações finais

O uso da adução nitrogenada foi efetivo em criar os contrastes necessários em ritmos morfogênicos necessários para a realização deste estudo, modificando, inclusive, a faixa etária dos perfilhos que compunham os pastos. Durante o verão, época do ano em que não houve limitação de fatores climáticos, ritmos morfogênicos mais acelerados resultaram em uma população de perfilhos composta por uma proporção maior de perfilhos jovens relativamente a ritmos morfogênicos mais lentos. Esses perfilhos jovens, por sua vez, apresentaram maiores taxas de aparecimento e de alongamento de folhas, ao mesmo tempo em que apresentaram menor duração de vida das mesmas relativamente à perfilhos maduros e velhos. O fato sugere a existência de um mecanismo de compensação, de maneira que quando as plantas se desenvolvem em condições favoráveis de crescimento, a renovação de folhas nos perfilhos e de perfilhos na população de plantas é elevada, resposta essa que é compensada por um período de vida mais curto tanto das folhas como dos perfilhos, o que corresponderia a um efeito de tamponamento em variáveis como número de folhas vivas por perfilho e densidade populacional de perfilhos dos pastos. Porém, de maneira geral, não se observou diferenças em ritmo morfogênico de perfilhos que se desenvolviam em pastos submetidos a ritmos morfogênicos mais lentos relativamente àqueles submetidos a ritmos morfogênicos mais acelerados, indicando que a idade dos perfilhos seja, talvez, o principal fator determinante da velocidade de crescimento das plantas forrageiras. Por outro lado, pode ser também que o principal papel do nitrogênio seria acelerar o processo de renovação de perfilhos no pasto. A ratificação dessas inferências somente poderá ser feita por meio de estudos sobre padrões demográficos e dinâmica do processo de perfilhamento, fatores determinantes da dinâmica populacional de perfilhos em áreas de pastagens.

Resultados em experimento concomitante, na mesma área experimental, conduzido por Pereira (2009)<sup>2</sup> avaliando as características morfogênicas de perfilhos individuais, porém, de forma independente das idades dos perfilhos, revelou que as taxas de aparecimento e de alongamento de folhas foram crescentes e a duração de vida das folhas decrescente na medida em que o ritmo morfogênico foi aumentado por meio das maiores doses de N. Esse foi o mesmo padrão encontrado para perfilhos

jovens no presente estudo, o que sugere que os resultados obtidos por Pereira (2009)<sup>2</sup> são reflexo de uma população composta em sua maioria por perfilhos jovens. Essas alterações nas respostas morfogênicas resultaram em variações nas características estruturais de perfilhos individuais em ambas as épocas do ano avaliadas. Estas, todavia, não foram efetivas em determinar grandes alterações na estrutura do dossel forrageiro, a qual se manteve relativamente estável durante todo o período experimental (MESQUITA, 2008). Pastos submetidos a ritmos morfogênicos mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N) apresentaram maiores taxas de acúmulo líquido de forragem relativamente a pastos submetidos a ritmos morfogênicos mais lentos (MESQUITA, 2008). Em função desse maior acúmulo de forragem, maiores taxas de lotação tiveram que ser utilizadas para a manutenção da meta de altura de manejo dos pastos (30 cm) (GUARDA, 2009)<sup>3</sup> e, o que resultaria em aumentos de produtividade ao mesmo tempo em que se poderia esperar aumentos de desempenho animal, uma vez que perfilhos jovens apresentam valor nutritivo mais elevado que perfilhos velhos (SANTOS et al., 2006). Dessa maneira, pastos submetidos a ritmos morfogênicos mais acelerados são caracterizados por uma população com maior proporção de perfilhos jovens. Estes, por possuírem maiores taxas de crescimento, resultado de maiores taxas de aparecimento e alongamento de folhas, favoreceriam maior acúmulo líquido de forragem que, em última análise, promoveria aumentos de produtividade em função de aumentos na taxa de lotação empregada e maior desempenho animal obtido.

## Referências

MESQUITA, P. **Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes.** 2008. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

---

<sup>3</sup> GUARDA, V. D. Frequência e intensidade de desfolhação de perfilhos e eficiência de utilização da forragem em pastos capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes. Tese de doutorado do curso Ciência Animal e Pastagens em fase de elaboração.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; PEDREIRA, C. G.S; LIMA, C. G. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grassland**, Peak Crossing, v.40, p. 84-93, 2006.



## **5 Conclusões**

O uso de nitrogênio acelera o ritmo morfogênico das plantas, assim como a renovação de perfilhos do pasto. Perfilhos mais jovens, por sua vez, apresentam ritmo morfogênico mais acelerado que perfilhos maduros e velhos, potencializando as ações de manejo empregadas. O fato alerta para a importância de estudos baseados em dinâmica de populações de perfilhos como forma de refinar o entendimento de processos e planejar estratégias de manejo mais eficientes e eficazes.



## **APÊNDICES**

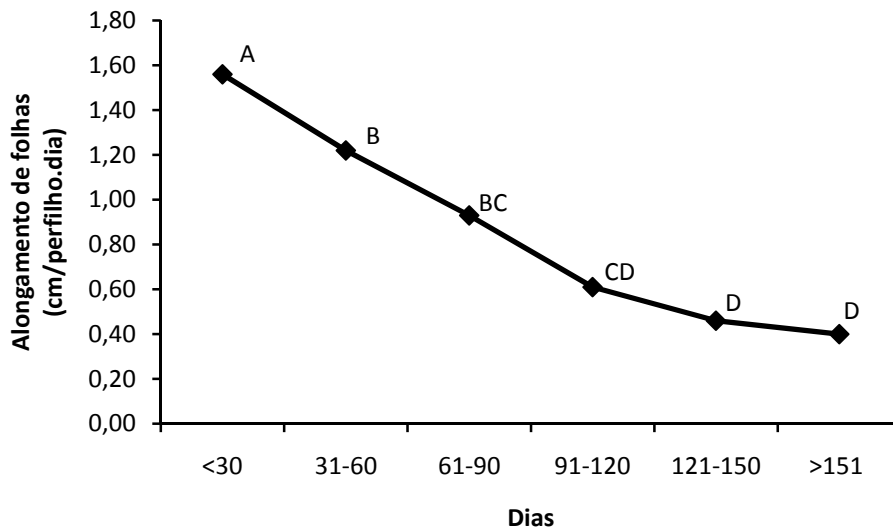


Figura 1 - Taxa de alongamento de folhas (cm/perfilho.dia) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes, no verão 2008

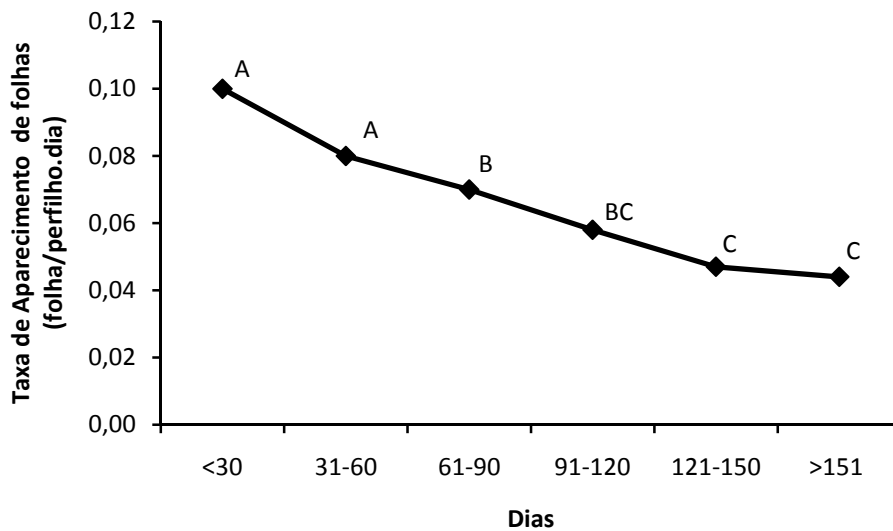


Figura 2 – Taxa de aparecimento de folhas (cm/perfilho.dia) de diferentes faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos morfogênicos contrastantes, no verão 2008