



## Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos<sup>1</sup>

Manoel Eduardo Rozalino Santos<sup>2</sup>, Dilermando Miranda da Fonseca<sup>3</sup>, Virgílio Mesquita Gomes<sup>4</sup>, Carlos Augusto de Miranda Gomide<sup>5</sup>, Domicio do Nascimento Júnior<sup>3</sup>, Domingos Sávio Queiroz<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo CNPq.

<sup>2</sup> Pós-doutorando do Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa.

<sup>4</sup> Doutorando do Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa. Bolsista da FAPEMIG.

<sup>5</sup> Embrapa Gado de Leite.

<sup>6</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

**RESUMO** - Este trabalho foi realizado com o objetivo de identificar estratégias eficazes de manejo do pastejo de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, sob lotação contínua, com base em avaliações das suas características morfogenéticas e estruturais. Duas estratégias de manejo do pastejo foram estudadas: em uma, o pasto foi mantido com 25 cm de altura média durante todo o período experimental e, na outra, foi mantido em 15 cm de altura média durante o inverno, com aumento para 25 cm a partir do início da primavera. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. Consideraram-se, como fator primário, as estratégias de manejo do pastejo, caracterizadas pelas alturas médias dos pastos durante as estações do ano (inverno, primavera e verão), e, como fator secundário, as estações. O rebaixamento do pasto para 15 cm no inverno resultou em maior taxa de aparecimento foliar (0,02 folha/perfilho.dia) e maior número de folhas vivas (4,5 folhas por perfilho) no inverno, mas provocou redução, no inverno, da duração de vida da folha (66 dias), da taxa de senescência foliar (0,22 cm/perfilho.dia) e dos comprimentos da lâmina foliar (11 cm) e pseudocolmo (15,2 cm) em relação ao pasto com 25 cm. Nesta estação, foram menores os valores observados para as taxas de aparecimento foliar (0,06 folha/perfilho.dia), alongamento foliar (0,110 cm/perfilho.dia) e alongamento de pseudocolmo (0,008 cm/perfilho.dia), número de folha viva (2,9 folhas por perfilho) e comprimentos da lâmina foliar (8,6 cm) e do pseudocolmo (13,5 cm). Por outro lado, a duração de vida da folha (139 dias) e o número de folhas mortas (2,0 folhas por perfilho) foram maiores. O maior valor de taxa de senescência foliar ocorreu na primavera (0,40 cm/perfilho.dia). O pasto de *B. decumbens* cv. Basilisk sob lotação contínua pode ser manejado de forma sazonal, com rebaixamento para 15 cm no início do inverno e posterior aumento para 25 cm no início da primavera.

Palavras-chave: altura do pasto, *Brachiaria decumbens*, colmo, folha, pastejo, perfilho

## Signalgrass under continuous stocking with fixed or variable height during the seasons: morphogenesis and dynamics of tissues

**ABSTRACT** - This study was conducted to identify effective strategies for grazing managing of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, under continuous stocking, based on assessments of their morphogenetic and structural characteristics. Two strategies of grazing management were studied: in one, the grass was maintained with 25-cm mean height throughout the experimental period, and in the other, it was 15 cm during the winter, rising to 25 cm from the beginning of spring. The split-plot in randomized block design with four replications was adopted. The strategies of grazing management responded to primary factor, characterized by average heights of pastures during the seasons (winter, spring and summer). The seasons corresponded to secondary factor and consisted of measures over the experimental period. Pasture's lowering to 15 cm in the winter resulted in higher leaf appearance rate (0.02 leaves/tiller.day) and higher number of live leaves (4.5 leaves/tiller) in the winter. However, this management strategy lowered leaf lifespan (66 days), leaf senescence rate (0.22 cm/tiller.day), and length of leaf lamina (11 cm) and stem (15.2 cm) in winter months, in relation to pasture with 25 cm. During this season, rates of leaf appearance (0.06 leaves/tiller.day), leaf elongation (0.110 cm/tiller.day) stem elongation (0.008 cm/tiller.day), live leaves (2.9 leaves/tiller), length of leaf lamina (8.6 cm) and stem (13.5 cm) lowered. On the other hand, leaf lifespan (139 days) and number of dead leaves (2.0 leaves/tiller) were higher. The highest leaf senescence rate occurred in the spring (0.40 cm/tiller.day). The *B. decumbens* cv. Basilisk pasture under continuous stocking can be managed on a seasonal basis, with decrease to 15 cm in early winter, and further increase to 25 cm in early spring.

Key Words: *Brachiaria decumbens*, grazing, leaf, stem, sward height, tiller

## Introdução

No Brasil, a partir da década de 70, as forrageiras do gênero *Brachiaria* representaram um marco para a pecuária nacional e passaram a ser as mais utilizadas para estabelecimento de pastagens. Atualmente, o gênero *Brachiaria* ocupa cerca de 85% das áreas de pastagens plantadas no ecossistema cerrado e a *B. decumbens* participa com aproximadamente 25% desse total (Macedo, 2004).

Provavelmente, a maioria dos pastos de *B. decumbens* é manejada sob lotação contínua, o que pode ser consequência da maior facilidade operacional desse método de pastejo em comparação às modalidades do método em lotação intermitente.

Sob lotação contínua, as estratégias de manejo do pastejo fundamentadas em pesquisas científicas foram estudadas, até o momento, com poucas gramíneas tropicais (Pinto et al., 2001; Sbrissia & Da Silva, 2008, 2004; Faria, 2009). Em geral, os resultados desses estudos revelaram a existência de faixas de alturas médias em que os pastos deveriam ser mantidos para otimizar o acúmulo de forragem. Contudo, as condições de clima são distintas em cada estação do ano, o que determina mudanças nos processos que ocorrem no pasto, como crescimento, senescência e florescimento. Isso indica que o manejo do pastejo deve ser sazonal, pois uma única ação de manejo não seria vantajosa sob condições abióticas diferentes.

Além disso, variação no manejo do pastejo, como a redução da altura média do pasto no inverno, pode resultar, na primavera subsequente, em pasto com estrutura favorável ao pastejo, caracterizado por maior espessura da camada de lâminas foliares no dossel (Santos et al., 2010), o que beneficia o comportamento ingestivo, o consumo e o desempenho animal.

Nesse contexto, torna-se relevante investigar as vantagens da adoção do manejo do pastejo sazonal em pastos de gramíneas tropicais. Para isso, avaliações morfológicas são importantes, pois permitem conhecer a

dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço (Chapman & Lemaire, 1993) e identificar estratégias de manejo que resultem em pastos com estruturas favoráveis à planta e ao animal (Carvalho et al., 2001).

Este trabalho foi conduzido para avaliar as características morfológicas e estruturais do capim-braquiária e, a partir disso, verificar as possíveis vantagens em realizar o manejo do pastejo dessa forrageira sob lotação contínua de forma diferenciada nas estações do ano.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de junho de 2008 a março de 2009 no Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada em Viçosa, Minas Gerais. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são 20°45' de latitude Sul e 42°51' de longitude Oeste e a altitude é de 651 m.

Foi utilizada uma pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (capim-braquiária) estabelecida em Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa e relevo medianamente ondulado (Embrapa, 1999). O capim-braquiária restabeleceu naturalmente nessa área em 1997, após o plantio e a avaliação do capim-elfante (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). Desde 1997, essa pastagem vem sendo utilizada para desenvolvimento de projetos de pesquisa e, antes da implementação desse experimento, a pastagem já se encontrava dividida em oito piquetes, de 0,25 a 0,40 ha, além de uma área de reserva, totalizando aproximadamente 3,0 ha.

O clima da região de Viçosa, de acordo com o sistema de Köppen (1948), é do tipo Cwa, com precipitação anual em torno de 1.340 mm e umidade relativa do ar média de 80%. As temperaturas médias máxima e mínima são de 22,1 e 15 °C. Os dados climáticos registrados durante o período experimental foram obtidos na estação meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, situada a cerca de 500 m da área experimental (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias mensais da temperatura média diária, insolação, precipitação pluvial total mensal e evaporação total mensal durante junho de 2008 a março de 2009

Mês	Temperatura média do ar (°C)	Insolação (hora/dia)	Precipitação pluvial (mm)	Evaporação (mm)
Junho/2008	16,7	6,2	12,7	55,9
Julho/2008	15,4	8,2	10,2	73,9
Agosto/2008	16,7	7,3	15,4	87,1
Setembro/2008	18,7	4,4	150,0	101,5
Outubro/2008	21,6	5,6	41,4	89,0
Novembro/2008	21,0	3,7	223,8	65,8
Dezembro/2009	21,3	11,1	626,0	270,8
Janeiro/2009	22,5	13,2	250,7	137,0
Fevereiro/2009	23,0	6,6	222,5	63,3
Março/2009	22,8	5,8	231,9	60,1

Foram avaliadas duas estratégias de manejo do pastejo: em uma, o pasto foi mantido com 25 cm de altura média durante todo o período experimental e, na outra, com 15 cm de altura média durante o inverno, com aumento para 25 cm a partir do início da primavera.

Adotou-se o esquema de parcelas subdivididas em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. As estratégias de manejo do pastejo corresponderam ao fator primário (parcela) e foram caracterizadas pelas alturas médias em que os pastos foram mantidos sob lotação contínua durante as estações do ano: inverno, primavera e verão. Estas corresponderam ao fator secundário (subparcela) e consistiram de medidas ao longo do período experimental. O critério utilizado para definição dos blocos foi a variação de relevo existente na área experimental.

Desde junho de 2007, os oito piquetes da área experimental vinham sendo manejados sob lotação contínua com taxa de lotação variável para manter a altura média do pasto em 25 cm. Dessa forma, para a implementação dos tratamentos, em meados de junho de 2008, os quatro piquetes descritos anteriormente tiveram a altura média do pasto rebaixada para 15 cm. Para isso, aumentou-se a taxa de lotação utilizando bovinos em recria com peso médio de aproximadamente 200 kg. Assim, em cerca de 15 dias, as metas de alturas (15 cm) puderam ser alcançadas. Por outro lado, os outros quatro piquetes foram mantidos com o pasto em cerca de 25 cm de altura média, com ausência de animais desde maio de 2008. Somente a partir do início de outubro de 2008, todos os piquetes voltaram a ser utilizados, concomitantemente com animais, e os pastos foram manejados sob lotação contínua e taxa de lotação variável para manter sua altura média em aproximadamente 25 cm.

O monitoramento das alturas dos pastos foi realizado por meio de medidas em 50 pontos de cada piquete utilizando-se instrumento construído com dois tubos de PVC, um no interior do outro. O tubo interno possui escala com divisões de 1 cm e uma haste fixa e metálica (prego) que desliza ao longo de uma fenda no tubo externo. O critério para mensuração da altura do pasto foi a distância da superfície do solo até as folhas localizadas na parte superior do dossel. Durante a primavera e o verão, as medidas das alturas dos pastos foram feitas duas vezes por semana, enquanto no inverno a frequência dessas medições foi reduzida para uma vez por semana. Para controle da altura do pasto, bovinos com cerca de 200 kg de peso corporal foram retirados ou colocados nos piquetes quando as alturas dos pastos estavam abaixo ou acima, respectivamente, do valor almejado.

O manejo da adubação foi feito de acordo com recomendações de Cantarutti et al. (1999) e com base na

análise química do solo, realizada em outubro de 2008, que apresentou os seguintes resultados: pH em H<sub>2</sub>O: 4,79; P: 1,5 (Mehlich-1) e K: 86 mg/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 1,46; Mg<sup>2+</sup>: 0,32 e Al<sup>3+</sup>: 0,19 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> (KCl 1 mol/L). Foi realizada adubação em toda área experimental com a aplicação de 100 kg/ha de N e K<sub>2</sub>O, bem como 25 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, usando o formulado 20-05-20. Essas doses foram divididas em duas aplicações iguais, que ocorreram nos dias 11/11/2008 e 15/12/2008.

Desde o início de julho de 2008 até o fim de março de 2009, as características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária foram avaliadas em 16 perfilhos por unidade experimental. A escolha dos perfilhos foi feita com o auxílio de uma ripa de madeira com 1 m de comprimento, graduada a cada 20 cm. As ripas (quatro por piquete) foram alocadas em locais da unidade experimental representativos da condição do pasto e sua localização foi demarcada com o uso de duas estacas de madeira em suas extremidades para facilitar sua identificação. Para cada ripa, foram selecionados quatro perfilhos, espaçados a cada 20 cm, e identificados por meio de anel plástico colorido. A cada ciclo de coleta de dados, de no mínimo quatro semanas, um novo grupo de perfilhos era selecionado em outros locais do pasto também representativos da sua condição média. Foram escolhidos e selecionados perfilhos basais, jovens, e com duas a três folhas completamente expandidas.

Com auxílio de uma régua graduada, foram efetuadas, duas vezes por semana, medições do comprimento das lâminas foliares e do pseudocolmo dos perfilhos marcados. O comprimento das folhas expandidas foi medido desde a ponta da folha até sua lígula. No caso de folhas em expansão, o mesmo procedimento foi adotado, porém considerando a lígula da última folha expandida como referencial de mensuração. Para folhas em senescência, o comprimento correspondeu à distância entre o ponto até onde o processo de senescência avançou até a lígula da folha (medição da porção verde da lâmina foliar). O tamanho do colmo correspondeu à distância desde a superfície do solo até a lígula da folha mais jovem completamente expandida. A partir dessas informações, foram calculadas as variáveis:

*taxa de aparecimento foliar (folha/perfilho.dia)*: número de folhas surgidas por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação;

*filocrono (dia)*: inverso da taxa de aparecimento foliar;

*taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia)*: somatório de todo alongamento de lâmina foliar por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação;

*taxa de alongamento de colmo (cm/perfilho.dia)*: somatório de todo alongamento do colmo e, ou, pseudocolmo por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação;

*duração de vida da folha (DVF)*: estimada pela equação  $DVF(\text{dia}) = NFV \times \text{Filocrono}$  (Lemaire & Chapman, 1996), em que NFV corresponde ao número de folha viva por perfilho;

*taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia)*: decréscimo do comprimento da parte verde da lâmina foliar, obtida pela diferença entre a mensuração inicial e a final dividida pelo número de dias do período de avaliação;

*número de folhas vivas por perfilho (NFV)*: número médio de folhas por perfilho completamente expandidas, incluindo as folhas parcialmente pastejadas e em início do processo de senescência (menos de 50% da lâmina foliar senescente);

*número de folhas mortas por perfilho*: número médio de folhas por perfilho com mais de 50% da lâmina foliar senescente;

*comprimento final da lâmina foliar (cm)*: comprimento médio de todas as folhas vivas, completamente expandidas e não pastejadas no perfilho;

*comprimento do pseudocolmo (cm)*: distância da superfície do solo até a lígula da folha mais jovem completamente expandida, incluindo o colmo mais o pseudocolmo.

Para análise dos dados, primeiramente foi realizada uma comparação descritiva das médias das variáveis-respostas, por meio de gráficos, para identificar os meses em que seus padrões de variações foram similares. Os resultados foram agrupados em estações do ano, ou seja, para cada variável-resposta, os dados mensurados em três meses foram usados para fazer uma média e gerar um valor apenas para a estação do ano correspondente, de modo que esse agrupamento foi realizado da seguinte maneira:

Inverno: julho, agosto e setembro de 2008;

Primavera: outubro, novembro e dezembro de 2008;

Verão: janeiro, fevereiro e março de 2009.

As análises dos dados experimentais foram feitas usando o Sistema para Análises Estatísticas - SAEG, versão 8.1 (Universidade Federal de Viçosa, 2003). Para cada

característica, procedeu-se à análise de variância em delineamento de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com o objetivo de desdobrar a soma de quadrados de tratamentos nas partes devido a cada fator e na parte, devido à interação entre os fatores.

Quando a interação entre os fatores não foi significativa, realizou-se a comparação entre as médias marginais dos níveis do fator primário (estratégia de manejo do pastejo) ou secundário (estação do ano), de acordo com sua significância. Quando a interação entre os fatores foi significativa, procedeu-se à comparação dos níveis de um fator em separado para cada nível do outro fator. As médias do fator primário foram comparadas pelo teste F, enquanto as do fator secundário, pelo teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas considerando até 10% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

As estratégias de manejo do pastejo influenciaram de forma diferenciada a taxa de aparecimento foliar (TApF) do capim-braquiária ao longo das estações do ano, o que resultou na interação ( $P < 0,10$ ) entre esses fatores (Tabela 2). Durante o inverno, o pasto rebaixado para 15 cm de altura média apresentou maior ( $P < 0,10$ ) TApF se comparado ao pasto com altura fixa de 25 cm. Todavia, durante as estações de primavera e verão, não houve influência ( $P > 0,10$ ) da estratégia de manejo do pastejo sobre essa variável. A análise dos dados de filocrono permite constatar que seu padrão de resposta foi contrário ao observado para a TApF (Tabela 2), o que era esperado, uma vez que o filocrono corresponde ao inverso da TApF.

O pasto mais baixo no inverno possuía perfilhos de menor tamanho e, dessa maneira, as lâminas foliares mais novas fizeram curto percurso no pseudocolmo para se expor, ou seja, a distância percorrida pela folha, do ponto de conexão com o meristema até a extremidade do

Tabela 2 - Taxa de aparecimento foliar e filocrono em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
	Taxa de aparecimento foliar (folha/perfilho.dia)			
25	0,01bB	0,10aA	0,11 aA	0,08
15-25	0,02bA	0,11aA	0,12aA	0,08
Média	0,02	0,11	0,12	
	Filocrono (dia/folha)			
25	98,4aA	10,5bA	8,9bA	39,0
15-25	53,0aB	9,2bA	8,0bA	23,4
Média	75,7	9,8	8,5	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem ( $P > 0,10$ ) entre si.

pseudocolmo, foi menor (Skinner & Nelson, 1995). Com isso, o tempo necessário para a visualização de nova folha emergida foi menor, resultando em maior taxa de aparecimento foliar e menor filocrono. Contrariamente, nos pastos mais altos durante o inverno, os perfilhos apresentaram pseudocolmos mais longos e, por isso, o percurso das lâminas foliares em expansão até a sua emergência foi maior, o que resultou em maior filocrono e menor TApF.

Outro fator que pode justificar a maior TApF e o menor filocrono nos pastos de capim-braquiária mantidos com 15 cm no inverno diz respeito ao ambiente luminoso dentro do dossel. O rebaixamento do pasto para 15 cm resultou em maior penetração de luz no dossel e pode ter melhorado a qualidade dessa luz. Nesse sentido, tem-se demonstrado que a TApF aumenta com a redução no índice de área foliar do dossel, em associação com os altos níveis de luz azul (400 a 500 nm) e da maior relação vermelho (600 a 700 nm):vermelho distante (700 a 800 nm) nessa condição (Pedreira et al., 2001).

Com o rebaixamento do pasto de capim-braquiária para 15 cm no início do inverno, é possível aumentar o número de gemas com potencial para originar novos perfilhos. Essa assertiva é coerente, pois o número de folha formada determina a taxa potencial de aparecimento de perfilho, uma vez que existe uma gema na axila de cada nova folha surgida (Nelson, 2000).

É importante comentar que a redução da TApF no inverno foi muito acentuada em comparação às demais estações (Tabela 2). Isso pode suscitar dúvida sobre o efeito do rebaixamento do pasto sobre o incremento na TApF no inverno, a ponto de esse resultado ser perceptível na prática. Entretanto, deve-se considerar o efeito positivo da diminuição da altura do pasto no inverno sobre o perfilhamento na próxima estação (Santos et al., 2011).

Na comparação entre as estações do ano, observou-se ( $P < 0,10$ ) que, no inverno, a TApF foi menor e o filocrono foi

maior em relação à primavera e ao verão (Tabela 2). Isso ocorreu devido às condições de clima adversas durante o inverno (Tabela 1), como menor temperatura, ínfima precipitação pluvial e reduzida insolação. De fato, o desenvolvimento de perfilhos é limitado pelo clima desfavorável (Nabinger & Pontes, 2001). No entanto, quando as condições climáticas voltaram a ser adequadas, na primavera e verão, houve aumento da TApF e redução do filocrono.

A taxa de alongamento foliar (TAIF), assim como a taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIC), foi influenciada apenas pela estação do ano (Tabela 3). Novamente, as razões para as menores taxas de alongamento de folha e de pseudocolmo no inverno foram as condições ambientais desfavoráveis ao crescimento da planta forrageira nessa estação (Tabela 1). Em verdade, a TAIF responde imediatamente às mudanças de temperatura do meio, de forma que a produção de tecidos segue suas variações sazonais (Lemaire & Agnusdei, 2000).

O valor médio de TAIF (1,02 cm/perfilho.dia) foi cerca de 5 vezes superior ao valor médio de TAIC (0,19 cm/perfilho.dia), o que indica grande participação relativa da lâmina foliar e baixa contribuição do pseudocolmo no crescimento do perfilho de capim-braquiária. Isso evidencia uma característica desejável no pasto sob as estratégias de manejo avaliadas, pois a lâmina foliar é o componente morfológico da planta de melhor valor nutritivo (Santos et al., 2008) e preferencialmente consumido por bovinos em pastejo (Trindade et al., 2007).

Com relação à duração de vida da folha (DVF), não houve efeito de interação ( $P > 0,10$ ) entre estratégia de manejo do pastejo e estação do ano. Contudo, seus valores foram maiores ( $P < 0,10$ ) no inverno e no pasto manejado sob altura fixa durante todo o período experimental (Tabela 4).

A maior DVF verificada no pasto de capim-braquiária manejado com altura média fixa e igual a 25 cm pode ser atribuída ao seu maior filocrono (Tabela 2), já que o

Tabela 3 - Taxa de alongamento foliar e taxa de alongamento de pseudocolmo em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
	Taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia)			
25	0,095	1,350	1,609	1,018A
15-25	0,124	1,521	1,409	1,018A
Média	0,110b	1,435a	1,509a	
	Taxa de alongamento de pseudocolmo (cm/perfilho.dia)			
25	0,011	0,241	0,300	0,184A
15-25	0,005	0,228	0,352	0,195A
Média	0,008c	0,235b	0,326a	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem ( $P > 0,10$ ) entre si.

número de folhas vivas por perfilho não foi alterado pela estratégia de manejo do pastejo (Tabela 5). Essa justificativa baseia-se no fato de que a DVF foi calculada pela multiplicação dos dados de filocrono e de número de folha viva por perfilho.

Também é possível que a lâmina foliar mais comprida nos pastos com 25 cm de altura, em relação àqueles rebaixados para 15 cm no inverno (Tabela 6), tenha demorado mais tempo para que mais da metade de seu comprimento total tornasse senescente e, assim, fosse considerada morta. Isso também explica a maior DVF no pasto manejado com altura fixa e igual a 25 cm.

A maior DVF no inverno pode ter sido uma resposta ao decréscimo da disponibilidade de nutrientes para a planta forrageira, em decorrência, principalmente, do déficit hídrico ocorrido nessa época do ano, que limita a absorção de nutrientes pela planta via fluxo de massa e difusão no solo (Novaes & Smyth, 1999). Nessa condição, a maior DVF contribuiria para aumentar o tempo médio de permanência dos nutrientes na planta, aumentando sua conservação em situação de recursos nutricionais escassos (Sbrissia, 2004). Uma consequência da maior conservação de nutrientes na planta durante o inverno foi a pequena taxa de alongamento foliar, bem como de pseudocolmo verificada nessa estação

(Tabela 3), o que caracterizou um período de mínimo crescimento do pasto.

Ressalta-se que a eficiência na conservação dos nutrientes, conferida pela maior DVF do capim-braquiária no inverno, é apropriada quando o ambiente é caracterizado por menor de ocorrência de desfolhação (Sbrissia, 2004), fato que aconteceu no inverno, estação em que os pastos de capim-braquiária permaneceram sem animais, devido à necessidade de manutenção das alturas pretendidas.

Do ponto de vista de manejo, a maior DVF no inverno permitiria maximizar a eficiência de pastejo, em virtude da maior possibilidade de desfolhações em uma mesma folha durante seu período de vida. Todavia, no inverno, os pastos não foram pastejados e, assim, com a nula taxa de lotação nesta estação, o aumento da DVF não melhorou a eficiência de pastejo.

Contrariamente, na primavera e no verão, estações em que os fatores ambientais de crescimento foram restabelecidos (Tabela 1) e foram realizadas as adubações, o aumento do crescimento resultou em redução da DVF (Tabela 4). De fato, a baixa DVF tem sido reconhecida como marcador de resposta de plantas relacionado à condição de meio favorável ao crescimento, como alta fertilidade do solo (Carvalho et al., 2006).

Tabela 4 - Duração de vida da folha e taxa de senescência foliar em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
	Duração de vida da folha (dia)			
25	147,9	39,2	38,3	75,1A
15-25	129,7	33,2	34,8	65,9B
Média	138,8a	36,2b	36,5b	
	Taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia)			
25	0,34bA	0,51aA	0,25bA	0,37
15-25	0,18bB	0,29aB	0,19abA	0,22
Média	0,26	0,40	0,22	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem ( $P > 0,10$ ) entre si.

Tabela 5 - Número de folhas viva e morta em perfilho de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
	Número de folha viva			
25	2,4cB	4,8bA	5,4aA	4,2
15-25	3,4cA	4,6bA	5,5aA	4,5
Média	2,9	4,7	5,4	
	Número de folha morta			
25	2,1	1,8	1,2	1,7A
15-25	1,9	1,6	1,2	1,6A
Média	2,0a	1,7a	1,2b	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si ( $P > 0,10$ ).

Em razão da metodologia usada para estimar a DVF, observou-se que seu valor médio no inverno (139 dias) foi superior à duração da própria estação (Tabela 4). Desse modo, as folhas que apareceram no inverno permaneceram vivas durante toda essa estação e morreram somente na estação seguinte (primavera), o que também explica o aumento da taxa de senescência foliar no início da primavera (Tabela 4).

Houve interação ( $P < 0,10$ ) entre os fatores estudados para a taxa de senescência foliar (TSeF), que, no inverno e na primavera, foi maior ( $P < 0,10$ ) nos pastos manejados com altura média de 25 cm em comparação àqueles rebaixados para 15 cm; enquanto no verão não foi observada influência ( $P > 0,10$ ) das estratégias de manejo do pastejo sobre a TSeF (Tabela 4).

A menor TSeF no pasto mais baixo (15 cm) durante o inverno, estação com condição restritiva à produção de forragem (Tabela 2), pode ser atribuída à sua menor biomassa e superfície de perda de água por evapotranspiração, o que resulta em menor exigência de recursos de crescimento pelo pasto e confere ao mesmo menores taxas respiratória e de senescência foliar (Sbrissia, 2004).

Ressalta-se que o acúmulo de tecidos senescentes decorrente da maior TSeF em pastos manejados com altura de 25 cm durante o inverno limita a incidência da luz nos estratos inferiores do pasto, o que restringe a taxa de aparecimento de perfilho pela diminuição da taxa de desenvolvimento das gemas em perfilhos (*decréscimo no site filling*) e, conseqüentemente, reduz o número de perfilhos no pasto (Santos et al., 2011). Isso resulta em rebrotação mais lenta destes pastos após o restabelecimento das condições ambientais favoráveis na primavera. A premissa implícita nessa inferência é o efeito determinante e preponderante da quantidade e qualidade da luz sobre o perfilhamento de gramíneas (Lemaire, 2001).

Nesse contexto, vale salientar que muitas estratégias de manejo são realizadas, mesmo sem comprovação científica, para melhorar a rebrotação dos pastos na primavera, tais como a realização de roçadas e ou o emprego da queima do pasto no final do inverno. É provável que o corte intenso do pasto pela roçada resulte em alta mortalidade de perfilhos e grande quantidade de tecidos mortos sobre o solo, o que reduziria o número de gemas com potencial de originar novos perfilhos e, por conseguinte, diminuiria a velocidade de rebrotação do pasto no início da primavera. Por outro lado, o uso da queima do pasto, quando realizado frequentemente, especialmente em áreas de relevo acidentado e com solos de baixa fertilidade natural, pode resultar em perdas de nutrientes, o que, em médio e longo prazo, pode causar a degradação da pastagem.

Entre as estações do ano, os maiores valores de TSeF ocorreram na primavera (Tabela 4). A maior TSeF observada na primavera pode ser explicada por três fatores: primeiramente, é possível que esse fato esteja relacionado à maior duração de vida das folhas registrada durante o inverno, as quais vieram a senescer durante a primavera, conforme mencionado anteriormente.

O outro fator que pode ter acentuado a TSeF no pasto de capim-braquiária na primavera foi a maior translocação de nutrientes dos órgãos em senescência para aqueles em desenvolvimento na planta. Dessa forma, com o aumento da temperatura, radiação solar e umidade do solo no início da primavera, as folhas podem ter iniciado imediatamente a senescência para prover nutrientes e auxiliar na expansão das novas folhas. Realmente, as maiores taxas de alongamento foliar do capim-braquiária ocorreram a partir da primavera (Tabela 3). Existe a possibilidade de 50% do carbono e 80% do nitrogênio serem reciclados a partir das folhas senescentes e utilizados pela planta para a síntese de tecidos foliares (Lemaire & Agnusdei, 2000). A folha é geneticamente programada para morrer e, durante a senescência, enzimas hidrolíticas decompõem muitas proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos. Os açúcares, nucleosídeos e aminoácidos componentes, além de muitos minerais, são transportados, então, via floema para outros órgãos da planta, onde serão reutilizados em processos de síntese (Taiz & Zeiger, 2006).

Além disso, no início da primavera (21/9/2008 a 13/10/2008), os pastos de capim-braquiária iniciaram a rebrotação, apresentando maior comprimento da lâmina foliar (Tabela 6). Nesse mesmo período, não foram utilizados sob pastejo, pois foi necessário esperar cerca de 20 dias para que as alturas médias fossem incrementadas para 25 cm, conforme preconizado no planejamento experimental. Na verdade, durante o início de primavera, a altura média dos pastos chegou a alcançar o valor de 30 cm, o que correspondeu ao período de maior desvio das condições do pasto em relação às metas almejadas. Nessa situação, as folhas com maiores tamanhos e taxas de alongamento, em adição à condição de ausência de pastejo, acabaram senescendo mais acentuadamente.

A maior taxa de senescência foliar na primavera (Tabela 4) foi acompanhada de maiores taxas de aparecimento (Tabela 2) e alongamento foliar (Tabela 3), o que fez com que o número de folhas vivas (NFV) por perfilho de capim-braquiária não fosse demasiadamente reduzido e que o número de folhas mortas (NFM) não aumentasse nessa estação do ano (Tabela 5). Em verdade, o NFM manteve-se semelhante no inverno e na primavera e foi menor no verão,

enquanto o NFV foi menor no inverno e aumentou a partir da primavera (Tabela 5). As modificações no NFV e no NFM durante as estações do ano dependem de variações ambientais, principalmente luminosidade (qualidade, duração e intensidade) e temperatura, com a época do ano.

Os valores de NFV (Tabela 5) foram semelhantes àqueles obtidos por Fagundes et al. (2006a) em trabalho com a mesma planta forrageira sob lotação contínua e adubada com nitrogênio. Neste trabalho, o capim-braquiária apresentou, em média, aproximadamente 5,1 folhas vivas por perfilho.

O número de folhas mortas por perfilho não foi influenciado pela estratégia de manejo do pastejo. O mesmo não ocorreu com o NFV por perfilho, que foi influenciado pela estratégia de manejo do pastejo de forma característica em cada estação do ano: no inverno, foi maior no pasto rebaixado para 15 cm e, na primavera e no verão, foi semelhante nos pastos sob os dois critérios de manejo avaliados (Tabela 5). O maior NFV no pasto com 15 cm no inverno, quando cotejado ao pasto com altura média de 25 cm, se deve à maior TApF (Tabela 2) somada à menor taxa de senescência (Tabela 4). Essa justificativa é coerente, uma vez que o NFV por perfilho, apesar de determinado geneticamente, pode variar com o ambiente (Chapman & Lemaire, 1993).

Os comprimentos de lâmina foliar (CLF) e pseudocolmo (CP) também foram influenciados ( $P < 0,10$ ) de forma interativa pelos fatores em estudo (Tabela 6). O CLF foi semelhante entre as estratégias de manejo do pastejo no verão, mas, quando essas estratégias foram cotejadas no inverno e na primavera, constataram-se menores valores nos pastos submetidos ao rebaixamento para 15 cm no inverno. Com relação às estações do ano, de forma geral e nas duas estratégias de manejo do pastejo avaliadas, o menor CLF ocorreu no inverno e os maiores, na primavera e no verão (Tabela 6).

A diminuição da altura média do pasto no início do inverno para 15 cm foi responsável pelo menor CLF dos perfilhos nessa estação e na seguinte. Com o rebaixamento

do pasto, houve redução no comprimento do pseudocolmo (Tabela 6) e as folhas mais novas fizeram menor percurso para se expor. Assim, a distância percorrida pela folha, do ponto de conexão com o meristema até a extremidade do pseudocolmo, foi menor, resultando no seu menor comprimento (Skinner & Nelson, 1995).

Além disso, a tendência geral de aumento do CLF a partir da primavera é decorrente da melhoria das condições ambientais, especialmente temperatura e luminosidade, a partir dessa estação do ano (Tabela 1). Esse padrão de resposta é similar ao relatado por Fagundes et al. (2006), que avaliaram a *B. decumbens* nas quatro estações do ano, sob lotação contínua com bovinos e níveis de adubação nitrogenada. Realmente, os valores de taxa de alongamento foliar também aumentaram após o inverno (Tabela 3), quando as condições climáticas passaram a ser mais predisponentes ao crescimento do pasto (Tabela 1).

O efeito de interação entre estação do ano e estratégia de manejo do pastejo também foi verificado para o comprimento do pseudocolmo (CP) em pastos de capim-braquiária. O menor valor de CP (8,7 cm) foi observado no inverno, especialmente no pasto rebaixado para 15 cm de altura média. Nas demais estações, o valor de CP foi relativamente semelhante e próximo de 20,0 cm (Tabela 6).

O pastejo mais intenso no início do inverno nos pastos manejados com 15 cm resultou em eliminação do meristema apical de muitos perfilhos, que tiveram com isso seu comprimento reduzido. Esse pastejo intenso também estimulou o surgimento de novos perfilhos com menor estágio de maturidade e que foram escolhidos para as avaliações morfogênicas. Dessa forma, esses perfilhos já possuíam, inicialmente, menor CP no inverno e também na primavera subsequente. Santos et al. (2009) também relataram menor CP em perfilhos vegetativos mais jovens nos pastos diferidos de *B. decumbens*.

Em geral, no inverno, independentemente da estratégia de manejo do pastejo avaliada, houve menor valor de CP,

Tabela 6 - Comprimento (cm) da lâmina foliar e do pseudocolmo em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
	Comprimento da lâmina foliar			
25	10,3bA	13,2aA	13,3 aA	12,3
15-25	7,0cB	12,1bB	13,9aA	11,0
Média	8,6	12,6	13,6	
	Comprimento do pseudocolmo			
25	18,3bA	23,6aA	19,5bA	20,5
15-25	8,7bB	17,0aB	20,0aA	15,2
Média	13,5	20,3	19,8	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem ( $P > 0,10$ ) entre si.

que está relacionado ao menor crescimento dos perfilhos nesse período, fato que pode ser comprovado pela menor taxa de alongamento de pseudocolmo, que também ocorreu no inverno (Tabela 3).

Com base nos resultados apresentados, o rebaixamento do pasto de capim-braquiária para 15 cm no início do inverno e seu posterior aumento para 25 cm no início da primavera modificou o desenvolvimento e a estrutura da planta forrageira, criando condições adequadas para a maior produção de forragem. Realmente, os pastos mantidos com 15 cm no inverno apresentaram maiores taxa de aparecimento foliar e número de folhas vivas no inverno, bem como inferiores taxa de senescência e comprimento do pseudocolmo no inverno e na primavera.

### Conclusões

As estratégias de manejo do pastejo podem ser adotadas para interagir com as estações do ano, a fim de controlar os processos de desenvolvimento do pasto, como crescimento e senescência. O manejo do pastejo de forma sazonal, por meio do rebaixamento do pasto de capim-braquiária para 15 cm no início do inverno e seu posterior aumento para 25 cm no início da primavera, é vantajoso se comparado à manutenção do pasto em altura fixa (25 cm, em média) durante as estações do ano.

### Referências

- CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M. et al. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.V.H. (Eds.) Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa, MG, 1999. p.332-341.
- CARVALHO, P.C.F.; GONÇALVES, E.N.; POLI, H.E.C. Ecologia do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2006. p.43-72.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.853-871.
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999. 412p.
- FAGUNDES, J.A.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.
- FARIA, D.J.G. **Características morfológicas e estruturais dos pastos e desempenho de novilhos em capim-braquiária sob diferentes alturas**. 2009. 145F. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- KÖPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948. 478p.
- LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant. Populations in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 2., Piracicaba, 2001. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. (CD-ROM).
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Curitiba: CAB International, 2000. p.265-288.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.
- MACEDO, N.C.M. Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p.317-356.
- 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, E. et al. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p.101-126.
- NOVAES, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, DPS, 1999. 399p.
- PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.772-807.
- PINTO, L.F.M.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. et al. Dinâmica de acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.439-447, 2001.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, EUCLIDES, V.P.B. et al. Valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens de *Brachiaria decumbens* diferida. **Boletim da Indústria Animal**, v.65, n.4, p.303-311, 2008.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BALBINO, E.M. et al. Caracterização de perfilhos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.643-649, 2009.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, GOMES, V.M. et al. Características estruturais do capim-braquiária sob regimes de lotação contínua com bovinos. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.10, p.1-10, 2010.
- SANTOS, M.E.R.; GOMES, V.M.; FONSECA, D.M. et al. Número de perfilhos do capim-braquiária em regime de lotação contínua. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.33, n.1, p.1-7, 2011.
- SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. 2004. 171f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.35-47, 2008.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.
- TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JUNIOR, S.J. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.883-890, 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.1. Viçosa, MG: 2003. (Apostila).