

LUÍS CLÁUDIO PEREIRA GRASSELLI

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOGÊNICAS E ACÚMULO DE
FORRAGEM EM RELVADO DE *Brachiaria decumbens* “cv”. Basilisk SOB
PASTEJO, A DIFERENTES ALTURAS

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2002

LUÍS CLÁUDIO PEREIRA GRASSELLI

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOGÊNICAS E ACÚMULO DE
FORRAGEM EM RELVADO DE *Brachiaria decumbens* "cv". Basilisk SOB
PASTEJO, A DIFERENTES ALTURAS

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 03 de abril de 2002

Prof. Odilon Gomes Pereira
(Conselheiro)

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca
(Conselheiro)

Prof. José Maurício S. Campos

Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti

José Alberto Gomide
(Orientador)

A Deus.

À minha amada esposa Cristiane.

Ao presente enviado por Deus, minha filha Luísa.

À minha mãe Iza e a meu pai Anselmo (*in memoriam*).

Às minhas irmãs Izabel e Lorena.

“Como a corça anseia pelas águas vivas,

Assim minha alma suplica por vós, ó meu Deus.

Minha alma tem sede de Deus, do Deus vivo.

Quando irei contemplar a face de Deus? ...” (Salmo 41,2-3)

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor José Alberto Gomide, grande amigo e orientador, sempre disponível na execução e orientação dos trabalhos, indispensável pelos conhecimentos e pela atenção.

Aos professores conselheiros Odilon Gomes Pereira e Dilermando Miranda da Fonseca, pela discussão do trabalho, pelos conhecimentos e pelas informações técnicas sempre oportunas.

Aos professores José Maurício Campos e Reinaldo Bertola Cantarutti, pela solicitude em compor a banca de defesa.

Ao professor Ricardo Frederico Euclides, pela amizade e coragem de intervir em minha defesa de modo decisivo para a finalização deste trabalho.

Aos demais professores do curso de Zootecnia, pelos conhecimentos transmitidos.

À minha esposa Cristiane, pela amizade indispensável, pelo incentivo no transcorrer dos experimentos e na finalização da tese, pela dedicação e pelo carinho.

À minha filha Luísa, pelos sorrisos em horas difíceis, pela serena presença em minha vida e pelo amor incondicional.

Aos funcionários do DZO, pelo auxílio nos trabalhos experimentais, e à secretária de curso de Pós-Graduação Celeste, pelas informações e pelo auxílio indispensável.

Aos amigos Carlos Augusto, Domingos, Magno, Luciano Melo, Emerson e Marco Antônio, na condução dos experimentos.

À amiga Maria Andréia, por tornar mais agradáveis os trabalhos experimentais e pelo auxílio na discussão dos resultados.

Aos amigos André Magalhães, Jailson e Gláucun, pela convivência acadêmica.

Ao mais que amigos Eustáquio, Luciana, Lais, Arthur, Charbèl, Michelini e Paula Tereza, pela acolhida em sua casa com muito carinho, sem a qual minha permanência em Viçosa não seria tão abençoada.

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização e melhoria deste trabalho.

A DEUS, que, pela providência manifestada por cada uma dessas pessoas e pela graça do seu amor derramado a cada instante, cuidou para que se tornasse possível a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA

LUÍS CLÁUDIO PEREIRA GRASSELLI, filho de Anselmo Grasselli (*in memoriam*) e Iza Pereira Grasselli, nasceu em 09 de junho de 1970, em Vitória, Espírito Santo.

Em julho de 1997, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG.

Em outubro de 1998, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de Forragicultura e Pastagem, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Análise estatística.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Características estruturais.....	23
4.1.1. Biomassa disponível.....	25
4.1.2. População de perfilhos, índice de área foliar (IAF) e intercepção de luz.....	28
4.2. Características morfogênicas.....	32
4.2.1. Taxa de aparecimento de folhas.....	32
4.2.2. Taxa de alongamento de folhas.....	34
4.2.3. Taxa de senescência de folhas.....	36
4.3. Acúmulo de forragem.....	38
4.3.1. Taxas de crescimento e de senescência e acúmulo líquido de forragem.....	38
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

RESUMO

GRASSELLI, Luís Cláudio Pereira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2002. **Características estruturais e morfogênicas e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* “cv”. Basilisk sob pastejo, a diferentes alturas.** Orientador: José Alberto Gomide. Conselheiros: Odilon Gomes Pereira e Dilermano Miranda da Fonseca.

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa para avaliar o fluxo de biomassa e o acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, mantido a três alturas sob pastejo em lotação contínua e variável. As alturas estudadas foram de 7,7; 12,0; e 17,0 cm, distribuídas por seis piquetes, segundo delineamento inteiramente casualizado com duas repetições. Durante o período experimental, foram feitas três adubações em cobertura, cada uma delas consistindo na aplicação de 200 kg/ha de sulfato de amônia, 150 kg/ha de super fosfato simples e 60 kg/ha de cloreto de potássio, em outubro de 1998, dezembro de 1998 e janeiro de 1999. As variáveis estudadas foram: disponibilidade de biomassa, relação folha/colmo, índice de área foliar (IAF), interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), população de perfilhos e taxas de aparecimento (TA_pF), de alongamento (TA_lF) e de senescência (TSF) de folhas e de acúmulo líquido de forragem (ALF). Em cinco datas: 22/01/99, 11/02/99, 08/03/99, 30/03/99 e 20/04/99, foram colhidas amostras e/ou feitas leituras referentes às características estruturais, enquanto as características morfogênicas foram estudadas em quatro períodos: 14/01 a 28/01/99, 24/02 a 09/03/99, 26/03 a 10/04/99 e 23/04 a 07/05/99. A análise

estatística dos dados foi feita segundo delineamento de casualização completa, com medidas repetidas no tempo. A disponibilidade de biomassa, que atingiu o valor médio de 3.213 kg/ha de MSV, não variou ($P>0,05$) em função da altura do relvado, senão em função da data de amostragem, exibindo menor valor na última data (20/04/99). A relação folha/colmo variou entre os limites de 0,39 e 0,83, sendo influenciada pela interação altura do relvado e pelas diferentes datas de amostragem. A população de perfilhos e o IAF não variaram em função da altura do relvado, observando-se valores médios de 1.958 perfilhos/m², IAF = 2,3. As características morfogênicas, taxas de aparecimento, de alongamento e de senescência foliar, não foram afetadas pela altura do relvado, sendo observados valores médios de: 0,07 folhas.perfilho⁻¹.dia⁻¹; 11,2 mm.perfilho⁻¹.dia⁻¹; e 2,9 mm.perfilho⁻¹.dia⁻¹, respectivamente. A taxa de acúmulo líquido de forragem não variou ($P>0,05$) com a altura do relvado, apesar da tendência de variação, sendo observados valores extremos de 35,2 e 72,7 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ de MSV. Variáveis de meio – temperatura e precipitação pluvial – e a adubação mostraram-se fatores mais determinantes das variáveis estudadas que as alturas do relvado estudadas.

ABSTRACT

GRASSELLI, Luís Cláudio Pereira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, April 2002. **Structural and morphogenic traits and rates of herbage accumulation in *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sward grazed at different heights.** Adviser: José Alberto Gomide. Committee Members: Odilon Gomes Pereira and Dilermando Miranda da Fonseca.

An experiment was carried out to estimate the structural and morphogenic traits and rates of herbage accumulation in signalgrass sward. Three sward heights 7.7 – 10.0 and 17.0 cm were studied, with two replicates, in a completely randomized design. The experimental paddocks received NPK fertilizer applications, at the rates of N (40 kg/ha), P₂O₅ (33 kg/ha) e K₂O (36 kg/ha), in late October 1998, early December 1998 and January 1999. The response variables assessed were: biomass availability, leaf:stem ratio, leaf area index (LAI), interception of photosynthetically active radiation (PAR), tiller population density as well as the leaf appearance, leaf elongation and leaf senescence and net rates of herbage accumulation (NHA). Sampling and measurements were performed on five dates: January/22; February/11; March/08; March/30 and April/20/99 regarding the structural traits, while the morphogenic traits were assessed during four periods: January/14 to January/28; February/24 to March/09; March/26 to April/10 and April/23 to May/07/99. Experimental data analyses were performed according

to the completely randomized design with repeated measurement feature. Biomass availability averaged 3,213 kg/ha MS, without showing sward height effect ($P>0.05$) but sampling time effect. Leaf:stem ratio varied for 0.39 to 0.83, showing a significant height X sampling date interaction ($P<0.05$). Tiller population density, LAI and PAR interception data did not show effect of sward heights ($P>0.05$), mean values being: 1,958 tillers/m², 2.3 and 32%, respectively. Morphogenic traits such as leaf appearance rate, leaf elongation rate and leaf senescence rate did not vary ($P>0.05$) with sward heights. Mean figures were: 0.07 leaf.tiller⁻¹.day⁻¹; 11.2 mm.tiller⁻¹.day⁻¹ and 2.9 mm.tiller⁻¹.day⁻¹, respectively. Net herbage accumulation did not vary with sward height, despite a tendency for higher values being observed in sward maintained at greater height. Environmental conditions, such as temperature and rainfall, and fertilization had the most effect on the assessed variables.

1. INTRODUÇÃO

A exploração pecuária, uma das principais atividades econômicas no Brasil, está intimamente ligada ao uso de pastagens nativas ou cultivadas para o atendimento das exigências nutricionais dos animais. Entre os métodos de utilização das espécies forrageiras, o pastejo é o mais econômico, uma vez que a forragem é colhida pelo próprio animal. Assim, enfatiza-se a importância das gramíneas forrageiras tropicais como um dos principais pilares da pecuária brasileira, devido ao seu alto potencial de produção, sendo responsáveis pelo sucesso desta atividade. Entretanto, elevados rendimentos forrageiros nem sempre traduzem alta produção animal (CORSI et al., 1994), uma vez que a produção forrageira de um relvado, além de depender de suas características morfofisiológicas e condições de meio, é ainda condicionada pelo sistema e pela pressão de pastejo.

Atualmente, existem aproximadamente 100 milhões de hectares de pastagens cultivadas que constituem a principal fonte de alimentos para o rebanho bovino nacional, sendo que mais de 60% dessas áreas de pastagens se encontram degradadas ou em processo de degradação.

A baixa produtividade das pastagens brasileiras é uma das principais causas da baixa competitividade econômica da pecuária em relação a outras explorações agrícolas. Este quadro de baixa produtividade concorre para o aumento das áreas de pastagens cultivadas no Brasil, onde aproximadamente 50% dessas áreas são ocupadas com espécies do gênero *Brachiaria*,

principalmente *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (ZIMMER et al., 1988).

Essa baixa produtividade é reflexo do uso incorreto das técnicas de estabelecimento e de manejo das pastagens, aliado a um manejo inadequado dos rebanhos, resultando em índices insatisfatórios de desempenho animal, que podem ser melhorados a partir do correto uso do potencial forrageiro das gramíneas e do conhecimento da morfofisiologia das plantas forrageiras, dando condições adequadas aos animais de expressar seu potencial genético.

Segundo LEMAIRE e CHAPMAN (1996), a relação lâmina/colmo e a densidade de folhas são características do relvado de grande importância nas interações planta-animal, uma vez que influenciam a eficiência da colheita da forragem pelos animais em pastejo.

Com o aumento dos preços das terras nos anos 90, principalmente daquelas localizadas próximas aos grandes centros consumidores, cresceu a necessidade de se melhorar a produtividade da atividade pecuária no Brasil, deslocando o setor para uma intensificação do uso de forrageiras com alta capacidade produtiva e boa qualidade.

A capacidade produtiva das gramíneas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, importante processo que ocorre após o pastejo ou corte, restaurando a área foliar e garantindo a sobrevivência e perenidade das plantas na pastagem e, ao pecuarista, a adoção de manejo para melhor utilização do pasto ao longo do ano (LEMAIRE, 1997).

Assim, estudos sobre a dinâmica de formação de folhas e perfilhos durante seu desenvolvimento, escassos em se tratando de gramíneas tropicais, se fazem cada vez mais necessários e se tornam de fundamental importância para explicar como a produção e a utilização das pastagens podem ser afetadas pelo pastejo, possibilitando, assim, estabelecer bases para orientar o manejo adequado dessas pastagens.

Objetivou-se com o presente estudo avaliar as características estruturais e morfogênicas e o acúmulo de forragem em *Brachiaria decumbens* mantida em diferentes alturas de pastejo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O crescimento de um organismo vegetal é caracterizado pela curva sigmoideal, em que se reconhecem três fases: uma primeira fase exponencial, de curta duração, seguida de longa fase de crescimento linear com alta taxa de crescimento instantâneo, e a última fase de acréscimos decrescentes, em que a formação de novos tecidos compensa a senescência e morte de tecidos mais velhos (GOMIDE e GOMIDE, 1999). Tal curva é observada durante o desenvolvimento de uma plântula, cuja fase exponencial corresponde à formação do sistema radicular seminal e das primeiras folhas e perfilhos. A fase linear decorre da contínua formação de folhas pelo perfilho principal e demais perfilhos primários e secundários, do que resulta rápido acúmulo de área foliar pela planta. Na terceira fase, instalam-se, na comunidade vegetal, o processo de auto-sombreamento e a intensificação da competição interespecífica por luz, água e nutrientes, determinando a senescência e morte das folhas baixas e perfilhos em início de desenvolvimento, do que resulta o teto da produção forrageira.

Expresso em medidas de comprimento, área ou peso, o crescimento vegetal depende fundamentalmente do processo de troca gasosa, fotossíntese aparente, cuja intensidade depende principalmente da quantidade e qualidade de luz interceptada e capturada pela área foliar do relvado (LAWLOR, 1995).

A quantidade de fotoassimilado excedente à respiração vegetal é usada para expansão da área foliar, via desenvolvimento e crescimento de novas folhas e perfilhos e desenvolvimento do sistema radicular. A rapidez com que cada planta forma ou reconstitui sua área foliar determina sua taxa de crescimento e a produtividade de um relvado.

O fitômero, unidade básica do crescimento das gramíneas, consiste de folha, bainha, nó, internó, gema axilar e raiz adventícia (WILLIAMS, 1996).

O desenvolvimento vegetativo de uma gramínea forrageira de clima temperado caracteriza-se pela produção de folhas e perfilhos, resultante do aparecimento e desenvolvimento de primórdios de folhas e de gemas (SILSBURY, 1970; ROBSON, 1981) e do alongamento do colmo em gramíneas tropicais. Durante a ontogenia de um perfilho, as folhas aparecem a intervalos regulares, os filocronos (WILHELM e McMASTER, 1995), e atingem comprimentos finais crescentes conforme seu nível de inserção no perfilho (ROBSON, 1973). Em capim-tifton 85, os maiores comprimentos de folhas foram observados nos níveis de inserção intermediários no perfilho (folha 11 a folha 15), embora maior taxa de alongamento tenha sido observada no nível de inserção da folha 10 (OLIVEIRA et al., 2000). Na fase de estabelecimento, três tipos de folhas são observados em um perfilho: folhas em expansão, envolvidas pelo pseudocolmo, folhas emergentes e folhas completamente expandidas (GOMIDE e GOMIDE, 1999). Posteriormente, um quarto tipo de folha aparece – as folhas senescentes.

O crescimento e a senescência de folhas em pastagens são estimadas por intermédio do estudo das taxas de aparecimento e de alongamento e da longevidade das folhas. O inverso do intervalo de tempo para o crescimento de duas folhas sucessivas estima o número de folhas formadas por dia, ou seja, a taxa de aparecimento de folhas (TA_pF) (DAVIES, 1993).

A taxa de aparecimento de folhas varia com o genótipo (ZARROUGH et al., 1984; Van ESBROECK et al., 1989; PINTO et al., 1994), nível de inserção (SKINNER e NELSON, 1992) e fatores de meio como luz (SILSBURY, 1970; LAWLOR, 1995; WILHELM e McMASTER, 1995), temperatura (SILSBURY, 1970; COLLINS e JONES, 1988; WILHELM e McMASTER, 1995), água no solo (Van LOO, 1992; LAWLOR, 1995), nutrientes (THOMAS, 1983; VINE, 1983;

LAWLOR, 1995), intensidade de desfolhação (DAVIES, 1974; GRANT et al., 1981) e estação do ano (VINE, 1983).

Sendo a fotossíntese a força propulsora do crescimento vegetal, a taxa de crescimento da cultura é fortemente determinada pelo percentual de luz interceptado pela cultura (LAWLOR, 1995), que varia proporcionalmente ao seu índice de área foliar (IAF) e suas características – propriedades óticas, ângulo de inserção e eficiência fotossintética da folha. Assim, a taxa de crescimento cultural (TCC) resulta do produto da taxa de assimilação líquida (TAL) pelo índice de área foliar da cultura (BROWN e BLASER, 1968; LAMBERS, 1987):

$$\begin{aligned} \text{TCC} &= \text{TAL} \times \text{IAF} \\ \text{Kg.ha}^{-1}.\text{d}^{-1} \text{ MS} &= (\text{g MS.m}_f^{-2}.\text{d}^{-1} \times \text{m}_f^2.\text{m}_s^{-2}) \times 10^4 \end{aligned}$$

O rendimento forrageiro depende mais das características do relvado, como índice de área foliar (IAF), duração da área foliar e estrutura do dossel, fatores determinantes da eficiência de interceptação de luz, do que da eficiência fotossintética das folhas (LAWLOR, 1995). Ademais, o processo fotossintético é menos dependente das condições do meio, como disponibilidade de água e nutrientes minerais e temperatura, que os processos de formação, desenvolvimento, crescimento e senescência de folhas (LAWLOR, 1995) e perfilhos. De fato, a taxa de alongamento de folhas (TA_f) é mais susceptível ao estresse hídrico que a fotossíntese (WARDLAW, 1969), pois a divisão e, principalmente, o crescimento das células são processos extremamente sensíveis ao turgor celular (LUDLOW e Ng, 1977). Assim, em *Festuca alta* (*Festuca arundinacea*), a produção de matéria seca nas primeiras semanas de rebrotação mostrou mais alta correlação com a taxa de alongamento da folha do que com a eficiência da assimilação de carbono (HORTS et al., 1978).

Luz e temperatura foram fatores capitais para as taxas de aparecimento e alongamento de folhas de azevém perene (*Lolium perenne*) (SILSBURY, 1970). Neste estudo, a área e peso das folhas variaram inversamente com a intensidade de luz e temperatura, porém maiores variações de área foliar decorreram da intensidade luminosa, enquanto o peso da folha respondeu melhor à temperatura. Similarmente, a taxa de aparecimento de folhas em

azevém perene foi mais alta na primavera-verão que no outono (WILSON e LAIDLAW, 1985).

CARNEVALLI e SILVA (1999), estudando o capim-coastcross, constataram que a partir do mês de abril essas gramíneas perderam a capacidade de rápida reposição de folhas, devido às quedas de temperatura e umidade do solo. Os autores ainda observaram que a máxima produção de folhas ocorreu em janeiro e a menor, em julho.

Estudando espécies do gênero *Brachiaria*, CORSI et al. (1994) observaram menores taxas de aparecimento de folhas na primavera, com valores médios de 0,146 e 0,181 folhas.perfilhos⁻¹.dia⁻¹ e 0,149 e 0,190 folhas.perfilhos⁻¹.dia⁻¹ para *B. decumbens* e *B. brizantha*, respectivamente.

A qualidade de luz dentro do relvado é alterada pelo IAF, o que pode modificar algumas variáveis morfogênicas, como taxa de alongamento foliar e taxa de perfilhamento, e, conseqüentemente, alterar as características estruturais do relvado, como densidade e tamanho de perfilhos (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

A taxa de alongamento de folhas (TA_F), expressa em mm.perfilho⁻¹.d⁻¹, é outro componente da dinâmica de geração e expansão de formas da planta no espaço e no tempo (LEMAIRE, 1997) e varia conforme o genótipo (Van ESBROECK et al., 1989), nível de inserção de folha (SILSBURY, 1970; ROBSON, 1973; THOMAS, 1983), estresse hídrico (WARDLAW, 1969; HORST et al., 1978; LAWLOR, 1995), temperatura (SILSBURY, 1970; ROBSON, 1981; COLLINS e JONES, 1988), nutrição mineral (THOMAS, 1983; PEARSE e WILMAN, 1984;) e luz (LAWLOR, 1995; ROBSON, 1981; MAZZANTI et al., 1994; LAWLOR, 1995). O conjunto dos fenômenos aparecimento, alongamento e senescência de folhas constitui a morfogênese da gramínea na sua fase inicial de crescimento.

Em azevém perene, a taxa de alongamento foliar variou inversamente com o nível de inserção da folha (ROBSON, 1973) e a adubação nitrogenada favoreceu a taxa de alongamento, principalmente, das folhas de mais alto nível de inserção (THOMAS, 1983).

Segundo ROBSON (1981), a taxa de alongamento de folhas de azevém na primavera foi mais dependente da temperatura que de luz.

Dentre as gramíneas tropicais, o capim-setária (*Setaria anceps*) mostrou mais alta taxa de aparecimento do que o capim-guiné (*Panicum maximum*), que, por sua vez, apresentou taxa de alongamento de folhas mais alta e maior área foliar por perfilho (PINTO et al., 1994). A correlação entre TA_pF e TA_lF é negativa (GRANT et al., 1981), assim, genótipos de Festuca de baixa taxa de alongamento foliar apresentam mais alta taxa de aparecimento de folhas, perfilhamento mais intenso e, portanto, numerosos perfilhos pequenos por plantas (ZARROUGH et al., 1984; SKINNER e NELSON, 1994).

O pastejo pesado favorece a TA_pF , porém reduz a TA_lF . De fato, quanto menor a altura do pseudocolmo maior a taxa de aparecimento de folhas (GRANT et al., 1981).

BIRCHAM e HODGSON (1983), em estudo com plantas de clima temperado sob lotação contínua, concluíram que, dentro de determinada faixa de altura do relvado, disponibilidade de forragem e índice de área foliar (IAF), as variações na taxa de produção líquida de forragem eram pequenas, em decorrência dos vários mecanismos de compensação da planta envolvendo mudança de densidade populacional de perfilhos e equilíbrio entre as taxas de crescimento e de senescência.

Enfatiza-se, então, a importância do conhecimento da dinâmica do processo de desenvolvimento e crescimento de folhas e perfilhos e das características do relvado para o entendimento e melhor interpretação do comportamento das gramíneas ou leguminosas forrageiras, sob desfolhação por corte ou pastejo (HODGSON, 1985; GRANT e MARRIOTT, 1994).

PARSONS et al. (1983b), avaliando a morfogênese de azevém perene cv. S23, sob diferentes pressões de pastejo, encontraram taxa média de aparecimento de folhas de $0,09 \text{ folhas.perfilho}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, ou seja, um intervalo de aparecimento de 11 dias. FAGUNDES et al. (1999b) verificaram aumento linear na taxa de alongamento de folhas por perfilho, com a altura e massa de forragem, em relvados de *Cynodon* spp. mantidos sob alturas de pastejo de 5,0; 10,0; 15,0; e 20,0 cm, sob pastejo com lotação contínua e variável. Avaliando o efeito de oferta de forragem (5,25; 6,65; e 13,3 kg de MS/100 kg de PV) sobre a taxa de alongamento foliar em milheto (*Pennisetum americanum*), mantido em pastejo sob lotação contínua com ovinos, BANDINELLI et al. (2000) verificaram taxa de alongamento crescente com a oferta de forragem, com diferença significativa

entre a maior e menor ofertas. Também, COSTA et al. (2000) verificaram decréscimo significativo na taxa de expansão foliar de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, com a elevação da pressão de pastejo.

O aparecimento e o alongamento de folhas são processos fisiológicos que contribuem diretamente para peso de perfilho; entretanto, a taxa de aparecimento, correlacionando-se positivamente com o aparecimento de perfilhos (DAVIES, 1974; ZARROUGH et al., 1984; SKINNER e NELSON, 1992), tem maior efeito sobre o peso da planta. Nesse contexto, o número de perfilhos por planta guarda relação linear positiva com o número de folhas do perfilho principal de azevém (Van LOO, 1992). Por outro lado, em *Festuca alta*, a taxa de alongamento correlacionou-se negativamente com o perfilhamento (JONES et al., 1979) e positivamente com o peso de perfilhos (NELSON et al., 1977). Assim, explica-se a observação de numerosos perfilhos pequenos em população de genótipos de *Festuca alta* de baixa taxa de alongamento foliar (ZARROUGH et al., 1984; SKINNER e NELSON, 1994).

A produção forrageira de um relvado, além de depender de suas características e condições já mencionadas, é ainda condicionada pela prática de manejo, principalmente pelo sistema e pela pressão de pastejo, pela adubação, entre outros.

Os benefícios da adubação nitrogenada decorrem do estímulo ao desenvolvimento dos primórdios foliares, do aumento do número de folhas emergentes e vivas por perfilho (PEARSE e WILMAN, 1984), da diminuição do intervalo de tempo de aparecimento de folhas (VINE, 1983), da redução da senescência foliar e do estímulo ao perfilhamento (MAZZANTI et al., 1994). Segundo WILMAN e PEARSE (1984), o maior benefício do N vem, principalmente, de seu efeito positivo sobre o peso dos perfilhos que apresentam folhas maiores, de maior área foliar específica. Por outro lado, em doses pequenas, o nitrogênio estimula o perfilhamento, enquanto em doses elevadas favorece o peso dos perfilhos (NELSON e ZARROUGH, 1981).

A contínua formação, desenvolvimento e crescimento de folhas e perfilhos resulta no crescimento da área foliar da planta e do índice de área foliar na pastagem até atingir um valor máximo (IAF teto) decorrente da morte e senescência de folhas e perfilhos primeiramente formados. Em azevém perene, a senescência foliar intensifica-se, quando o perfilho apresenta de três a quatro

folhas (GRANT et al., 1981), e o número constante de folhas vivas em um perfilho decorre da igualdade entre as taxas de aparecimento e senescência foliares (ROBSON, 1973).

A perenidade das gramíneas nas pastagens decorre de sua capacidade de produção contínua de perfilhos, tendo esses perfilhos vida média de aproximadamente um ano, estando a dinâmica da população de perfilhos sujeita a variações sazonais (LEMAIRE, 1997).

Conforme LANGER (1972), folhas são órgãos de crescimento e vida útil limitados. O processo de senescência inicia-se no ápice da folha, que é sua parte mais velha, e se estende para a base, ocorrendo progressivo amarelecimento e, posteriormente, um escurecimento com coloração marrom caramelo e desidratação, sendo estes, segundo HODGSON, (1990), os primeiros sinais visíveis. O autor ainda relata que, nos estádios iniciais desse processo, parte dos constituintes celulares é mobilizada e redistribuída, ficando a maior parte para ser usada na respiração do órgão senescente.

A taxa de senescência de folhas, sendo proporcional ao IAF do relvado na pastagem (MAZZANTI e LEMAIRES, 1994), varia inversamente com a pressão de pastejo (GRANT et al., 1981) e com a adubação nitrogenada (PEARSE e WILMAN, 1984; MAZZANTI e LEMAIRES, 1994).

Visto que o perfilho se origina de gema subtendida da bainha foliar, o número de folhas expandidas de um perfilho condiciona seu potencial de perfilhamento; entretanto, o número de perfilhos a se desenvolverem depende das condições de meio e manejo e do aumento relativo no número de perfilhos por intervalo de aparecimento de folhas, o chamado "site filling", segundo Van LOO (1992), ou "site usage", segundo SKINNER e NELSON (1992). O perfilhamento de uma gramínea é determinado pela taxa de aparecimento de folhas, do alongamento do perfilho e do "site usage" (SKINNER e NELSON, 1992), sendo a taxa de aparecimento de folhas o fator mais importante (ZARROUGH et al., 1984).

As gramíneas forrageiras são consideradas extremamente bem adaptadas à desfolhação, seja por meio de corte ou pastejo, antes do florescimento, devido à contínua formação de folhas.

As características estruturais do relvado (número de folhas por perfilho, tamanho de folhas e população de perfilhos), definidas pelas taxas de

aparecimento e alongamento foliares, e a duração de vida das folhas condicionadas pelos fatores de meio – luz, temperatura, disponibilidade de nutrientes e água – contribuem para definição do índice de área foliar (IAF), que também é condicionado pelo manejo da pastagem (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Segundo estes autores, o número de folhas por perfilho, estimado como o produto da duração de vida pela taxa de aparecimento de folhas, é relativamente constante para a maioria das espécies.

Segundo LEMAIRE (1997), o tamanho da folha contribui para o índice de área foliar (IAF), uma variável do relvado determinante da eficiência de absorção luminosa. Isto significa que ele determina a proporção de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelo relvado, determinando a capacidade fotossintética do relvado e, conseqüentemente, sua produtividade. Entretanto, o ângulo da lâmina foliar e as propriedades de transmissão luminosa das folhas são variáveis que determinam a eficiência fotossintética do relvado (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

As práticas de manejo de pastagem determinam a densidade de sua população de perfilhos. Em razão do papel da luz e dos assimilados de carbono no estímulo ao desenvolvimento de gemas, o perfilhamento em um relvado aumenta com a pressão de pastejo (GRANT et al., 1981; PARSONS et al., 1983b), guardando correlação negativa com o IAF (PARSONS et al., 1983a).

Em relvado submetido à desfolhação severa, a expansão foliar é responsável pela regeneração da capacidade de absorção de luz e suprimento de carbono e, além disso, pode acarretar redução do tamanho de perfilhos individuais, acompanhada pelo aumento na sua densidade (LEMAIRE, 1997).

Sob pastejo pesado, o relvado caracteriza-se por apresentar numerosos perfilhos pequenos e baixo IAF (PARSONS et al., 1983a, 1984). Em pastagem com baixo IAF, a maior intensidade luminosa, de melhor qualidade, que atinge a base do perfilho favorece o perfilhamento, em decorrência do estímulo ao desenvolvimento de gemas e da maior disponibilidade de assimilados. Entretanto, em condições de alto IAF, o auto-sombreamento reduz a quantidade de luz a atingir as gemas, que, então, permanecem dormentes e, conseqüentemente, o potencial de perfilhamento não se realiza (ROBSON, 1981). Assim, observações feitas por FAGUNDES et al. (1999a,c) mostraram

maiores valores de IAF e interceptação luminosa em relvados de *Cynodon* spp. manejados mais altos.

Segundo CORSI e NASCIMENTO JR. (1986), plantas submetidas à desfolhação freqüente e severa apresentam intenso perfilhamento, hábito de crescimento prostrado e ritmo intenso de expansão foliar, o que proporciona boa interceptação de luz, apesar de seu baixo IAF. Todavia, esses efeitos na dinâmica de aparecimento dos perfilhos não foram verificados por COELHO et al. (1999), em estudo do comportamento do capim-mombaça, sob pastejo, para resultar em diferentes níveis de ofertas de forragem (4, 8 e 12 kg de matéria seca verde/100 kg de peso vivo.dia⁻¹).

A altura do relvado é uma variável estrutural do pasto de grande influência sobre a produção de forragem, especialmente em se tratando de gramíneas forrageiras prostradas, de porte baixo e com alto potencial de perfilhamento (HODGSON, 1990).

Resultados obtidos por FAGUNDES et al. (1999a), analisando relvados de *Cynodon* spp. mantidos às alturas de 5,0; 10,0; 15,0; e 20,0 cm, mostraram que, apesar das diferenças de altura do relvado e massa de forragem, o acúmulo de forragem não diferiu entre os tratamentos, uma vez que baixas taxas de alongamento foliar nas menores alturas foram parcial ou totalmente compensadas por alta densidade de perfilhos e área final das folhas. Entretanto, COSTA et al. (2000), avaliando o efeito da pressão de pastejo sobre a produção de forragem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, verificaram que o aumento da pressão de pastejo promoveu decréscimos significativos na disponibilidade total de forragem e, principalmente, de matéria seca de folhas.

A fotossíntese bruta do dossel depende da contribuição relativa de seus diferentes tipos de folhas para sua área foliar. Em pastagem de azevém perene sob lotação contínua leve, com IAF = 3,0, as folhas emergentes juntamente com as recém-expandidas, embora representem pequena fração da área foliar do dossel, contribuíram com 77% de sua fotossíntese bruta. Maior fotossíntese bruta do dossel foi observada sob condições de pastejo leve (IAF = 3,0) que sob pastejo pesado (IAF = 1,0) (LEAFE e PARSONS, 1981; PARSONS et al., 1983a, b, 1984). KING et al. (1988) verificaram mais alta taxa de fotossíntese bruta por unidade de área de solo em relvado de azevém momentaneamente excluído do pastejo que aquele sob pastejo. A alta

eficiência fotossintética das folhas emergentes e recém-expandidas do relvado sob pastejo leve não compensou sua pequena participação na área foliar do relvado, visto que a fotossíntese bruta variou inversamente com a pressão de pastejo (LEAFE e PARSONS, 1981).

Sob pastejo leve, o relvado apresenta grande área foliar e elevada fotossíntese bruta, entretanto, as perdas de folhas por senescência são altas, comprometendo a eficiência de utilização da forragem produzida (PARSONS et al., 1983a). Por outro lado, o consumo de forragem por hectare é maximizado sob condições de relvado com IAF bem inferior àquele de mais alta fotossíntese bruta (PARSONS et al., 1983b).

Condições de luz e temperatura prevalecentes durante a expansão e emergência das folhas determinam sua eficiência fotossintética. Folhas desenvolvidas sob baixa intensidade luminosa ou baixa temperatura exibem, sob condições ótimas destes fatores, menor fixação de CO₂ que aquelas desenvolvidas sob condições ótimas dos mesmos fatores (WILSON e LUDLOW, 1970).

Em função de adaptações morfológicas e fisiológicas, as plantas forrageiras exibem diferentes graus de tolerância à desfolhação, pisoteio e deposição de fezes a que são submetidas sob condições de pastejo. As adaptações morfológicas caracterizam-se pelo desenvolvimento de numerosos perfilhos de pequeno porte, portando folhas pequenas e em maior número, assim como perfilhos de crescimento horizontal (HODGSON et al., 1981; CHAPMAN e LEMAIRE, 1993; RICHARDS, 1993). Em decorrência de tais atributos, a forrageira se expõe menos à desfolhação pelo herbívoro, do que resulta na capacidade de reter maior área foliar residual e pontos de crescimento, o que favorece sua produtividade e perenidade sob pastejo.

A adaptação fisiológica capacita a forrageira a uma pronta reconstituição de sua área foliar e rápido ganho positivo de carbono, via alterações na relação fonte:dreno entre a parte aérea e o sistema radicular, translocação e alocação preferencial de carboidratos de reserva e produtos da fotossíntese atual para as regiões de crescimento de folhas e perfilhos, transporte de assimilados dos perfilhos intactos para os desfolhados, assim como fotossíntese compensatória da área foliar (RICHARDS, 1993). Tais adaptações fisiológicas são, entretanto, de curta duração, enquanto as adaptações morfológicas são duradouras

(CHAPMAN e LEMAIRE, 1993; RICHARDS, 1993). Em consonância com estes conceitos, registra-se o maior IAF residual de genótipos de pequeno porte de *Festuca* (ZARROUGH e NELSON, 1980), enquanto o azevém perene se adapta a um dossel alto, via aumento do comprimento de suas bainhas e lâminas foliares (WILMAN e SHERESTHA, 1985). Dados de WILSON e LAIDLAW (1985) demonstram o efeito morfogênico do pseudocolmo sobre as folhas em expansão do azevém perene, cujas bainhas e lâminas foliares têm comprimentos proporcionais àquele do pseudocolmo, por dentro do qual as folhas se formam e expandem.

Do mesmo modo, enfatiza-se ainda a importância do ângulo das folhas como fator de probabilidade de sua remoção pelo ruminante. Assim, as folhas emergentes e recém-expandidas do azevém perene foram colhidas em maior porcentagem durante o pastejo que folhas adultas mais velhas e compridas, mas que apresentavam um ângulo de inserção mais aberto em relação ao perfilho, isto é, com uma disposição mais horizontal de suas lâminas (BARTHAM e GRANT, 1984), tornando-se, assim, menos acessíveis ao animal.

Sob pastejo com lotação contínua, o relvado está sob contínuo processo de remoção, restauração e senescência de sua área foliar, e a sua condição instantânea é caracterizada pela sua altura, IAF e massa de forragem (kg matéria orgânica ha⁻¹) (BIRCHAM e HODGSON, 1983).

Taxas de crescimento (Cr) e senescência (Se) caracterizam o fluxo de tecidos no relvado e a diferença entre elas estima a taxa de produção líquida (TPL) de forragem:

$$\text{Cr} - \text{Se} = \text{TPL}$$

A taxa de crescimento do relvado é estimada como o produto da densidade de perfilhos pela taxa de crescimento de folhas, expressa em unidade de peso (DAVIES, 1993; BINNIE e CHESTNUTT, 1994; MAZANTI et al., 1994).

As taxas de crescimento (Cr) e de produção líquida (TPL), ambas expressas em kg.ha⁻¹.d⁻¹ de MO, têm analogia com a taxa de crescimento cultural, dada a correspondência entre taxa de crescimento (Cr) e taxa de

assimilação líquida (TAL), bem como entre densidade de perfilhos e o índice de área foliar.

Sob pastejo, a taxa de consumo de forragem (Co) pelo ruminante constitui outro componente do fluxo, que tem como resultante a taxa de acúmulo líquido de forragem (TALF):

$$\text{TALF} = \text{Cr} - \text{Se} - \text{Co}$$

Quando, em decorrência da carga animal adotada, a taxa de consumo de forragem se iguala à taxa de produção líquida de forragem, a taxa de acúmulo líquido de forragem é nula e o relvado apresenta uma massa de forragem constante. Tem-se, então, a chamada condição de estabilidade (“steady state”), segundo BIRCHAM e HODGSON (1983), ou de homeostase, segundo MAZZANTI et al. (1994).

As taxas de crescimento, senescência e produção líquida do relvado variam em função de suas condições de IAF, altura e massa de forragem (BIRCHAM e HODGSON, 1983; HODGSON, 1985; MAZZANTI e LEMAIRE, 1994; MAZZANTI et al., 1994). As taxas de crescimento e produção líquida de forragem aumentam com as características estruturais do relvado até um ponto de máximo, a partir do qual se estabilizam, enquanto a taxa de senescência responde linearmente à altura, IAF e, ou, à massa de forragem do relvado (BIRCHAM e HODGSON, 1983; HODGSON et al., 1981; HODGSON, 1985).

Em uma pastagem de azevém perene e trevo-branco (*Trifolium repens*) apresentando IAF entre 2,3 e 4,7 ou massa de forragem de, aproximadamente, 1.500 kg.ha⁻¹.d⁻¹ de MS, a taxa de crescimento atingiu valor teto, mas a taxa de senescência cresceu linearmente entre os limites extremos do IAF e da massa de forragem (HODGSON et al., 1981; BIRCHAM e HODGSON, 1983). Resultados semelhantes foram relatados por GRANT et al. (1983), relativamente às variações das taxas de crescimento, senescência e produção líquida por hectare de pastagem dominada por azevém perene, em função das características estruturais do relvado. Neste trabalho, a taxa de produção líquida por hectare atingiu o platô a partir da altura de 2,5 cm, embora as taxas de crescimento e senescência por perfilhos variassem linearmente com as condições de relvado (GRANT et al., 1983).

A faixa de estabilidade da massa de forragem em uma pastagem, faixa de homeostase, decorre do comportamento inverso das taxas de perfilhamento, de senescência e de alongamento de folhas em respostas a um aumento de IAF, que deprime a primeira e intensifica as duas últimas taxas (MAZZANTI et al., 1994). Assim, o acúmulo de forragem é insensível a variações do IAF dentro de uma larga faixa de valores (BIRCHAM e HODGSON, 1983; MAZZANTI et al., 1994).

O conhecimento dos princípios morfofisiológicos, escasso em se tratando de gramíneas tropicais, é de fundamental importância para orientar o manejo das pastagens.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área de aproximadamente quatro hectares de pastagem estabelecida com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG, no período de 13/11/1998 a 07/05/1999.

Amostras do solo do local apresentaram as seguintes características: pH = 5,7; MO = 4,17%; P = 7,4 mg/dm³ (extrator Mihlich-1); K = 71 mg/dm³ (extrator Mihlich-1); Ca²⁺ = 2,6 cmol_c/dm³ (extrator KCl 1,0 mol.L⁻¹); Mg²⁺ = 0,7 cmol_c/dm³ (extrator KCl 1,0 mol.L⁻¹); H + Al = 5,2 cmol_c/dm³ (extrator Ca(Oac)₂ 0,5 mol. L⁻¹); Al³⁺ = 0,1 cmol_c/dm³ (extrator KCl 1,0 mol.L⁻¹); CTC = 8,62 cmol_c/dm³; V = 40,7%; e SB = 3,5 cmol_c/dm³.

Foram delimitados oito piquetes com áreas variando de 0,25 a 0,35 ha, para o pastejo em lotação contínua e variável (sistema *put and take*), sendo a área restante (\pm 1,6 ha) usada como pasto de reserva, para os novilhos reguladores de pressão de pastejo. Quatro pressões de pastejo foram aplicadas de modo a condicionar o relvado às alturas de 10,0; 15,0; 20,0; e 25,0 cm. O ensaio foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições. Foram realizadas três adubações em cobertura, cada uma delas consistindo na aplicação, por hectare, de sulfato de amônio (200 kg), super fosfato simples (150 kg) e cloreto de potássio (60 kg) em todos os piquetes, em outubro de 1998, dezembro de 1998 e janeiro de 1999.

Durante o período das avaliações, compreendido entre 14/01 e 07/05/99, a temperatura média diária máxima foi de 24,6°C e a mínima, de 17,2°C. A umidade relativa do ar variou entre 78,1 e 84,3%, conforme mostram os dados climáticos referentes ao período experimental (Quadro 1). A precipitação pluvial total foi de 554,5 mm, sendo registrada a maior precipitação no mês de março e a menor em maio de 1999. Um período praticamente sem chuva, ocorrido no período de 08 a 25/01/99 (veranico), pode ser observado na Figura 1.

Cada piquete foi pastejado por um grupo de três animais de prova, mestiços holandês/zebu, desmamados, com peso variando de 180 a 220 kg, além de animais extras (animais de equilíbrio), que eram introduzidos e retirados, a fim de se manterem as alturas preestabelecidas do pasto.

A altura do pasto foi monitorada semanalmente por meio de medições feitas com uma régua construída com dois tubos de PVC rígido de ¾ e ½” de diâmetro, este último deslizando por dentro do primeiro. No tubo de fora, uma fenda permitia o deslizamento de um prego preso à base do tubo interno, em que foram feitas marcas espaçadas de 1 cm, cuja leitura crescia proporcionalmente à elevação do tubo interno.

Quadro 1 - Precipitação pluvial, temperaturas mínimas, máximas e médias e umidade relativa do ar, em Viçosa, no período de outubro de 1998 a maio de 1999

Meses de registro	Precipitação total (mm)	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)
		min.	máx.	Méd.	
Outubro 1998	257,3	16,7	25,2	20,9	83,8
Novembro 1998	216,9	17,0	26,0	21,5	84,7
Dezembro 1998	105,3	18,3	28,8	23,6	82,5
Janeiro 1999	154,2	18,9	30,3	24,6	78,3
Fevereiro 1999	88,1	18,4	29,9	24,2	78,1
Março 1999	273,7	17,9	28,5	23,2	84,3
Abril 1999	36,5	16,4	27,8	22,0	82,3
Mai 1999	2,0	11,7	25,3	17,2	80,2

Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

Foram feitas observações e medições quanto ao aparecimento, ao alongamento e à senescência de lâminas foliares em perfilhos identificados por anéis de arame revestidos por plástico colorido, com cinco cores diferentes, conforme SKINNER e NELSON (1994), a fim de serem obtidas as estimativas das taxas de aparecimento, segundo Van ESBROECK et al. (1989), de alongamento (MAZANTI et al., 1994; SKINNER e NELSON, 1994) e de senescência (BINNIE e CHESTNUTT, 1994; MAZANTI e LEMAIRE, 1994). Para esta finalidade, três grupos de cinco perfilhos, espaçados de 20 cm, em um mesmo alinhamento protegido por gaiola de cantoneiras de ferro e tela com malha de aproximadamente 5,0 cm, com dimensões de 0,90X0,90X100,0 cm, foram identificados mensalmente em cada piquete (GRANT et al., 1983; BINNIE e CHESTNUTT, 1994).

Em cada piquete foram alocadas três gaiolas para a proteção dos perfilhos e, em cada perfilho marcado, foram feitas observações, duas vezes por semana, das folhas emergentes, cujos comprimentos foram registrados após medição feita com o uso de uma régua milimetrada. A parte senescente da lâmina foliar foi estimada, ao fim de cada período de observação, pela diferença entre o comprimento total da lâmina foliar completamente expandida e o restante ainda verde da mesma lâmina ao final do período. Estas observações foram registradas para cada piquete, em planilhas apropriadas, por um período de 15 dias, repetindo-se estes procedimentos mensalmente, identificando-se outros três grupos de cinco perfilhos em cada piquete. A lâmina foliar emergente teve seu comprimento medido a partir da lígula da folha anterior, já expandida, até a sua completa expansão, ou seja, até o aparecimento da sua lígula.

Amostras de perfilhos referentes a cada tratamento foram colhidas por meio de corte realizado rente ao solo, utilizando uma tesoura de poda, e levadas imediatamente para o Laboratório de Animais do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde foram destacadas do colmo e separadas as folhas emergentes e aquelas completamente expandidas, registrando-se na mesma oportunidade o comprimento total de cada tipo de folha.

Em seguida, foram levadas à estufa com ventilação forçada a 60°C, por 72 horas, e pesadas, para se estabelecer um fator de conversão entre o comprimento e o peso da matéria seca de lâminas verdes, conforme GRANT et al. (1983), BINNIE e CHESTNUTT (1994) e MAZANTI et al. (1994).

Mensalmente, foram feitas medições da radiação fotossinteticamente ativa incidente e transmitida pelo relvado, utilizando-se o equipamento Line Quantum Sensor LI da Licor, e colhidas amostras, em pontos do relvado, representativos da altura do seu respectivo tratamento, para estimativas de densidade populacional de perfilhos, biomassa disponível, área foliar e relação folha/colmo.

Estas estimativas foram obtidas de três amostras de 0,25X0,25 m do relvado, em pontos dos piquetes apresentando altura do seu respectivo tratamento, e levadas imediatamente para o laboratório do DZO da UFV, onde foram processadas, separando material morto do material vivo – que foi separado em fração folhas e colmos –, e feita a medição da área das lâminas utilizando o Sistema de Análise de Imagens – DIAS da ΔT .

A intercepção de luz foi estimada a partir da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre o relvado (I_0) e aquela transmitida até o nível do solo, após atravessar o dossel do relvado (I), por meio da equação:

$$\text{Intercepção de luz} = ((I_0 - I)/I_0) \times 100$$

A partir das taxas de alongamento de folhas (TA_{lF}), de senescência de folhas (TSF) e da população de perfilhos ($n^{\circ} \cdot \text{ha}^{-1}$), estimou-se a taxa de acúmulo líquido de forragem (TALF) pela fórmula:

$$\text{TALF} = \text{TC} - \text{TS}$$

sendo:

TC = taxa de crescimento ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ de MS) = TA_{lF} ($\text{mm} \cdot \text{perfilho}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$) X fator mg/mm X núm. de perfilhos $\cdot \text{ha}^{-1}$ X 1000;

TS = taxa de senescência (kg.ha⁻¹. dia⁻¹ de MS) = TSF (mm.perfilho⁻¹.dia⁻¹) X fator mg/mm X perfilhos.ha⁻¹ X 1000.

3.1. Análise estatística

Os dados experimentais foram analisados segundo o delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, conforme o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + R_{(i)j} + P_k + AP_{ik} + \varepsilon_{ijk} + \eta_{ijkl}$$

i = 1, 2, 3 alturas (classificação fixa)

j = 1, 2 repetições (classificação aleatória)

k = 1, 2, 3, 4 períodos (classificação aleatória) ou 1, 2, 3, 4, 5, datas (classificação aleatória)

l = 1, 2, 3 subamostras (classificação aleatória)

em que:

Y_{ijkl} = observação relativa à l^{a} subamostra do j^{a} repetição da i^{a} altura, no k^{o} período;

A_i = efeito da i^{a} altura;

$R_{(i)j}$ = efeito da j^{a} repetição sujeita à i^{a} altura;

P_k = efeito do k^{o} período ou k^{a} data;

AP_{ik} = interação da i^{a} altura com o k^{o} período;

ε_{ijk} = efeito do k^{o} período da j^{a} repetição, da i^{a} altura; e

η_{ijkl} = efeito da l^{a} subamostra durante o k^{o} período da j^{a} repetição da i^{a} altura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características estruturais

A altura do relvado, a biomassa disponível, o IAF, a população de perfilhos, a relação folha/colmo e a interceptação de luz formam as características estruturais do relvado examinadas no presente estudo.

O controle da altura do relvado via ajuste do número de animais, em sistema *put and take*, não foi suficiente para manter as alturas desejadas (Quadro 2), apesar do monitoramento da altura da superfície horizontal do relvado por meio de medições semanais.

Quadro 2 - Alturas médias (duas repetições) e respectivos desvios-padrão (DP) da superfície horizontal do relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, durante o período experimental

Datas	Alturas desejadas (cm)			
	10,0	15,0	20,0	25,0
13/11/98	15,0 ± 5,0	20,3 ± 7,1	24,9 ± 9,0	26,1 ± 7,4
02/12/98	8,9 ± 3,9	14,8 ± 5,7	17,8 ± 7,5	19,6 ± 7,5
09/12/98	8,6 ± 4,8	12,2 ± 6,3	14,2 ± 7,7	19,9 ± 9,2
16/12/98	7,9 ± 4,2	11,6 ± 5,8	23,8 ± 68,8	16,2 ± 6,8
22/12/98	8,3 ± 4,7	16,0 ± 11,1	12,8 ± 5,9	17,3 ± 8,4
29/12/98	6,5 ± 4,0	12,0 ± 6,3	11,6 ± 5,8	15,5 ± 7,5
05/01/99	6,9 ± 3,7	13,6 ± 6,8	12,3 ± 6,1	15,7 ± 7,8
12/01/99	7,4 ± 4,4	13,3 ± 7,3	13,5 ± 6,6	18,5 ± 9,3
27/01/99	5,9 ± 3,0	10,4 ± 5,8	12,9 ± 6,2	17,5 ± 7,3
02/02/99	5,9 ± 3,2	10,2 ± 5,2	12,1 ± 5,7	17,7 ± 8,9
09/02/99	7,9 ± 5,5	12,5 ± 6,1	11,4 ± 5,7	18,4 ± 7,5
16/02/99	8,1 ± 4,7	11,0 ± 6,2	12,3 ± 12,8	16,6 ± 7,9
05/03/99	8,0 ± 4,7	11,1 ± 6,7	10,9 ± 5,7	16,7 ± 8,4
10/03/99	10,9 ± 6,7	13,7 ± 2,9	9,5 ± 6,6	18,8 ± 8,5
15/03/99	11,2 ± 5,3	14,0 ± 5,5	14,1 ± 5,7	18,1 ± 7,0
26/03/99	6,6 ± 3,9	10,7 ± 6,6	9,5 ± 5,6	15,9 ± 6,8
07/04/99	6,7 ± 4,2	10,7 ± 7,2	8,9 ± 5,5	15,5 ± 7,7
20/04/99	7,0 ± 4,4	9,3 ± 5,0	7,6 ± 4,5	14,6 ± 6,8
27/04/99	5,9 ± 4,4	10,1 ± 5,8	0,0 ± 0,0	13,2 ± 6,9
Média + DP	7,7 ± 1,5	12,0 ± 1,8	12,7 ± 3,7	17,0 ± 1,8

A aquisição tardia dos animais determinou a entrada destes na área experimental, quando os piquetes apresentavam alturas médias acima das pretendidas. Tal fato resultou na necessidade de um período para ajustes iniciais. Além disso, o reduzido número de animais comprometeu a eficiente movimentação dos mesmos entre os piquetes, contribuindo para o relativo sucesso no controle das alturas. Assim, o monitoramento da altura do relvado por meio de medições semanais para orientar a entrada e retirada de animais reguladores, objetivando obter as alturas pré-estabelecidas, resultou em alturas médias de 7,7; 12,0; 12,5; e 17,0 cm, abaixo das alturas desejadas, evidenciando, assim, a dificuldade de se manterem as alturas do relvado sob pastejo, uma vez

que os animais pastejam seletivamente, causando grande desuniformidade na vegetação. Os altos valores dos desvios-padrão observados, relativamente às respectivas médias, refletem o pastejo desuniforme exercido pelos novilhos.

No presente estudo, foram descartados os dados referentes aos piquetes, cuja altura média pretendida era de 20,0 cm, mas cuja altura média realmente alcançada foi de 12,7 cm, considerando-se perdido o respectivo tratamento. Assim, foram considerados apenas os piquetes cujas alturas médias alcançadas foram de 7,7; 12,0; e 17,0 cm, referentes às alturas médias pretendidas de 10,0; 15,0; e 25,0 cm, respectivamente, após desprezar as alturas médias de todos os piquetes observadas no dia 13/11/98 (Quadro 2).

4.1.1. Biomassa disponível

A disponibilidade de biomassa não variou ($P>0,05$) em função das alturas estudadas, mas sim no decorrer do experimento. Assim, no Quadro 3, encontram-se os valores médios de biomassa verde disponível total, de folhas verdes e de colmos nas cinco datas de amostragem, além da relação folha/como. Verifica-se que a disponibilidade momentânea de biomassa total manteve-se razoavelmente constante durante todo o período de avaliação, até o mês de março, caindo significativamente no mês de abril. Tal fato, sem dúvida, reflete as condições desfavoráveis, principalmente baixa precipitação pluvial (Figura 1), além de possível ausência de efeito residual da adubação aplicada em janeiro de 1999.

Quadro 3 - Biomassa disponível de folhas e de colmos, total, expressa como matéria seca de forragem verde (MSV), e relação folha/colmo de *B. decumbens* cv. Basilisk nas diferentes datas de amostragem

Datas de amostragem	Biomassa (kg/ha de MSV)			
	Folhas	Colmo	Total	Folha/colmo
22/01/99	1.418a	2.093a	3.511a	0,7a
11/02/99	1.140ab	2.408a	3.548a	0,5a
08/03/99	1.175ab	1.898a	3.073ab	0,6a
30/03/99	1.315a	2.436a	3.751a	0,5a
20/04/99	777b	1.405a	2.182b	0,6a
Média	1.165	2.048	3.213	0,6

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

A biomassa disponível de folhas observada durante o período de amostragem (22/01/99 a 20/04/99) correspondeu a 40,4; 32,0; 38,2; 35,0; e 35,6% da disponibilidade total da biomassa verde, nas sucessivas datas de amostragem, e pareceu satisfatória para garantir a estabilidade do relvado, sob pastejo com lotação contínua, visto que, segundo MOTT (1980, 1984), a disponibilidade crítica de forragem é de 1.200 a 1.600 kg/ha de MS.

EUCLIDES et al. (1999), em estudo com três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo, obtiveram valores de 1.470, 1.910 e 2.130 kg/ha de MS, para as gramíneas coloniã, tobiatã e tanzânia, respectivamente, sendo que a média (2.060 kg/ha de MS) para o período das águas não limitou o ganho de peso dos animais utilizados no experimento. VEIGA et al. (1985) e ALMEIDA et al. (2000), também, observaram que a disponibilidade de biomassa residual de folhas verdes recomendada, de forma a não limitar o desempenho animal, variou entre 2.000 e 2.500 kg/ha de MS em capim-elefante anão sob pastejo.

Conquanto as diferentes alturas do relvado não tenham afetado a biomassa disponível ($P>0,05$), foram observados valores de 2.513, 3.223 e 3.903 kg/ha de MSV para as alturas médias de 7,7; 12,0; e 17,0 cm, respectivamente, sendo o valor médio superior àquele encontrado por CAVALCANTE (2001) (2.636

kg/ha de MSV), no período de 10/01/00 a 17/03/00, em *Brachiaria decumbens*, na mesma área experimental.

A falta de efeito significativo das diferentes alturas do relvado sobre a disponibilidade de forragem verde pode decorrer do aparecimento de vários mecanismos de compensação da planta envolvendo mudanças na densidade de perfilhos e no equilíbrio entre taxas de crescimento e de senescência, segundo ai quais relvados mantidos altos caracterizam-se por apresentar menor número de perfilhos e maior taxa de senescência, enquanto aqueles mantidos mais baixos apresentam numerosos perfilhos pequenos, com folhas pequenas e em maior número, apresentando perfilhos com crescimento horizontal (HODGSON et al., 1981; GRANT et al., 1981; PARSONS et al., 1983b; BIRCHAM e HODGSON 1983; CHAPMAM e LEMAIRE, 1993; RICHARDS, 1993). No presente estudo, os piquetes mantidos mais baixos (7,7) apresentaram estolões longos e vigorosos, o que pode ter contribuído para sua, razoavelmente, alta disponibilidade de forragem.

A relação folha/colmo, outra importante característica estrutural do relvado, variou significativamente em função da interação altura do relvado X data de amostragem (Quadro 4).

Quadro 4 - Relação folha/colmo de *B. decumbens* cv. Basilisk, em função das alturas médias do relvado e das diferentes datas de amostragem

Altura média do relvado (cm)	Datas de amostragem				
	22/01/99	11/02/99	08/03/99	30/03/99	20/04/99
7,7	0,61Bb	0,75Aab	1,04Aa	0,68Aab	0,63Ab
12,0	0,83Aa	0,44Bb	0,58aBb	0,40Bb	0,62Aa
17,0	0,69Aa	0,39Ba	0,65Ba	0,45Ba	0,48Aa

Médias na linha, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Médias na coluna, seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

De modo geral, a relação folha/colmo nos piquetes mantidos à altura de 17,0 cm manteve-se constante nas diferentes datas de amostragem, enquanto os relvados mantidos a 12,0 cm apresentaram relação folha/colmo mais alta na primeira e última amostragens. Por outro lado, o relvado mantido a 7,7 cm mostrou mais alta relação folha/colmo, principalmente na amostragem intermediária.

A mais estreita relação folha/colmo sinaliza a natureza menos favorável do relvado para o comportamento ingestivo dos animais, pois o consumo total de forragem de um animal em pastejo resulta da quantidade de forragem consumida em cada ação de pastejo, o bocado, e da frequência dos bocados ao longo do tempo em que passa se alimentando (CARVALHO et al., 2001), uma vez que os herbívoros executam de 30 a 70 bocados/min (CARVALHO, 1997), com maior preferência por locais do relvado composto essencialmente por lâminas foliares. Entretanto, segundo GOMIDE e GOMIDE (2001), a relevância dessa característica varia conforme a espécie forrageira, sendo menor em espécies mais tenras como *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*.

4.1.2. População de perfilhos, índice de área foliar (IAF) e interceptação de luz

A população média de perfilhos no relvado de *Brachiaria decumbens* (Quadro 5), de 1.958 perfilhos/m², isto é, aproximadamente 20 X 10⁶ perfilhos por hectare, não foi influenciada pela altura do relvado. Este resultado está próximo daquele obtido por CAVALCANTE (2001) (1.746 perfilhos/m²) para a mesma espécie, que também não detectou efeito (P>0,05) de altura do relvado para esta variável. Estes resultados são incoerentes com o raciocínio anteriormente apresentado – maior população de perfilhos nos relvados mantidos mais baixos é a razão da inexistência de diferença da disponibilidade de biomassa.

A população de perfilhos manteve-se relativamente constante nas três primeiras amostragens, aumentando até no início do mês de março, mas caindo drasticamente a partir do final de março (Quadro 5). Esse comportamento pode ser explicado pelas condições desfavoráveis de clima, quando foi registrada precipitação pluvial de apenas 36,5 mm (Figura 1), queda de temperatura (Quadro

1) e provável redução na disponibilidade de nutrientes, uma vez que a última aplicação de fertilizantes ocorreu em janeiro de 1999. De fato, os processos de formação, desenvolvimento, crescimento e senescência de folhas e perfilhos são sensíveis às condições desfavoráveis de disponibilidade de água, temperatura e nutrientes (LAWLOR 1995), uma vez que a divisão e, principalmente, o crescimento das células são processos extremamente sensíveis ao turgor celular (LUDLOW e Ng, 1977).

Apesar de não ter sido verificada variação ($P>0,05$) para a população de perfilhos, em função da altura do relvado, registraram-se valores de 1.871, 1.854 e 2149 perfilhos/m² para as respectivas alturas de 7,7; 12,0; e 17,0 cm, os quais foram inferiores aos obtidos por GOMIDE et al. (1997), que constataram variação de 2.780 a 3.780 perfilhos/m², com tendência de aumento proporcional à altura do relvado em *Brachiaria decumbens*. Por sua vez, CARVALHO et al. (1999) e SBRISSA et al. (1999) observaram em, capim-tifton 85, maior população de perfilhos, quando este foi mantido à altura de 5,0 cm em relação a 20,0 cm.

Quadro 5 - Número médio de perfilhos, índice de área foliar (IAF) e intercepção de luz de *B. decumbens* cv. Basilisk, em diferentes datas de amostragem

Datas de amostragem	Perfilhos (n ^o .m ⁻²)	IAF	Intercepção de luz (%)
22/01/99	1791bc	2,7a	81a
11/02/99	1848bc	2,2a	85a
08/03/99	2226ab	2,1a	79b
30/03/99	2324a	2,9a	
20/04/99	1600c	1,7a	
Média	1958	2,3	82

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

O IAF e a intercepção de luz pelo relvado são duas variáveis de capital relevância para os processos fisiológicos das plantas no relvado, condicionando sua produtividade, uma vez que o rendimento forrageiro é fortemente determinado pelo percentual de luz interceptada, que, por sua vez, depende mais das

características do relvado, como IAF, variando proporcionalmente com ele durante larga faixa dos valores de IAF (LAWLOR, 1995).

Não se constatou variação ($P>0,05$) no IAF, em função das datas de amostragem (Quadro 5), nem das alturas do relvado. Todavia, observou-se tendência de queda do IAF no decorrer do período experimental, sendo o valor mais baixo (1,7) observado na amostragem de abril de 1999, quando as condições climáticas já não eram mais favoráveis, principalmente no que se refere à precipitação pluvial (Figura 1), com registo de apenas 36,5 mm de chuva e temperaturas variando de 17,9 a 28,5°C (Quadro 1). O IAF médio de 2,3, aparentemente baixo, pode ser atribuído ao pequeno tamanho das folhas, bem como ao pequeno número de folhas por perfilho e à baixa densidade populacional de perfilhos. Este resultado corrobora os obtidos por CAVALCANTE (2001), que também não encontrou variação do IAF, em função das alturas, nem das diferentes datas de amostragem, registrando valor médio de 1,9, bem próximo ao verificado no presente estudo. Também, FAGUNDES et al. (1999c), estudando o IAF em três cultivares de *Cynodon* spp., verificou valores médios de 1,6; 1,4; e 1,4 para os capins-tifton 85, florakirk e *coastcross*, quando manejados às alturas de 5,0; 10,0; 15,0; e 20,0 cm, no período de julho a dezembro de 1998. Segundo BROUGHAM (1957) e MOTT e POPENOE (1977), os valores de IAF ótimos variam de 2 a 3, existindo grande variação entre cultivares e espécies.

Analisando-se a intercepção de luz (Quadro 5), verifica-se variação ($P<0,05$) desta em função das diferentes datas de amostragem, com maior intercepção de luz na primeira (22/01/99) e segunda (11/02/99) amostragens, que, por sua vez, não diferiram ($P>0,05$) entre si. Menor valor de intercepção de luz ocorreu na última data de amostragem, guardando correlação negativa com número de perfilhos.

Segundo LEMAIRE e CHAPMAN (1996), a qualidade da luz dentro do relvado é alterada pelo IAF, podendo provocar variações nas taxas de alongamento foliar e de perfilhamento, alterando, assim, as características estruturais do relvado – densidade e tamanho de perfilhos. Nesse sentido, FAGUNDES et al. (1999c) verificaram variação da intercepção de luz em função

do mês, em estudo com os capins-tifton 85, florakirk e *coastcross*, registrando valores médios variando de 56 a 75% 51, a 72% e 50 a 66% para as respectivas cultivares, quando mantidas nas alturas de 5,0; 10,0; 15,0; e 20,0 cm, no período de julho a dezembro de 1998, sendo observados menores valores no último período.

A intercepção de luz pelo relvado variou ($P < 0,05$) inversamente com a altura do relvado (Quadro 6), guardando certo grau de associação positiva com número de perfilhos/m² e com o IAF. Tais resultados assemelham-se àqueles de FAGUNDES et al. (1999c), que também observaram correlação positiva entre o valor de luz interceptada pelo relvado e as alturas estudadas, com variação de 24 a 96% para tifton 85, 24 a 92% para florakirk e 22 a 79% para *coastcross*, relativo às alturas de 5,0 e 20,0 cm, respectivamente.

Entretanto, o valor crítico de 95% de intercepção (BROUGHAM, 1956, 1958; PARSONS et al., 1983a), que sinalizaria IAF teto e condição de máxima taxa de acúmulo de forragem, não foi alcançado no presente estudo. Uma explicação para este acontecimento pode ser a estrutura de crescimento estolonífero dos relvados mais baixos, formada ao longo do tempo de pastejo com alta desuniformidade, ou seja, alguns locais da pastagem apresentam-se preferenciais a outros, aumentando a freqüência de pastejo nesses locais (STUTH, 1991), que, de modo geral, são compostos por vegetação verde, baixa e essencialmente folhosa, enquanto os locais de menor preferência apresentam vegetação mais alta, com elevada presença de material senescente (CARVALHO et al., 2001), deixando a pastagem com estrutura apresentando contraste de regiões muito verdes e outras bem amareladas. Por isso, para medir a luz que chega à superfície do relvado e a que chega ao solo, foi fundamental o uso de equipamento com sonda de um metro de comprimento (Line Quantum Sensors), amostrando, assim, vários pontos do relvado que apresentam essa desuniformidade de altura. Nestas condições, é pouco provável a obtenção de 95% de intercepção de luz. Porém, em relvados que apresentam estruturas mais homogêneas, este valor pode ser registrado.

Quadro 6 - Número médio de perfilhos, índice de área foliar (IAF) e interceptação de luz de *B. decumbens* cv. Basilisk, em função da altura média do relvado

Altura do relvado (cm)	Perfilhos (nº/m ²)	IAF	Intercepção de luz (%)
7,7	1871a	2,1a	68b
12,0	1854a	2,2a	87a
17,0	2149a	2,7a	89a
Média	1958	2,3	82

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

4.2. Características morfológicas

O conhecimento das taxas de aparecimento, de alongamento e de senescência de folhas é de alta relevância para orientar a condução do manejo de pastagens, visando maior produção e alta eficiência de utilização da forragem produzida, uma vez que essas variáveis, juntamente com a população de perfilhos, caracterizam o fluxo de biomassa em um dossel e o IAF (GOMIDE e GOMIDE, 2000).

4.2.1. Taxa de aparecimento de folhas

A taxa de aparecimento de folhas desempenha papel central na morfogênese e, conseqüentemente, no IAF, atuando diretamente em cada um dos três componentes da estrutura do relvado (NABINGER e PONTES, 2001).

A taxa de aparecimento de folhas, que variou de 0,06 a 0,11 folhas.perfilho⁻¹.dia⁻¹, não foi influenciada pelas alturas do relvado (Quadro 7). O valor médio de 0,07 folhas.perfilho⁻¹.dia⁻¹ mostra-se um pouco abaixo dos resultados de CAVALCANTE (2001), GOMIDE et al. (1997) e CORSI et al. (1994), que registraram valores médios variando de 0,09 a 0,16 folhas.perfilho⁻¹.dia⁻¹ para a mesma espécie.

As discrepâncias observadas podem ser atribuídas a variáveis diversas, visto que a taxa de aparecimento foliar é afetada por diversos fatores, como luz (SILSBURY, 1970; LAWLOR, 1995), temperatura (SILSBURY, 1970; COLLINS e JONES, 1988), estação do ano (VINE, 1983) água no solo (VAN LOO, 1992), baixa disponibilidade de nutrientes no solo (THOMAS, 1983; LAWLOR, 1995) e intensidade de desfolha (DAVIES, 1974; GRANT et al., 1981). De fato, a limitação de nitrogênio comprometeu a taxa de aparecimento de folhas de *Brachiaria decumbens*, em solução nutritiva, sendo observadas taxas de 0,44 a 0,51 folhas.perfilho⁻¹.dia⁻¹, quando aplicados 42 e 443 mg de N/litro, respectivamente (FERRAGINE et al., 2001).

Quadro 7 - Taxas de aparecimento foliar (TA_pF) em *B. decumbens* cv. Basilisk, em função das alturas médias do relvado

Altura do relvado (cm)	TA _p F (folhas/perfilho.dia ⁻¹)
7,7	0,11a
12,0	0,06a
17,0	0,07a
Média	0,07

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

4.2.2. Taxa de alongamento de folhas

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) das alturas estudadas sobre a taxa de alongamento foliar de *Brachiaria decumbens*; contudo, ocorreu alteração dessa variável, em função dos períodos de amostragem (Quadro 8). Mais altas taxas de alongamento foliar foram observadas nos períodos intermediários de amostragem, em que ocorreram as condições mais favoráveis, principalmente, de precipitação pluvial (Figura 1). Assim, os resultados do presente estudo suportam a afirmação de que a taxa de alongamento foliar varia com o estresse hídrico (WARDLAW, 1969; HORST et al., 1978; LAWLOR, 1995), a temperatura (SILSBURY, 1970; ROBSON, 1981; COLINS e JONES, 1988), luz (ROBSON, 1981; LAWLOR, 1995) e disponibilidade de nutrientes (THOMAS, 1983; PEARSE e WILMAN, 1984; MAZZANTI et al., 1994; LAWLOR, 1995).

Os baixos valores observados para esta variável, no período de 14 a 28/01/99, deve ser atribuído ao veranico típico dessa região em janeiro, com precipitação pluvial de apenas 9,0 mm (Figura 1) neste período, apesar do acumulado no mês de 154,2 mm (Quadro 1).

Por outro lado, a reduzida taxa de alongamento de folhas no período de abril-maio refletiria não somente a ausência de chuva (Figura 1), mas também a ocorrência de baixas temperaturas no período, cujas mínimas se aproximaram de 15°C (Quadro 1). Pode-se ainda admitir limitada disponibilidade de nitrogênio no solo, tendo em vista que a última aplicação do fertilizante ocorreu em janeiro.

Quadro 8 - Taxas de alongamento foliar de *B. decumbens* cv. Basilisk, em função dos diferentes períodos

Períodos de amostragem	TA _f F (mm/perfilho.dia ⁻¹)
14/01 a 28/01/99	9,4b
24/2 a 09/03/99	14,3a
26/03 a 10/04/99	14,6a
23/04 a 07/05/99	6,6b
Média	11,2

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Resultados semelhantes aos do presente estudo foram obtidos por CAVALCANTE (2001), que também observou efeito (P<0,05) do período de amostragem sobre a taxa de alongamento de folhas, registrando valores que variaram de 15,8 a 3,9 mm.perfilho⁻¹.dia⁻¹ para o período de 10/01/00 a 23/07/00.

A taxa de alongamento de folhas expressa em mg.perfilho⁻¹.dia⁻¹ variou (P<0,05) em função da interação altura do relvado X período de amostragem. De modo geral, essa variável tendeu a comportar-se igualmente para as alturas de 7,7 e 17,0 cm, apresentando valor crescente de 14/01/99 a 09/03/99, registrando-se queda neste valor, no período de amostragem compreendido entre 23/04 e 07/05/99 (Quadro 9), em virtude das condições climáticas desfavoráveis, já comentadas. Entretanto, não se observou efeito (P>0,05) de período de avaliação sobre esta variável em relvado de *Brachiaria decumbens* mantido a 12,0 cm de altura. Estes resultados estão em conformidade com os de WARDLAW (1969), SILSBURY (1970), HORST et al. (1978), ROBSON (1981), THOMAS (1983), PEARSE e WILMAN (1984), COLINS e JONES (1988), MAZZANTI et al. (1994) e LAWLOR (1995), que relataram a sensibilidade da taxa de alongamento foliar a fatores do meio, como diminuição de água no solo, temperatura e disponibilidade de nutrientes principalmente nitrogênio.

Quadro 9 - Taxas de alongamento foliar de *B. decumbens* cv. Basilisk expressa em mg/perfilho.dia⁻¹, em função das diferentes alturas do relvado e dos diferentes períodos de amostragem

Altura média do relvado (cm)	Período de amostragem			
	14/01 a 28/01/99	24/2 a 09/03/99	26/03 a 10/04/99	23/04 a 07/05/99
7,7	2,3Ab	4,4Ab	7,5Aa	3,6Ab
12,0	2,7Aa	3,8Aa	3,4Ca	1,7Ba
17,0	2,8Ab	3,7Aab	5,9Ba	2,4ABb
Médias	2,6	4,0	5,6	2,6

Médias na linha, seguidas da mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Médias na coluna, seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Embora o pastejo pesado reduza a taxa de alongamento de folhas e favoreça a taxa de aparecimento foliar (GRANT 1981), isso não ocorreu no presente estudo, ao se comparar essa variável nos diferentes períodos de amostragem. A taxa de alongamento manteve-se constante nos dois primeiros períodos para as três alturas estudadas, sendo observados valores mais altos de TA_F nos piquetes mantidos mais baixos (7,7 cm). Relvado mantido mais baixo (7,7) mostrou variação ao longo das avaliações. Porém, ao se observarem os valores médios da taxa de alongamento foliar (Quadro 9), nota-se tendência de redução na taxa de alongamento de folhas em relvados mantidos a 12,0 cm.

4.2.3. Taxa de senescência de folhas

A taxa de senescência foliar expressa em mm.perfilho⁻¹.dia⁻¹ variou (P<0,05) em função dos períodos de amostragem, contudo, quando expressa em mg.perfilho⁻¹.dia⁻¹, apresentou-se constante ao longo dos períodos de amostragem (Quadro 10). Os valores extremos de 4,3 e 1,2 mm.perfilho⁻¹.dia⁻¹ observados no período de 14 a 28/01/99 e 23/04 a 07/05/99 são aparentemente inesperados, paradoxais. Entretanto, também aqui é possível atribuir esse comportamento ao

veranico ocorrido em janeiro, típico da região de Viçosa, como a principal causa da alta senescência observada.

Por outro lado, certo grau de queima de folhas foi observado em função da aplicação do fertilizante, ocorrida em 12/01/99, antecedendo a marcação dos perfilhos para a avaliação de sua morfogênese.

Apesar de não se ter verificada diferença ($P>0,05$) na taxa de senescência, em função da altura do relvado, os valores médios de 2,0; 3,0; e 3,8 mm.perfilho⁻¹.dia⁻¹ e 0,8; 1,1; e 1,3 mg.perfilho⁻¹.dia⁻¹, para as respectivas alturas de 7,7; 12,0; e 17 cm, mostraram tendência de variação no mesmo sentido com a altura. Assim, os resultados confirmam aqueles de GRANT et al. (1981) e BIRCHAM e RODGSON (1983). Contrariamente, PINTO et al. (1999) verificaram valores decrescentes na taxa de senescência com a altura do relvado em *Cynodon* spp.

Quadro 10 - Taxas de senescência foliar de *B. decumbens* cv. Basilisk, em função dos períodos de amostragens

Períodos de amostragem	Senescência	
	mm/perfilho.dia ⁻¹	mg/perfilho.dia ⁻¹
14/01 a 28/01/99	4,3a	1,6a
24/02 a 09/03/99	2,6ab	1,0a
26/03 a 10/04/99	3,6ab	1,3a
23/04 a 07/05/99	1,2b	0,5a
Média	2,9	1,1

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

CAVALCANTE (2001), em estudo realizado com *Brachiaria decumbens*, verificou efeito da interação altura média do relvado X período de amostragem, obtendo valores médios de 3,2; 3,5; 6,7; e 5,2 mm.perfilho⁻¹.dia⁻¹ para as respectivas alturas de 11,5; 12,7; 18,5; e 21,6 cm, respectivamente, no período de 10/01/00 a 23/07/00. Também foi observada forte tendência da taxa de senescência variar, em função das condições de meio, isto é, períodos de amostragem, conforme GOMIDE et al. (1997).

4.3. Acúmulo de forragem

O estudo das taxas de crescimento e de senescência caracterizam o fluxo de biomassa no relvado, e o balanço entre estes dois processos resulta no acúmulo líquido de forragem, variável de primordial importância, pois reflete a quantidade de forragem verde acumulada em determinado período e suas variações de acordo com a pressão de pastejo e estação do ano.

4.3.1. Taxas de crescimento e de senescência e acúmulo líquido de forragem

A taxa de crescimento do relvado variou ($P < 0,05$) conforme os períodos de amostragem (Quadro 11), valores mais altos foram observados nos períodos intermediários. A ocorrência de veranico em janeiro (Figura 1) seria a explicação mais provável para a baixa taxa de crescimento observada no período de 14 a 28/01/99. Sem dúvida, a falta de chuva, aliada às baixas temperaturas prevalentes no período de 23/04 a 07/05/99, também explica a baixa taxa de crescimento neste período.

Também, a taxa de senescência foi influenciada pelos períodos de amostragem ($P < 0,05$), em decorrência do baixo valor registrado no período compreendido entre 23/04 e 07/05/99 (Quadro 11). A constatação de mais baixa senescência neste período de ausência de chuvas é surpreendente, a menos que possa ser atribuída às mais baixas temperaturas do período. Estes resultados estão em concordância com os de HODGSON (1990), o qual relata que, quanto maior a biomassa e o IAF, maior a taxa de senescência e, conseqüentemente, maiores as perdas de forragem.

O acúmulo líquido de forragem aumentou do primeiro para o segundo e terceiro períodos de amostragem, mas reduziu no quarto período. As causas determinantes deste padrão de variação seriam principalmente aquelas associadas com as variações da taxa de crescimento: chuva, temperatura e disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio.

Quadro 11 - Taxas de crescimento, de senescência e acúmulo líquido de forragem em *B. decumbens* cv. Basilisk, em função dos períodos de amostragem

Períodos de amostragem	kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹ de MSV		
	Crescimento	Senescência	Acúmulo líquido
14/01 a 28/01/99	46,1b	28,9ab	17,2b
24/02 a 09/03/99	88,5b	20,6ab	67,9a
26/03 a 10/04/99	129,8a	32,5a	97,3a
23/04 a 07/05/99	41,2b	11,4b	29,8b
Média	76,4	27,3	53,1

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Apesar de ter sido observada tendência dos valores médios de 35,2; 51,2; e 72,7 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ de MSV para as alturas de 7,7; 12,0; e 17,0 cm, respectivamente, não foi detectada diferença (P>0,05) na taxa de acúmulo líquido de forragem, em função das alturas estudadas. Visto que BIRCHAM e RODGSON (1983) relataram curva positiva e assintótica da taxa de acúmulo líquido de forragem em relvado de azevém, em resposta à variação na altura do relvado de 1,0 a 9,0 cm, pode-se inferir que a máxima taxa de acúmulo líquido de forragem em *B. decumbens* ocorre sob condições de relvado acima de 17,0 cm. Estes resultados são consistentes com os de GRANT et al. (1981), que não observaram variação no acúmulo líquido de forragem em azevém perene, com aumento na pressão de pastejo. Entretanto, PINTO et al. (1999) encontraram variação do acúmulo líquido de forragem, em função da altura, sendo o maior acúmulo observado para a altura de 15,0 cm para o capim-tifton 85.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa para avaliar o fluxo de biomassa e o acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, mantido a três alturas sob pastejo em lotação contínua e variável. As alturas estudadas foram de 7,7; 12,0; e 17,0 cm, distribuídas por seis piquetes, segundo delineamento inteiramente casualizado com duas repetições. Durante o período experimental, foram feitas três adubações em cobertura, cada uma delas consistindo na aplicação de 200 kg/ha de sulfato de amônia, 150 kg/ha de super fosfato simples e 60 kg/ha de cloreto de potássio, em outubro 1998, dezembro de 1998 e janeiro de 1999. As variáveis estudadas foram: disponibilidade de biomassa, relação folha/colmo, índice de área foliar (IAF), interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), população de perfilhos e taxas de aparecimento (TA_pF), de alongamento (TA_lF) e de senescência (TSF) de folhas e de acúmulo líquido de forragem (ALF). Em cinco datas: 22/01/99, 11/02/99, 08/03/99, 30/03/99 e 20/04/99, foram colhidas amostras e/ou feitas leituras referentes às características estruturais, enquanto as características morfogênicas foram estudadas em quatro períodos: 14/01 a 28/01/99, 24/02 a 09/03/99, 26/03 a 10/04/99 e 23/04 a 07/05/99. A análise estatística dos dados foi feita segundo delineamento de casualização completa com medidas repetidas no tempo.

Para as condições do presente experimento, a variação da altura do relvado entre 7,7 e 17,0 cm não resultou em substanciais alterações das

características estruturais e morfogênicas de relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. As estimativas para o período de final de abril a início de maio refletiram o efeito negativo das condições desfavoráveis de meio sobre a disponibilidade de biomassa, relação folha/colmo, população de perfilhos, IAF, taxas de alongamento e de senescência de folhas e o acúmulo de forragem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.A.; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, O.E.L. et al. Oferta de forragem de capim elefante anão "Mott" e o rendimento animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1288-1295, 2000.
- BANDINELLI, D.G.; ROCHA, M.G.; QUADROS, F.L.F. et al. Taxa de alongamento foliar, intensidade e frequência de pastejo de milheto (*Pennisetum americanum*) submetido a diferentes ofertas de forragem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD ROOM).
- BARTHAM, G.T.; GRANT, S.A. Defoliation of ryegrass dominated swards by sheep. **Grass and Forage Science**, v.39, n.3, p.211-219, 1984.
- BINNIE, R.C.; CHESTNUTT, D.M.B. Effect of continuous stocking by sheep at four sward heights on herbage mass, herbage quality and tissue turnover on grass/clover and N- fertilized grass swards. **Grass and Forage Science**, v.49, n.2, p.192-202, 1994.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed sward under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.323-331, 1983.
- BROUGHAM, R.M. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.7, p.377-387, 1956.
- BROUGHAM, R.M. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.9, p.39-52, 1957.

- BROUGHAM, R.W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.9, p.39-52, 1958.
- BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstract**, v.38, n.1, p.1-9, 1968.
- CARNEVALLI, R.A.; SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agronômicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1. **Scientia Agrícola**, v.56, n.2, p.489-499, 1999.
- CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Tiller dynamics in grazed swards of *Cynodon* spp. In: MORAES, A. et al. (eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p.344-348.
- CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: JOBIM, P.C.; SANTOS, G.T.; CECATO, U. (Eds.) SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1., 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.25-52.
- 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: MATTOS, W.R.S. (Ed.) **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queirzo", 2001. 927p.
- CAVALCANTE, M.A.B. **Características mosfogênicas, estruturais e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, em diferentes alturas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Australia. **Proceedings...** S.I.]: International Grassland Association, 1993. p.95-104.
- COELHO, E.M., HERLING, V.R., GOMES, M.A. et al. Dinâmica de perfilhamento do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq., cv. Mombaça) submetido a diferentes ofertas de forragem e períodos de ocupação. In: "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", INTERNATIONAL SIMPOSIUM, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p.310-313.

- COLLINS, R.P.; JONES, M.B. The effects of temperature on leaf growth in *Cyperus longus*, a temperate C4 species. **Annals of Botany**, v.61, n.3, p.355-362, 1988.
- CORSI, M.; NASCIMENTO Jr., D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1986. p.11-37.
- CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.; SANTOS, P.M. et al. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1994. p.249-266.
- COSTA, N.L.; TOWNSEND, C.R., MAGALHÃES, J.A. et al. Avaliação agronômica sob pastejo de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD ROM).
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A. et al. (Eds.) **Sward measurement hand book**. 2.ed. 1993. p.183-215.
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agriculture Science**, v.82, n.1, p.165-172, 1974.
- EUCLIDES, V.P.B.; THIAGO, L.R.L.S.; MACEDO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1177-1185, 1999.
- FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1141-1150, 1999a.
- FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Intensidades de pastejo e a composição morfológica de pastos de *Cynodon* spp. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.897-908, 1999b.
- FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Light interception and herbage accumulation in Tifton-85 swards grazed by sheep under continuous stocking. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999c. p.339-343.

- FERRAGINE, M.D.C.; MONTEIRO F.A.; SILVA, S.C. Leaf appearance rate in *Brachiaria decumbens* grown in nitrogen and potassium rates. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001. **Proceeding...** [S.I.]: International Grassland Association, 2001. p.69-70. (Session 1)
- GOMIDE C.A.M.; GOMIDE J.A.; QUEIROZ D.S. et al. Fluxo de tecidos em *Brachiaria decumbens*. In. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.117-119.
- GOMIDE J.A.; GOMIDE C.A.M. Fundamentos e estratégias do manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.179-200.
- GOMIDE C.A.M.; GOMIDE J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.
- GOMIDE J.A., GOMIDE C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.) **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 2001. 927p.
- GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**, v.36, n.3, p.155-168, 1981.
- GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L. et al. Sward management, lamina turnover and tiller population density in continuously stocked *Lolium perenne* dominated swards. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.333-343, 1983.
- GRANT, S.A.; MARRIOTT, C.A. Detailed studies of grazed swards – techniques and conclusions. **Journal of Agriculture Science**, v.122, n.1, p.1-6, 1994.
- HODGSON, J. The influence of grazing pressure and stocking rate on herbage intake and animal performance. In: HODGSON, J.; JACKSON, R.K. (Eds.). **Pasture utilization by the grazing animal**. Occasional Symposium, n.8, p.93-103, 1981.
- HODGSON, J., BIRCHAM, J.S., GRANT, S.A., KING, J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: WRIGHT, C.E. (Ed.) **Plant physiology and herbage production**. Occasional symposium nº 13. Proceedings British Grassland Society, 1981. p.51-62.
- 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.63-67.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Harlow:

- Longman Scientific Technical, 1990. 203p.
- HORST, G.L.; NELSON, C.J.; ASAY, K.H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.18, n.5, p.715-719, 1978.
- JONES, R.J.; NELSON, C.J.; SLEPER, D.A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Science**, v.19, n.5, p.631-634, 1979.
- KING, J.; SIM, E.M.; BARTHAM, G.T. et al. Photosynthetic potential of ryegrass pastures when released from continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.43, n.1, p.41-48, 1988.
- LAMBERS, H. Does variation in photosynthetic rate explain variation in growth rate and yield Netherlands. **Journal of Agricultural Science**, v.35, n.4, p.505-519, 1987.
- LANGER, R.H.M. **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1972. 60p. (Studies in Biology, 34).
- LAWLOR, D.W. Photosynthesis, productivity and environment. **Journal of Experimental Botany**, v.46 (especial issue), p.1449-1461, 1995.
- LEAFE, E.L.; PARSONS, A.J. Physiology of growth of a grazed sward. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981, Kentucky. **Proceedings...** Kentucky: 1981. p.403-406.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D.F. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Oxon: CAB International, 1996. p.3-36.
- LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: Tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.117-144.
- LUDLOW, M.M.; Ng, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.42, n.2, p.263-272, 1977.
- MAZZANTI, A.; LEMAIER, G.; GASTAL, F. The effect nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1 – Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, v.49, n.2, p.111-120, 1994.

- 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**, v.49, n.3, p.352-359, 1994.
- MOTT, G.O.; POPENOE, H.L. Grasslands. In: ALVIM, P.T.; KOZLOWISKI, T.T. (Eds.) **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p.157-186.
- MOTT, G.O. Measuring forage quality and quantity in grazing trials. In: SOUTHERN PASTURE AND FORAGE CROP IMPROVEMENT CONFERENCE, 37., 1980. **Proceedings...** 1980. p.3-9.
- MOTT, G.O. Relationship of available forage and animal performance in tropical grazing systems. In: System leading US agriculture into the future. In: FORAGE GRASSLAND CONFERENCE, 1984. **Proceedings...** 1984. p.373-377.
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.) **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 2001. 927p.
- NELSON, C.J.; ASSAY, K.H.; SLEPER, D.A. Mechanism of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.17, n.3, p.444-452, 1977.
- NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: WRIGHT, C.E. (Eds.) **Plant Physiology and Herbage Production**. Occasional symposium nº 13. Proceedings. British Grassland Society, p.25-29, 1981.
- NELSON, C.J.; SLEPER, D.A. Using leaf area expansion rate to improve yield of tall fescue. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981, Lexington. **Proceedings...** Lexington, Kentucky, 1981. p.413-416.
- OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; MARTINEZ Y HUAMAN, C.A. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-bermuda ‘Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.6, p.1939-1948, 2000.
- PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLETT, B. et al. STILES, W. The physiology of grass production under grazing. 1 – Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v.20, n.1, p.117-126, 1983a.

- PARSONS, A.J., LEAFE, E.L., COLLETT, B., PENNING, P. D., LEWIS, J. The physiology of production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v.20, n.1, p.127-139, 1983b.
- PARSONS, A.J.; COLLETT, B.; LEWIS, J. Changes in the structure and physiology of a perennial ryegrass sward when released from a continuous stocking management: implications for use of exclusion cage in continuously stocked swards. **Grass and Forage Science**, v.39, n.1, p.1-9, 1984.
- PEARSE, P.J.; WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **Journal of Agriculture Science**, v.103, n.2, p.405-413, 1984.
- PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. et al. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais cultivadas em vasos sob duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.327-332, 1994.
- PINTO, L.F.M.; SILVA, S.C.; BARIONI, L.G. et al. Hebage acumulation dynamics in grazed of *Cynodon spp.* In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p.353-357.
- RICHARDS, J.H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1993. **Proceedings...** 1993. p.85-94.
- ROBSON, M.J. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. 1 – Leaf growth and dry matter weight change as related to the ceiling yield of a seedling sward. **Annals of Botany**, v.37, n.151, p.487-500, 1973.
- ROBSON, M.J. Potential production – What it is and can we increase it? In: WRIGHT, C.E. (Ed.) **Plant physiology and herbage production.** Occasional symposium nº 13. Proceedings British Grassland Society, 1981. p.5-17.
- SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C.; MATTHEW, C. et al. Tiller size/density compensation in grazed swards of *Cynodon spp.* In: MORAES et al. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, Curitiba, 1999. p.348-352.
- SILSBURY, J.H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grassland**, v.4, n.1, p.17-36, 1970.

- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Estimation of potential tiller production and site usage during tall fescue canopy development. **Annals of Botany**, v.70, n.6, p.493-499, 1992.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Role of leaf appearance rate and coleoptile tiller in regulating tiller production. **Crop Science**, v.34, n.1, p.71-75, 1994.
- STUTH, J.W. Foraging behaviour. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Eds.) **Grazing management: an ecological perspective**. Oregon: Timber Press, 1991. p.65-84.
- THOMAS, H. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in *Lolium temulentum* seedlings. **Annals of Botany**, v.51, n.3, p.363-371, 1983.
- VAN ESBROECK, G.A.; KING, J.R.; BARON, V.S. Effects of temperature and photoperiod on the extension growth of six temperate grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, Nice. **Proceedings...** Nice: 1989. p.459-460.
- Van LOO, E.N. Tillering, leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials. **Annals of Botany**, v.70, n.6, p.511-518, 1992.
- VEIGA, J.B.; MOTT, G.O.; RODRIGUES, L.R.A. et al. Capim-elefante anão sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.929-936, 1985.
- VINE, D.A. Sward structure change within a perennial ryegrass sward. Leaf appearance and death. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.231-242, 1983.
- WARDLAW, I.F. The effect of water stress on translocation in relation to photosynthesis and growth. II. Effect during leaf development in *Lolium temulentum* L. **Australian Journal of Biology Science**, v.22, n.1, p.1-16, 1969.
- WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.1-3, 1995.
- WILMAN, D.; PEARSE, P.J. Effect of applied nitrogen on grass yield, nitrogen content, tillers and leaves in field swards. **Journal of Agriculture Science**, v.103, n.1, p.201-209, 1984.
- WILMAN, D.; SHERESTHA, S.K. Some effects of canopy height on perennial ryegrass and white clover in a field sward. **Journal of Agriculture Science**, v.105, n.1, p.79-84, 1985.
- WILLIAMS, K. The physiological and morphological effects of grazing on grasses. **Monograph table of contents**, 1996. 7p.

- WILSON, G.L., LUDLOW, M.M. Net photosynthetic rates of tropical grass and legume leaves. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1970. **Proceedings...** 1970. p.534-538.
- WILSON, R.E.; LAIDLAW, A.S. The role of sheath-tube in the development of expanding leaves in perennial ryegrass. **Annals of Applied Biology**, v.106, n.2, p.385-391, 1985.
- ZARROUGH, K.M.; NELSON, C.J. Regrowth of genotypes of tall fescue differing in yield per tiller. **Crop Science**, v.20, n.4, p.540-544, 1980.
- ZARROUGH, K.M.; WILSON, C.J.; SLEPER, D.A. Interrelationships between rates of leaf appearance and tillering in selected tall fescue population. **Crop Science**, v.24, n.3, p.565-568, 1984.
- 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...** Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1988. p.141-183.