

MARIA ANDRÉA BORGES CAVALCANTE

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS, ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE
FORRAGEM EM RELVADO DE *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk SOB
PASTEJO, EM 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
2001

MARIA ANDRÉA BORGES CAVALCANTE

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS, ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE
FORRAGEM EM RELVADO DE *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk SOB
PASTEJO, EM 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: 26 de março de 2001.

Prof. José Alberto Gomide
(Conselheiro)

Prof. Rasmô Garcia
(Conselheiro)

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca

Prof. Hernan Maldonado

Prof. Odilon Gomes Pereira
(Orientador)

*Aos meus avós maternos, Manoel Paulino Borges e
Maria Francisca Borges.*

*Aos meus pais, Francisco Irismar Cavalcante e
Francisca Borges Cavalcante.*

*Aos meus irmãos, Reinaldo, Shirley, Livia, Lavousyeur,
Hooseweelt, Fernanda e Daniele.*

Ao meu namorado, Dagoberto Saunders de Oliveira.

AGRADECIMENTO

A Deus pela vida, saúde e perseverança.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do Programa de Pós-Graduação.

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

Ao professor Odilon Gomes Pereira, pela orientação e amizade.

Ao professor José Alberto Gomide, pelo apoio dado na realização deste trabalho.

Aos professores Rasmão Garcia, Dilermano Miranda da Fonseca e Hernan Maldonado, pelas sugestões e informações necessárias à correção deste trabalho.

Ao Luís Cláudio Grasselli, pela amizade e pela imprescindível ajuda durante a execução do trabalho.

Aos colegas Alex, Anderson, Carlos Augusto, Domingos Paciullo, Emerson, Jorge, Josué, Luciano Melo, Marco Antônio, Magno e Rafael.

Aos estagiários Ana Paula e Rafael.

Aos amigos Cândida, Clara, Diolino, Evaldo, Leopoldo, Liv e Salmito pela convivência.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

MARIA ANDRÉA BORGES CAVALCANTE, filha de Francisco Irismar Cavalcante e Francisca Borges Cavalcante, nasceu em 5 de dezembro de 1976, em Inhamuns, Tauá, Ceará.

Em março de 1999, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, Ceará.

Em abril de 1999, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, na área de Forragicultura e Pastagens.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Crescimento e desfolhação de plantas forrageiras	3
2.2. Características morfogênicas do relvado	5
2.2.1. Taxa de aparecimento foliar.....	6
2.2.2. Taxa de alongamento foliar	8
2.2.3. Taxa de senescência foliar	10
2.3. Características estruturais do relvado.....	11
2.3.1. Número de folhas verdes por perfilho.....	11
2.3.2. Tamanho da folha	12
2.3.3. População de perfilhos	14
2.4. Acúmulo de forragem	19

2.5. Produção de biomassa vegetal.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Características morfogênicas do relvado	27
3.2. Características estruturais e produção de biomassa vegetal do relvado.....	28
	Página
3.3. Acúmulo de forragem	29
3.4. Análises estatísticas	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Características morfogênicas do relvado	32
4.1.1. Taxa de aparecimento foliar (TApF)	32
4.1.2. Taxa de alongamento foliar (TAF).....	35
4.1.3. Taxa de alongamento de colmo (TAF).....	37
4.1.4. Taxa de senescência foliar (TSF).....	39
4.2. Características estruturais do relvado.....	40
4.2.1. População de perfilhos	40
4.2.2. Índice de área foliar (IAF)	41
4.3. Produção de biomassa	42
4.4. Acúmulo de forragem	45
4.4.1. Taxa de crescimento	45
4.4.2. Taxa de senescência (S).....	45
4.4.3. Taxa de crescimento líquido ou taxa de acúmulo de forragem (AF)	48
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

RESUMO

CAVALCANTE, Maria Andréa Borges, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2001. **Características morfogênicas, estruturais e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, em diferentes alturas.** Orientador: Odilon Gomes Pereira. Conselheiros: José Alberto Gomide e Rasmô Garcia.

O ensaio foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, objetivando avaliar as características morfogênicas e estruturais e o acúmulo de forragem em pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk), submetido a quatro alturas de desfolha, manejado sob pastejo em

lotação contínua com novilhos, em esquema *put and take*. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 4 x 4 (quatro alturas do relvado x quatro períodos de avaliação), com duas repetições. As alturas do relvado foram 115, 127, 185 e 216 mm e os períodos de avaliação foram: I – de 10 a 24/01; II – de 29/2 a 17/3; III – de 7 a 22/4 e IV – de 9 a 23/7/00. Durante o período experimental foram efetuadas duas adubações em cobertura com NPK: a primeira no final de dezembro/1999 com 450 kg de sulfato de amônia, 350 kg de superfosfato simples e 150 kg de cloreto de potássio; e a segunda em março/2000, com 400 kg da fórmula 20-5-15, nos 2 ha. As variáveis analisadas foram: taxa de aparecimento de folhas por perfilho (TApF); taxa de alongamento de folhas por perfilho (TAF); taxa de alongamento de colmo por perfilho (TAC); taxa de senescência foliar por perfilho (TSF); população de perfilhos; índice de área foliar (IAF); produção de biomassa de folha, colmo e perfilho; relação folha:colmo da forragem; taxas de crescimento (C) e senescência do relvado (S), e taxa de acúmulo líquido de forragem por hectare (AF). A TApF variou cubicamente com a altura do relvado, nos dois primeiros períodos. Um padrão de resposta semelhante foi constatado para a TAC. As TAF exibiram resposta quadrática à altura do relvado, independentemente do período, estimando-se valor mínimo de 9,19 mm/perfilho.dia para a altura de 156 mm. Verificou-se interação entre altura do relvado e período sobre a TSF, registrando-se maiores valores em relvado com altura de 185 mm, no período IV. A população de perfilhos e o IAF não variaram nem em função das alturas do relvado nem dos períodos. Resultado semelhante foi obtido para biomassa de folha. Já as produções de biomassa vegetal de colmo e perfilho aumentaram com a altura do relvado. A relação folha:colmo decresceu de forma quadrática com a altura do relvado, estimando-se valor mínimo de 0,30 para a altura de 194 mm. A taxa de crescimento do pasto variou em função da altura do relvado nos períodos estudados, apresentando comportamentos semelhantes, ou seja, resposta quadrática, com taxas mínimas estimadas de 50,65 e 31,98 kg MS/ha.dia para os períodos I e II, respectivamente. As taxas de senescência exibiram padrão de variação diferente, em função da altura do relvado, conforme o período, sendo no primeiro período linear e no segundo, cúbica. A taxa de acúmulo de

forragem em função da altura do relvado exibiu resposta quadrática com taxas mínimas de 38,86 e -1,65 kg MS/ha.dia, para as alturas de 141 e 161 mm, respectivamente, nos períodos I e II.

ABSTRACT

CAVALCANTE, Maria Andréa Borges, M.S., Federal University of Viçosa, March 2001. **Morphogenic and structural characteristics and forage accumulation of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sward under different grazing heights.** Adviser: Odilon Gomes Pereira. Committee Members: José Alberto Gomide and Rasmio Garcia.

The research was carried out at Federal University of Viçosa to assess the forage accumulation and structural and morphogenic characteristics of the signal grass (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) sward grazed by steers under grazing of continuous and variable stocking rate to maintain four swards heights. A completely randomized design with two replicates was adopted to study a factorial treatment combinations: four sward heights (100, 150, 200 and 250 mm) and four evaluation periods (I – jan/10 - 24; II – feb/29 to mar/17; III – apr/07 - 22 e IV – jul/09 - 23/00). During the experimental period two NPK fertilizations broadcasted, the first by the end of December/1999 with 450 kg of ammonium sulphate, 350 kg of simple superphosphate and 150 kg of potassium chloride and the second in March/2000, with 400 kg of the formula 20-5-15. The assessed variables were: leaf appearance rate per tiller (LApR); leaf elongation rate per tiller (LER); stem elongation rate per tiller (SER); leaf senescence rate per tiller (LSR); tillers population; leaf area index (IAF); dry matter production of leaf,

stem, and tiller; leaf:stem ratio of the herbage; growth (G), senescence (S) and net accumulation rates (NG) of herbage. The LApR showed a cubic response to sward height in the two first periods. Similar response curve was verified for SER. The LAR also exhibited quadratic response to the sward height, regardless of the period, minimum value of 9.19 mm/tiller.day being observed for the height of 156 mm. The interaction sward height x period on LSR was significant ($P < 0.05$). Larger LSR were verified in sward with 185 mm height, on the period IV. The tillers population and LAI did not vary either with sward height nor in function of the periods. Similar result was obtained for the leaf mass production. Stem and tiller biomass production increased with the sward height. The leaf:stem ratio decreased curvilinearly as sward height increased. The herbage growth rate varied in function of the sward height in the studied periods, presenting similar behaviors, that is to say, quadratic response, with minimum rates of 50.65 e 31.98 kg DM/ha.day for the I and II periods, respectively. Senescence rate varied with sward height, linearly the first period and cubically in the second period. The rate of herbage accumulation exhibited quadratic response to sward height with minimum rates of 38.86 e – 1.65 kg DM/ha.day.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as pastagens naturais, juntamente com as cultivadas, constituem o principal recurso forrageiro para a alimentação dos rebanhos, sendo a forma determinante da biomassa consumida pelos animais e, conseqüentemente, da produção de carne e leite.

Na maioria das vezes, as gramíneas forrageiras são o principal constituinte das pastagens. Estas têm como unidade primária de crescimento o colmo individual ou perfilho, de modo que um relvado pode ser considerado uma população de perfilhos. As taxas de aparecimento e morte de folhas e perfilhos determinam a produção e a persistência do pasto e, nos consorciados, a contribuição de gramíneas na composição botânica (KORTE et al., 1985).

Entre as espécies de gramíneas mais cultivadas no Brasil destacam-se as do gênero *Brachiaria*. As braquiárias, embora originárias da África Tropical, vêm ocupando as áreas de pastagens nativas e representam aproximadamente 80% do total das forrageiras tropicais cultivadas, sendo utilizadas na cria, recria e engorda de animais (ZIMMER e CORRÊA, 1993).

O capim-braquiária (*B. decumbens*) constitui a maior área em monocultivo nos trópicos. É uma gramínea perene, herbácea, vigorosa, decumbente, que apresenta notável adaptação aos solos ácidos e pouco férteis dos cerrados, proporcionando produções adequadas de forragem. Essa espécie ocupa totalmente o terreno graças à sua capacidade de se

alastrar pela área, devido à ampla produção de sementes, formando uma densa vegetação de 60-70 cm de altura (PUPO, 1979).

Considerando a importância da referida espécie e o fato de a maior parte da dieta de animais em pastejo ser constituída por lâmina foliar, para se maximizar a eficiência de utilização da forragem produzida, faz-se necessário conhecer a altura do relvado em que a taxa de acúmulo de forragem se estabiliza, de modo que se possa estabelecer um manejo capaz de resultar em eficiente colheita de forragem, em que o acúmulo de material velho seja minimizado e a emissão constante de novos perfilhos na planta seja favorecido.

Assim, conduziu-se um ensaio com o objetivo de estudar as características morfogênicas e estruturais, bem como o acúmulo de forragem em relvado de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk), submetido a quatro alturas de desfolha, manejado sob pastejo em lotação contínua com novilhos, adotando-se o esquema de lotação variável.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Crescimento e desfolhação de plantas forrageiras

O crescimento da planta consiste de formação e desenvolvimento de diferentes órgãos, em diversos estádios ontogênicos: embriônico, em expansão, maduro, senescente e em decomposição (SILSBURY, 1970). O autor propôs ainda os seguintes estádios de crescimento de folha de uma gramínea: iniciação, pré-aparecimento, pós-aparecimento, maturidade e senescência.

Para HUNT (1965), a produção de folhas em gramíneas caracteriza-se pelo aparecimento de uma folha acima da bainha da folha mais nova do perfilho, após vários dias de crescimento ativo; a visível folha continua a se expandir com o tempo e a lâmina alcança o tamanho máximo quando a lígula é exposta. Entretanto, antes de a completa expansão da nova folha ser atingida, provavelmente uma ou duas novas folhas já devem ter aparecido. Após um período, a folha torna-se senescente, perdendo sua cor verde e algumas substâncias que podem ser repassadas para as outras partes da planta, e finalmente morre.

As gramíneas produzem folhas a partir do meristema apical, inicialmente localizado próximo ao nível do solo. O fitômero, unidade básica do crescimento das gramíneas, consiste de folha, bainha, nó, entrenó, gema axilar (BRISKE, 1991; WILLIAMS, 1996) e raiz adventícia (SILSBURY, 1970;

WILLIAMS, 1996), os quais formam unidades morfológicas modulares, perfilhos, capazes de auto-reproduzir-se (GRANT e MARRIOTT, 1994). Porém, o padrão de desenvolvimento varia entre espécies, e os seguintes fatores devem ser considerados: i) a fenologia (mudança do estágio vegetativo para o reprodutivo) e a estacionalidade de taxas de fluxo de tecidos; ii) o padrão de crescimento e senescência; iii) a contribuição da fixação atual de carbono e energia reciclada para o crescimento foliar; iv) a mobilidade (quando de hábito estolonífero); e v) as respostas das características anteriores a fatores edáficos e climáticos (GRANT e MARRIOTT, 1994). Vale ressaltar que o pastejo pode também afetar o desenvolvimento de forma direta, por meio da desfolhação, do pisoteio e do retorno das excreções, e indireta, por mudanças na estrutura do dossel e formação de microambientes no relvado (LANGER, 1972; GRANT e MARRIOTT, 1994).

Sob pastejo, as plantas sofrem desfolhas sucessivas, cuja frequência e intensidade dependem principalmente do sistema e da pressão de pastejo. Em nível de plantas individuais, dois tipos de respostas à desfolha podem ser distinguidos: uma fisiológica, decorrente da redução no suprimento de carbono para a planta, devido à perda de parte dos tecidos fotossintetizantes; e uma morfológica, resultando em mudanças na alocação de carbono entre os diferentes órgãos de crescimento da planta (folhas, perfilhos e raízes), o que confere à planta tolerância às desfolhações (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; LEMAIER, 1997). Para LANGER (1972), as gramíneas forrageiras, antes do florescimento, são consideradas extremamente bem adaptadas à desfolha, seja por meio de corte ou pastejo, devido à contínua formação de folhas.

BROUGHAM (1956), estudando um relvado misto de azevém perene (*Lolium perenne*), trevo-branco (*Trifolium repens* L.) e trevo-vermelho (*T. pratense* L.), submetido a três intensidades de desfolha (2,5, 7,6 e 12,6 cm) concluiu que a eficiência foliar (incremento de matéria seca por unidade de área foliar) nos estádios iniciais de rebrota foi inversamente proporcional à intensidade de desfolha.

No desenvolvimento inicial de um perfilho vegetativo, ocorre a presença de quatro tipos de folhas distintas: folhas completamente

expandidas ou adultas, cujas bainhas formam o pseudocolmo; folhas emergentes, cujos ápices são visíveis acima do pseudocolmo; folhas em expansão, completamente contidas no interior do pseudocolmo; e folhas mortas (PARSONS et al., 1984, 1988; PARSONS e PENNING, 1988).

O pastejo, além de reduzir a área foliar total do dossel, altera a estrutura das folhas do dossel e, conseqüentemente, a capacidade fotossintética das plantas (BRISKE, 1991).

Segundo TALLOWIN (1981), o sistema de pastejo em lotação contínua, em alta ou baixa taxa de lotação, promove a formação de um amplo espectro de classes de perfilhos. PARSONS et al. (1988) relataram que o aumento na intensidade de pastejo favorece a proporção de folhas jovens no relvado.

PARSONS et al. (1988), comparando a estrutura da folhagem de dosséis de azevém perene sob pastejo em lotação contínua e rotativo, em diferentes IAF, observaram que a proporção de folhas jovens aumentou durante a rebrota após o pastejo rotativo severo, o que tornou o potencial fotossintético desse dossel superior ao do pastejado continuamente. Porém, relvados com IAF alto mostraram potencial fotossintético semelhante nos dois sistemas de pastejo.

De acordo com KORTE et al. (1985), a contribuição para a produção de foragem de perfilhos de diferentes idades depende de seu peso e número. Os autores afirmam ainda que o intervalo de tempo necessário para que novos perfilhos alcancem os pesos dos perfilhos mais velhos, já estabelecidos, depende do número de folhas por perfilho, do tamanho da folha e da taxa de aparecimento foliar. Para ROBSON (1973), o peso de matéria seca de perfilhos aumenta inicialmente de forma exponencial, em seguida passa por uma fase de aumento linear, atinge o rendimento máximo, e por último, declina.

2.2. Características morfogênicas do relvado

A morfogênese, a dinâmica de geração e expansão de formas da planta no espaço e no tempo, é expressa em termos de taxa de aparecimento, expansão e senescência de seus órgãos. O aparecimento e a

expansão de folhas promovem a restauração da área foliar do relvado sob pastejo, garantindo sua produtividade. Estes processos são coordenados pela atividade meristemática da planta, que é determinada por fatores genéticos e influenciada por fatores externos, como temperatura, luminosidade, nutrientes, umidade, entre outros (LEMAIRE, 1997).

2.2.1. Taxa de aparecimento foliar

A taxa de aparecimento de folhas varia entre e dentro de espécies (LANGER, 1972; BEATY e ENGEL, 1980). Em ambiente uniforme, a taxa de aparecimento de folhas é considerada constante, porém é amplamente influenciada por mudanças estacionais. As flutuações sazonais são causadas não apenas pela temperatura, mas também por mudanças na intensidade luminosa, fotoperíodo e disponibilidade de água e nutrientes no solo (LANGER, 1972).

A taxa de aparecimento de folhas pode ser estimada por meio do plastocrono, auxocrono e filocrono, sendo o último o mais usado (ERICKSON e MICHELINI, 1957). O filocrono é definido como o intervalo de tempo (em horas, dias, ou graus-dia) entre estádios de crescimento similares de folhas sucessivas no mesmo colmo, sendo geneticamente determinado e condicionado por fatores do meio. Este pode ser determinado pelo registro do tempo de aparecimento de folhas sucessivas num colmo. Durante cada filocrono é adicionado ao colmo um fitômero, que é a unidade básica de desenvolvimento e crescimento de gramíneas (WILHELM e McMASTER, 1995).

OLIVEIRA et al. (2000b), avaliando a morfogênese do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota, verificaram a redução na taxa de aparecimento de folhas individuais entre as idades de 14 e 70 dias, correspondente a variações no filocrono de 1,6 a 4,1 dias/folha. GOMDE e GOMIDE (2000), estudando as taxas de aparecimento de folhas de quatro cultivares de *Panicum maximum* durante os crescimentos de estabelecimento e de rebrota, constataram menores taxas de aparecimento foliar no crescimento de rebrota. O aumento do filocrono (dias/folha) com a idade ocorre em razão do aumento do tempo necessário para a folha

percorrer a distância entre o meristema apical e a extremidade do pseudocolmo formado pelas bainhas das folhas mais velhas (SKINNER e NELSON, 1994).

COLLINS e JONES (1988) encontraram relação linear entre a taxa de aparecimento de folhas de *Cyperus longus* e temperatura; assim, para cada aumento de 1°C na temperatura, a taxa de aparecimento cresceu de 0,014. A taxa de aparecimento de folhas de azevém perene foi acelerada com o aumento da temperatura (até 20°C) e do fluxo de energia luminosa (SILSBURY, 1971). Estudos conduzidos por CARNEVALLI e SILVA (1999), com capim-coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), mostraram que a partir de abril as plantas perderam a capacidade de reposição rápida de folhas, por causa da queda de temperatura e umidade. Os autores verificaram ainda que a máxima produção de folhas ocorreu em janeiro e a menor, em julho.

VAN LOO (1992), estudando os potenciais hídricos baixos (-1,3 MPa) e normal (0 MPa) em dois cultivares de azevém perene cultivado em casa de vegetação, usando hidroponia, verificou comprometimento da taxa de aparecimento foliar em ambos os cultivares sob baixo potencial hídrico.

PEARSE e WILMAN (1984), avaliando o efeito do intervalo de cortes e doses de adubação nitrogenada em azevém perene, constataram o favorecimento da produção de primórdios foliares com a aplicação de nitrogênio. DAVIES (1971) verificou que o aparecimento de folhas nesta espécie foi bastante influenciado pela dose de nitrogênio aplicado. Por outro lado, PINTO et al. (1994b) não constataram efeito das doses de nitrogênio (100 e 300 ppm em vaso com capacidade de 5 kg) sobre as taxas de aparecimento de folhas de *Panicum maximum* e *Setaria anceps*, que apresentaram respectivamente, taxas de 0,233 e 0,425 folha/perfilho.dia. A maior taxa de aparecimento foliar verificada para o capim-setária foi acompanhada de maior número de folhas, porém de menor tamanho.

De acordo com PIGATTO et al. (2000), *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud. apresentam intervalos de aparecimento de folhas equivalentes, necessitando de 10 a 13 dias para o surgimento de uma nova folha. Já CORSI et al. (1994), trabalhando com três espécies do gênero *Brachiaria*, encontraram menores taxas de aparecimento de folhas para as espécies *B. decumbens* e *B. brizantha*, com valores médios de 0,146 e

0,181 e 0,149 e 0,190 folha/dia, respectivamente, nas estações primavera e verão. Por outro lado, GRASSELLI et al. (2000), ao considerarem os valores extremos de altura do relvado de *B. decumbens* (70 e 250 mm), obtiveram taxas de aparecimento de folhas bem inferiores às registradas por CORSI et al. (1994), ou seja, taxas de 0,111 e 0,071 folha/perfilho.dia, equivalentes ao intervalo de 9 a 14 dias para o aparecimento de uma nova folha. PARSONS et al. (1983b), avaliando a morfogênese de azevém perene cv. S23, submetido a diferentes pressões de pastejo, encontraram taxa média de aparecimento de folhas de 0,09 folha/dia.perfilho, ou seja, um intervalo de aparecimento de 11 dias.

2.2.2. Taxa de alongamento foliar

A temperatura e a luminosidade influenciam o crescimento de plantas, com ótimos variáveis conforme a espécie. O crescimento de azevém perene é amplamente dependente da temperatura e, em menor proporção, do fluxo de energia luminosa (SILSBURY, 1971). Esses fatores de ambiente influenciam as dimensões da lâmina adulta, sua área e o peso de matéria seca (SILSBURY, 1970). Para BLACK (1957), o crescimento de espécies forrageiras é bastante dependente do ambiente luminoso, porém o autor considera que a quantidade de energia luminosa é mais importante que a qualidade. PEACOCK (1975) considerou que a taxa de expansão foliar de azevém perene foi mais relacionada com a temperatura que com a radiação. Segundo GAUTIER e VARLET-GRANCHER (1996), mudanças na qualidade de luz ocorrem naturalmente no interior do dossel, as quais podem ser responsáveis pela variação nas taxas de alongamento e pelo aparecimento foliares das gramíneas. Os autores, trabalhando com os capins festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.) e azevém perene, verificaram que a redução na luz azul aumentou os comprimentos da bainha e lâmina foliares de ambas espécies.

A disponibilidade de água afeta diretamente a taxa de alongamento foliar, conforme constatado por VAN LOO (1992), que registrou redução na taxa de alongamento foliar dos cultivares Wendy e Condesa de azevém perene de 28,4 para 18,4 mm.dia⁻¹ e de 27,0 para 18,3 mm.dia⁻¹,

respectivamente, quando cultivados em baixo potencial hídrico. WILHELM e NELSON (1978b) verificaram maior taxa de alongamento foliar de capim-festuca no outono ($8,2 \text{ mm.dia}^{-1}$) que no verão ($4,2 \text{ mm.dia}^{-1}$), em decorrência da alta temperatura e do baixo status hídrico. Segundo Humphreys (1981), citado por CORSI et al. (1994), a expansão foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico, pois a planta cessa o alongamento de folhas e raízes muito antes de os processos de fotossíntese e divisão de células serem afetados.

Outro fator que afeta a taxa de alongamento foliar é o nível de nutriente no solo, principalmente o de nitrogênio, como indicam os trabalhos de PEARSE e WILMAN (1984). Os autores, trabalhando com azevém perene, verificaram que a taxa de alongamento foliar aumentou de 4,2 para 12,1 mm/perfilho.dia, em resposta a adição de 132 kg de N/ha. MARRIOTT et al. (1999) avaliaram a dinâmica sazonal do fluxo de tecidos de azevém e trevo-branco e constataram maior taxa de expansão foliar nos relvados adubados com nitrogênio. Contudo, PINTO et al. (1994b) não verificaram diferença na taxa de alongamento foliar em resposta às doses de 100 e 300 ppm de N aplicadas às gramíneas tropicais (*P. maximum* e *S. anceps*), em vasos de 5 kg.

GRANT et al. (1983) verificaram aumento linear na taxa de alongamento de folhas por perfilho, com a altura e massa de forragem, em relvados de azevém perene mantidos em diferentes alturas (2,0, 3,0, 4,5 e 6,0 cm), sob pastejo em lotação contínua e taxa de lotação variável. Tal fato também foi constatado por FAGUNDES et al. (1999b), em pastos de *Cynodon* spp. submetidos a alturas de pastejo de 5, 10, 15 e 20 cm. Por outro lado, GRASSELLI et al. (2000) verificaram que a taxa de alongamento foliar de *B. decumbens* não variou com a altura do relvado, apresentando valor médio de 11,6 mm/perfilho.dia.

BANDINELLI et al. (2000), estudando o efeito de ofertas 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* (L.) Leeke), submetido ao pastejo contínuo com ovinos, observaram diferença significativa entre a maior e a menor ofertas, sendo a taxa de alongamento crescente com a oferta de forragem. Um decréscimo significativo na taxa de

expansão foliar de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, com o aumento da pressão de pastejo, também foi observado por COSTA et al. (2000). Por outro lado, CORSI et al. (1994) argumentam que baixas taxas de alongamento foliar podem ser parcial ou totalmente compensadas por densidades elevadas de perfilhos e área final das folhas. ALEXANDRINO et al. (1999), avaliando o alongamento foliar em *B. brizantha* cv. Marandu, sob duas frequências de cortes (14 e 28 dias), constataram efeito negativo dos cortes sobre a taxa de alongamento de folhas.

2.2.3. Taxa de senescência foliar

As folhas de gramíneas são órgãos de crescimento de vida útil limitada, uma vez que, quando alcançam o seu tamanho final, elas permanecem no perfilho por um certo período, e depois morrem (LANGER, 1972).

O processo de senescência se inicia no ápice da folha, que é a parte mais velha, e se estende para a base (LANGER, 1972), sendo o progressivo amarelecimento e eventualmente escurecimento (marrom) e a desidratação os primeiros sinais visíveis (HODGSON, 1990). Nos estádios iniciais desse processo, parte dos constituintes celulares é mobilizada e redistribuída, mas a maioria é usada na própria respiração do órgão senescente (HODGSON, 1990). Hill (1980), citado por CORSI e NASCIMENTO JR. (1986), relatou que a senescência de folhas ou de perfilhos parece ser mais dependente da síntese do que da destruição de proteínas nos tecidos, sendo a síntese dependente de citocininas. Então, fatores como o sombreamento, o estresse hídrico, os danos no sistema radicular provocados por pragas, doenças ou severidade de pastejo e a insuficiência de nutrientes podem contribuir para acelerar a taxa de senescência.

TRINDADE et al. (1999) relacionaram o tempo de vida das folhas de *Andropogon lateralis* com as condições de ambiente, ou seja, as folhas que se desenvolveram na primavera, sob temperaturas mais elevadas, tiveram menor vida útil que aquelas que se desenvolveram em temperaturas mais amenas. OLIVEIRA et al. (2000b) observaram que a taxa de senescência de

capim-tifton 85 apresentou comportamento sigmoidal e aumentou de 0,24 para 12,24 mm/perfilho.dia com o avanço da idade, dos 14 aos 70 dias.

Outro fator extrínseco à planta que afeta a taxa de senescência foliar é o manejo. PARSONS et al. (1983b), avaliando relvados de azevém perene cv. S23, submetidos a diferentes pressões de pastejo, observaram maior taxa de senescência foliar nos tratamentos sob pastejo leve. GRANT et al. (1983), em estudos com azevém perene mantido nas alturas de 2,0, 3,0, 4,5 e 6,0 cm verificaram resposta linear da taxa de senescência foliar à altura. Comportamento semelhante foi verificado por FAGUNDES et al. (1999b), em pastos de *Cynodon* spp. submetidos às alturas 5, 10, 15 e 20 cm. Por outro lado, PINTO et al. (1999) verificaram que em pastos de capim-tifton 85 a senescência foi inversamente proporcional à altura do relvado.

2.3. Características estruturais do relvado

As características estruturais do relvado (número de folhas por perfilho, tamanho de folhas e população de perfilhos) que contribuem para definição do índice de área foliar (IAF) na pastagem são estimadas pelas taxas de aparecimento e alongamento foliares e pela duração de vida das folhas, sob a ação do ambiente, como luz, temperatura, disponibilidade de nutrientes e água (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

2.3.1. Número de folhas verdes por perfilho

O número de folhas por perfilho, estimado como o produto da duração de vida pela taxa de aparecimento de folhas (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996) é relativamente constante para a maioria das espécies. MATTHEW et al. (1999) citaram que para o azevém perene o número de folhas por perfilho varia entre 2,5 e 3,5. Para as espécies *B. decumbens*, *B. brizantha* e *B. humidicola*, CORSI et al. (1994) encontraram número médio de folhas de 5 a 7. OLIVEIRA et al. (2000b) registraram para o capim-tifton 85 um número máximo de 9,5 folhas vivas por perfilho, dos 28 aos 35 dias.

Apesar de ser característica de cada espécie, o número de folhas verdes por perfilho pode variar em função das condições do meio, como adubação, umidade do solo, entre outros. FERRAGINE et al. (1999) verificaram maior número médio de folhas verdes por perfilho em *Brachiaria decumbens* até 42 dias após o transplante, nos tratamentos com maiores doses de nitrogênio. DAVIES (1971) verificou que o número de folhas por perfilho em azevém perene foi muito influenciado pela dose de nitrogênio aplicada.

2.3.2. Tamanho da folha

O tamanho da folha é determinado pela razão entre taxa de alongamento foliar e taxa de aparecimento de folhas, que é característico de cada genótipo, ou seja, a duração do período de alongamento foliar é uma fração constante do intervalo de aparecimento de folhas. As folhas apresentam tamanhos diferentes ao longo do perfilho, sendo as primeiras menores. Por outro lado, a taxa de crescimento relativo (incremento de matéria seca por unidade de matéria seca) declina de folha em folha (LANGER, 1972).

Os principais fatores externos que influenciam o tamanho da folha são: temperatura, intensidade luminosa e disponibilidade de nutrientes, principalmente de nitrogênio, que aumenta não apenas a área foliar, mas também modifica a sucessão de tamanhos de folhas num perfilho. Assim, DAVIES (1971) observou que, abaixo do nível ótimo do nitrogênio requerido para o crescimento de azevém perene, o peso de matéria seca, a área foliar e o comprimento foliar foram reduzidos. Já WILMAN e PEARSE (1984) verificaram aumento do comprimento das lâminas foliares de azevém perene em resposta à aplicação de nitrogênio.

Com relação à temperatura e luminosidade, em geral, as folhas de azevém tendem a ser maior em condições de baixas temperaturas e de baixa intensidade luminosa (LANGER, 1972).

HORTS et al. (1978) verificaram que a taxa de alongamento foliar nos estádios iniciais de desenvolvimento na rebrota pode ser usada como critério de seleção para o vigor de rebrota e o potencial de rendimento em

festuca. GOMIDE e GOMIDE (2000) constataram que as taxas de alongamento de lâmina foliar de *Panicum maximum* durante o crescimento de estabelecimento foram superiores em que as da rebrota. Além disto, durante o crescimento de estabelecimento, o comprimento da lâmina foliar aumentou com o nível de inserção até a folha 9 ou 10, enquanto na rebrota maiores comprimentos foram observados em níveis de inserção inferiores. OLIVEIRA et al. (2000b) observaram maior comprimento de folhas em capim-tifton 85 nos níveis de inserção intermediária no perfilho (11 a 15), embora maior taxa de alongamento tenha sido observada no nível de inserção 10.

O final do alongamento foliar e, conseqüentemente, o tamanho final da folha são alcançados logo após a exposição da lígula (SILSBURY, 1970; LANGER, 1972).

O tamanho da folha contribui para o índice de área foliar (IAF), que é uma das variáveis do relvado determinantes da eficiência de absorção luminosa, ou seja, determina a proporção de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelo dossel (LEMAIRE, 1997). O ângulo de inserção da lâmina foliar e as propriedades de transmissão luminosa da lâmina são outras variáveis do relvado que determinam a eficiência da interceptação luminosa (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). A taxa fotossintética de um relvado e, conseqüentemente, o crescimento das plantas dependem do IAF (BROUGHAM, 1956; LEMAIER, 1997).

Sob condições favoráveis, o aumento no IAF resulta em elevação da interceptação luminosa, o que leva a uma aceleração na taxa de crescimento (BROWN e BRASER, 1968). WOLEDGE e LEAFE (1976) verificaram aumento inicial da fotossíntese no relvado de azevém com o incremento de área foliar e posterior declínio. JONES (1981) concluiu que a redução do potencial produtivo de azevém perene sob pastejo foi função da queda na fotossíntese, em decorrência de menor área de lâmina foliar para interceptação de radiação.

A área foliar em gramíneas é amplamente determinada pelo comprimento das folhas, que é controlado pela altura de desfolha (MATTHEW et al., 1999). Comparando a fotossíntese bruta de um relvado sob pastejo em lotação contínua com outro em rebrota, verificou-se maior

taxa fotossintética por unidade de IAF nos relvados em rebrota (PARSONS et al., 1983a; KING et al., 1988), devido à maior proporção de folhas recém-expandidas, fotossinteticamente mais eficientes, no topo do dossel (KING et al., 1988).

FAGUNDES et al. (1999a,c) observaram que pastos de *Cynodon* spp. mantidos mais altos apresentaram maiores valores de IAF e interceptação luminosa. Resultados semelhantes foram obtidos por GRASSELLI et al. (2000), que estimaram incremento no índice de área foliar de *B. decumbens* de 0,094 para cada centímetro de altura. A área foliar do relvado mantida à altura de 20 cm foi capaz de interceptar apenas 90,5% da radiação fotossinteticamente ativa. VIÉGAS et al. (1999) constataram que doses de nitrogênio inferiores a 150 kg/ha de N em azevém anual afetaram a área foliar e a eficiência de uso da radiação, o que resultou em menor absorção de radiação fotossinteticamente ativa. PACIULLO et al. (1998) verificaram aumento do IAF e, conseqüentemente, do rendimento forrageiro de capim-elefante cv. Mott, com as doses de nitrogênio, independentemente da altura das plantas por ocasião do corte. Já HUNT (1965) relatou mudança no acúmulo de forragem em razão do processo de senescência, quando o IAF crítico foi alcançado, ou seja, IAF capaz de interceptar 95% da radiação incidente.

2.3.3. População de perfilhos

O processo de perfilhamento nas gramíneas é de grande importância para a produção forrageira e o manejo, uma vez que as taxas de aparecimento, morte e sobrevivência de perfilhos resultam em mudanças na dinâmica da população de perfilhos e produtividade durante o ano. Esse processo é amplamente influenciado pela quantidade de energia luminosa, temperatura, desfolha, fertilização nitrogenada (AUDA et al., 1966), entre outros fatores.

Várias espécies têm seu perfilhamento reduzido quando submetidas a elevadas temperaturas, devido ao esgotamento das reservas de carboidratos associado ao intenso crescimento e, ou, à maior taxa de respiração no escuro (LANGER, 1972; MATTHEW et al., 1999). Já a alta

intensidade luminosa favorece o perfilhamento em muitas espécies (LANGER, 1972). Segundo LEMAIRE e CHAPMAN (1996), o IAF altera a qualidade de luz dentro do dossel, o que pode modificar algumas variáveis morfogênicas, como taxa de alongamento foliar e taxa de perfilhamento e, em consequência, ocorre mudança de características estruturais do relvado, como na densidade e no tamanho de perfilhos. GARAY et al. (1999) constataram aumento na densidade de perfilhos de agosto a novembro, devido ao aumento da insolação com a mudança de estação.

SILSBURY (1971) verificou aumento no número total de perfilhos de azevém perene em temperatura mais elevada (até 20°C) e com maior fluxo de energia luminosa. O perfilhamento de *Dactylis glomerata* também foi favorecido por temperaturas mais elevadas (AUDA et al., 1966). Já BRISKE (1991) relatou que a qualidade da luz controla a expansão de gemas axilares na maioria das espécies de gramíneas, de modo que a remoção parcial do dossel do relvado pelo pastejo aumenta a razão de radiação vermelho:vermelho extremo, favorecendo o perfilhamento.

Os efeitos dos intervalos de cortes e da aplicação de nitrogênio no rendimento forrageiro de azevém perene foram estudados por WILMAN e PEARCE (1984), durante o verão e primavera. Foi observado que com o aumento do intervalo de cortes (de uma para seis semanas), o peso e o número de perfilhos e, conseqüentemente, a produção de matéria seca responderam positivamente à aplicação de nitrogênio. Em resposta à dose de nitrogênio abaixo das exigências da planta, DAVIES (1971) observou redução no número de perfilhos. O estímulo ao perfilhamento e o crescimento de *Dactylis glomerata* com o aumento da aplicação de nitrogênio foram observados por AUDA et al. (1966). Segundo os autores, incrementos adicionais de nitrogênio estimulam a síntese de compostos orgânicos nitrogenados e novos tecidos de rápido crescimento.

CARVALHO et al. (1999), avaliando a dinâmica de perfilhos em relvados de capim-tifton 85, submetidos a diferentes alturas de pastejo (5, 10, 15 e 20 cm), não verificaram diferença na taxa de aparecimento de perfilhos; no entanto, nos relvados mantidos mais baixos (5 e 10 cm) ocorreram maior taxa de senescência de perfilhos e aumento da densidade de 8.389 para 13.520 perfilhos/m². GRANT et al. (1983) verificaram maior

densidade populacional de perfilhos de azevém perene em relvado mantido mais baixo. AUDA et al. (1966) verificaram aumento no perfilhamento de *Dactylis glomerata* nos relvados com maior área foliar remanescente, após a desfolha. Já. GRASSELLI et al. (2000) não verificaram variação na população de perfilhos de *B. decumbens* entre as alturas de 7 a 25 cm, registrando valor médio de 1963 ± 510 perfilhos/m².

Densidade de perfilhos e rendimento por perfilho são dois componentes importantes envolvidos na produção de gramíneas forrageiras. Entretanto, esses componentes são, em geral, correlacionados negativamente (ZARROUGH e NELSON, 1980). SBRISIA et al. (1999) constataram maior densidade de perfilhos nos relvados de capim-tifton 85 mantidos mais baixos (14.305 perfilhos/m²), porém maior peso por perfilho (124 mg/perfilho) foi verificado nos pastos mantidos mais altos, caracterizados por baixa densidade de perfilhos (6.819 perfilhos/ m²). ZARROUGH et al. (1983) estudaram a relação entre densidade de perfilho e rendimento forrageiro de genótipos de *Festuca arundinacea* selecionados para baixo, médio e alto rendimento/perfilho e verificaram que, antes do equilíbrio (faixa de IAF em que o aparecimento de folhas se iguala às perdas por senescência e morte), a densidade de perfilhos foi o principal componente determinante do rendimento forrageiro. Entretanto, uma vez alcançado o equilíbrio, a produção de forragem esteve mais associada ao rendimento/perfilho. Vale salientar ainda que o genótipo de alto rendimento/perfilho foi o único caracterizado por apresentar baixa densidade de perfilhos. O maior potencial de crescimento de perfilhos individuais pode ser atribuído, em parte, à habilidade de os genótipos de alto rendimento/perfilho armazenar maiores quantidades de carboidratos solúveis em água na base do colmo (ZARROUGH et al., 1983, 1984). Já ZARROUGH e NELSON (1980) observaram ser o peso por perfilho o principal componente determinante da biomassa de populações de *Festuca arundinacea*, tendo em vista que o número de perfilhos foi pouco variável.

SILSBURY (1966) encontrou correlação positiva entre número de perfilhos e produção de matéria seca por planta, nos estádios vegetativos de desenvolvimento de *Lolium perenne* e *L. rigidum*. O número de perfilhos por planta dos cultivares Tanzânia, Mombaça, Vencedor e Centenário de

Panicum maximum aumentou até a terceira semana, estabilizando-se posteriormente (GOMIDE e GOMIDE, 2000).

A densidade de perfilhos e o rendimento por perfilho, embora geneticamente determinados, são influenciados por fatores do meio (teor de umidade, nutrientes e outros). NELSON e ZARROUGH (1981) relataram que, em condições de irrigação, o peso do perfilho foi o principal responsável pelo rendimento forrageiro. Com relação à adubação nitrogenada, os autores citaram que na ausência do nitrogênio tanto a densidade de perfilhos como o rendimento por perfilho foram reduzidos. Na presença desse nutriente, houve aumento preferencial na densidade de perfilhos. HERLING et al. (1999) observaram redução da densidade de perfilhos de capim-mombaça e de seu peso médio, em função de decréscimos de temperatura e precipitação.

A desfolha ou sistema de pastejo é outro fator que afeta a densidade de perfilhos. Em geral, o aumento na intensidade ou na frequência de desfolha compromete o rendimento de perfilhos. O pastejo em lotação contínua com alta taxa de lotação resulta em altas densidades de perfilhos durante a primavera e o início do verão, enquanto o pastejo rotativo ocasiona menor densidade de perfilhos (TALLOWIN, 1981). Essa redução na densidade de perfilhos do relvado sob pastejo rotativo decorreria da queda na taxa de aparecimento de folhas durante a rebrota, após a desfolha completa (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). PARSONS et al. (1984) verificaram maior população de perfilhos de tamanho reduzido em relvados caracterizados por baixo IAF e baixa fotossíntese, após vários anos de pastejo em lotação contínua. Já ALEXANDRINO et al. (1999) observaram que o número de perfilhos produzidos nas plantas desfolhadas com maior frequência foi inferior àsquelas desfolhadas menos frequentemente. KING et al. (1988) também verificaram maiores densidades de perfilhos em relvados de azevém perene submetidos à intensidades de pastejo severas. Contudo, GARAY et al. (1999) constataram que a densidade de perfilhos variou inversamente com a altura de desfolha (20, 40, 80, 120 e 160 mm), exceto para a altura de 20 mm.

JONES (1981), comparando o desenvolvimento estrutural de relvados de azevém perene sob pastejo em lotação contínua com relvados

submetidos a cortes infrequentes, verificou maior número de perfilhos no relvado sob pastejo, embora com menor rendimento por perfilho, principalmente durante o período de florescimento do relvado submetido ao corte.

Segundo LEMAIRE (1997), quando um relvado é submetido à desfolha severa, a expansão foliar é responsável pela regeneração da capacidade de absorção de luz e suprimento de carbono, podendo, também, levar a uma redução do tamanho de perfilhos individuais, acompanhado pelo aumento na sua densidade (LEMAIRE, 1997; MATTHEW et al., 1999). Para CORSI e NASCIMENTO JR. (1986), sob desfolha freqüente e severa, as plantas podem apresentar perfilhamento abundante, hábito prostrado de crescimento e elevado ritmo de expansão foliar, o que possibilita maior interceptação de luz após o corte. Entretanto, a desfolha muito severa pode esgotar as reservas de energia da planta, que é suficiente para promover o perfilhamento, e, assim, a densidade de perfilhos também pode ser reduzida (VAN LOO, 1992). Contudo, COELHO et al. (1999) não verificaram efeitos de ofertas de forragem do capim-mombaça (4, 8 e 12% kg de matéria seca verde/100 kg de peso vivo/dia) na dinâmica de aparecimento dos perfilhos.

A taxa de alongamento foliar correlaciona-se positivamente com o rendimento por perfilho (NELSON et al., 1977) e o rendimento forrageiro (HORST et al., 1978; ZARROUGH et al., 1984), mas negativamente com o número de perfilhos por planta (JONES et al., 1979; PINTO et al., 1994a). GRANT et al. (1983), observando a correlação positiva entre a taxa de expansão de folhas de perfilhos vegetativos e o tamanho do perfilho, concluíram que no caso de perfilhos vegetativos a precisão das estimativas das taxas de expansão de folhas pode ser aumentada pelo uso de variáveis de tamanho do perfilho (comprimento do pseudocolmo e folha verde total, largura da folha) como covariáveis. Nesse contexto, ALEXANDRINO et al. (1999) mencionaram que o tamanho médio de perfilho parece ser mais indicado que as taxas de aparecimento foliar e alongamento foliar para descrição da espécie forrageira em condição vegetativa, pois ele engloba tanto o alongamento foliar total como o aparecimento foliar.

A evolução da área foliar de uma planta ou relvado é resultado da combinação da dinâmica de perfilhos e do aparecimento, da expansão e da

senescência de folhas. Por sua vez, a dinâmica de perfilhos é determinada por três processos: 1) formação de gemas na axila da folha; 2) desenvolvimento e crescimento das gemas axilares; e 3) senescência de perfilhos (VAN LOO, 1992). Assim, o perfilhamento depende principalmente da taxa de aparecimento de folhas, que determina a taxa de formação de gemas axilares, ou seja, gemas potenciais para produzir perfilhos, e do *site filling* ou *site usage*, que representa o percentual de perfilhos realmente produzidos a partir de gemas da axila foliar (LANGER, 1972; DAVIES, 1974; ZARROUGH et al., 1984).

SKINNER e NELSON (1992) avaliaram a relação entre o número potencial e o número real de perfilhos em plantas de *Festuca arundinacea*, selecionadas para baixa taxa de alongamento foliar, baixo peso de matéria seca por perfilho e alta densidade de perfilhos. Quando o dossel estava relativamente aberto, a relação foi alta (aproximadamente 90%) e o perfilhamento foi regulado praticamente pela taxa de aparecimento foliar, talvez em resposta a mudanças na qualidade de luz. Porém, em condição de dossel fechado, houve redução na taxa de produção de perfilhos em termos de tempo e em relação ao aparecimento foliar, o que levou a uma queda na relação. Tal fato pode ter ocorrido em função da limitação de nutriente, do rápido alongamento do colmo, da iniciação do desenvolvimento reprodutivo e do desenvolvimento de sementes, por ter afetado a disponibilidade de fotossimilados para a iniciação de perfilhos. Assim, VAN LOO (1992) concluiu que os máximos valores de *site filling* são registrados na fase de estabelecimento. SKINNER e NELSON (1994) concluíram que as diferenças no perfilhamento entre as populações selecionadas para baixa e alta taxa de alongamento, após 30 a 35 dias do plantio, foram devido a diferenças no aparecimento foliar, que contribuíram para as diferenças no número potencial de perfilhos.

2.4. Acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem é a diferença entre a taxa de crescimento de tecido vegetal e a taxa de perda de tecidos por senescência, decomposição e remoção pelos animais (HODGSON, 1979, 1985),

correlacionando-se com a radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelo dossel e a eficiência de utilização dessa radiação pelas folhas. Assim, o padrão de uso do carbono pela planta e o processo de senescência são os principais determinantes do acúmulo de forragem e, conseqüentemente, da produção de forragem potencialmente consumida pelo animal em pastejo (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

O potencial de produção de uma planta forrageira é determinado geneticamente, porém para que esse potencial seja alcançado condições adequadas de meio (temperatura, umidade, luminosidade, disponibilidade de nutrientes) e manejo devem estar presentes.

BRERETON (1981), avaliando o potencial de produção de gramíneas, sob pastejo, observou que a mudança do estágio vegetativo para reprodutivo causou redução de 60% nas taxas de crescimento, enquanto as variações na radiação e temperatura reduziram ou aumentaram a produção em no máximo 15%. De acordo com Cooper (1983), citado por FAGUNDES et al. (1999a), o desenvolvimento da inflorescência encerra a emissão de novas folhas nos perfilhos e também pode inibir ou estimular o desenvolvimento de perfilhos a partir de gemas axilares, o que, conseqüentemente, ocasiona a redução no rendimento.

FAGUNDES et al. (1999b), estudando a composição morfológica de cultivares de *Cynodon* spp., observaram aumento nos valores de biomassa de material vivo a partir de outubro, quando as temperaturas começaram a se elevar e os índices pluviométricos a aumentar. MONTEIRO et al. (1999) relataram que a elevação da temperatura, verificada a partir de outubro, favoreceu o aumento na produção de matéria seca de cultivares de alfafa (*Medicago sativa*).

HODGSON (1990) considera que 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.

BINNIE e CHESTNUTT (1994) avaliaram a qualidade da forragem e as taxas de produção e de senescência de forragem sob quatro alturas de relvados (3, 5, 7 e 9 cm) de azevém perene, adubada com nitrogênio ou consorciada com trevo-branco, submetidos ao pastejo em lotação contínua

por ovelhas. A produção de forragem acima do nível do solo aumentou linearmente com a altura do relvado. O teor médio de nitrogênio (N) foi inversamente proporcional à altura e maior no relvado de azevém perene, enquanto o teor de fibra bruta foi diretamente proporcional à altura, porém não houve diferença entre os cultivos. O crescimento total aumentou com a altura, em ambos os tipos de relvados, com taxas máximas de crescimento de 143 e 130 kg MS.ha⁻¹.dia⁻¹ nos relvados de azevém perene e de 88,2 e 85,4 kg MS.ha⁻¹.dia⁻¹ nos relvados mistos. As taxas de senescência variaram entre 13,3 e 50,1 kg. MS.ha⁻¹.dia⁻¹. Por outro lado, PINTO et al. (1999), estudando as alturas (5, 10, 15 e 20 cm) de relvados de capim-tifton 85, verificaram que a condição de 15 cm resultou no crescimento e no acúmulo de forragem máxima, enquanto a senescência foi inversamente proporcional à altura. GARAY et al. (1999) verificaram que a taxa de acúmulo de forragem de azevém perene variou com a altura de desfolha (20, 40, 80, 120 e 160 mm), tendo sido verificadas maiores taxas na altura de 120 mm. Já LAIDLAW et al. (1995) não constataram diferenças significativas no acúmulo de forragem de trevo-branco, submetida a diferentes alturas (5, 7 e 9 cm).

A produção de forragem é menor sob pastejo do que sob corte, devido à maior frequência de desfolhação (BRERETON, 1981). Por outro lado, pastos mantidos mais baixos (desfolhas mais intensas) apresentam menores proporções de material morto (FAGUNDES et al., 1999b), uma vez que áreas submetidas ao pastejo podem apresentar menores valores de senescência de tecidos foliares do que áreas não-pastejadas (CUNHA et al., 2000). GRASSELLI et al. (2000), estudando pastos de *B. decumbens* submetidos a quatro alturas (10, 15, 20 e 25 cm) de pastejo em lotação contínua e taxa variável, estimaram máximo rendimento forrageiro na altura de 22 cm.

Contudo, GRANT et al. (1981), estudando a dinâmica de perfilhos e folhas em relvados de azevém perene durante a rebrota após o pastejo (leve, intermediário ou pesado) ou corte, verificaram que o acúmulo líquido de forragem após quatro semanas de rebrota, embora afetado pela estação, pela intensidade de luz e pelo pré-tratamento, foi similar nos relvados sujeitos aos diferentes tratamentos de pastejo ou corte. Tal fato foi parcialmente explicado pelas mudanças no balanço entre crescimento e senescência por perfilho, quando o peso de forragem aumentou com o

tempo de rebrota, e pelo maior número de perfilhos nos relvados sob pastejo pesado (GRANT et al., 1989).

Mudanças nas condições do relvado necessariamente não resultam em aumento no acúmulo de forragem verde, uma vez que altas taxas de crescimento podem ser neutralizadas por maiores taxas de senescência, ou sob baixas taxas de crescimento o incremento na densidade populacional pode não ser suficiente para compensar a redução na taxa de crescimento (BIRCHAM, 1981).

A influência da altura do relvado na produção total de forragem de azevém perene e trevo-branco foi estudada durante quatro anos, por LAIDLAW et al. (1995). Apesar das diferenças de altura e massa de forragem do relvado, o acúmulo de forragem, de modo geral, não diferiu entre os tratamentos. Igual resultado foi observado em pastagens de *Cynodon* spp. mantidas nas alturas de 5, 10, 15 e 20 cm de altura (FAGUNDES et al., 1999a).

FAGUNDES et al. (1999c), avaliando pastos de capim-tifton 85 em diferentes alturas, submetidos ao pastejo em lotação contínua e taxa de lotação variável, verificaram associação entre o acúmulo de forragem e a variação na luminosidade, na temperatura e nos regimes pluviométricos, bem como o estado fisiológico do relvado (ocorrência de florescimento). Segundo LANGER (1972), o florescimento é determinado pelo fotoperíodo, no entanto, muitas gramíneas temperadas, como *Phleum pratense*, requerem baixas temperaturas antes de responderem ao fotoperíodo adequado. As gramíneas tropicais tendem a ser plantas de dias curtos e a florescer apenas quando o comprimento do dia é menor que o fotoperíodo crítico (LANGER, 1972).

2.5. Produção de biomassa vegetal

As relação lâmina-colmo e a densidade de folhas constituem outras características do relvado importantes nas interações planta-animal, pois influenciam a proporção de tecidos da planta facilmente removidos pelos animais em pastejo (Hodgson, 1977, citado por LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

O valor nutritivo e a taxa de consumo dos animais são fatores determinantes do nível de produção animal. As partes da planta (folha, bainha foliar e colmo) diferem significativamente quanto à digestibilidade e à taxa de consumo (BEATY e ENGEL, 1980). Além disso, o valor nutritivo de forrageiras geralmente diminui com o avanço no estágio de desenvolvimento, uma vez que aumenta a proporção de colmo, que apresenta baixa digestibilidade e baixo consumo. PINTO et al. (1994) observaram que as produções de tecido caulinar e o peso médio de perfilhos em três gramíneas tropicais (*Andropogon gayanus*, *Panicum maximum* e *Setaria anceps*) aumentaram com o avanço da idade das plantas, enquanto a relação folha-colmo diminuiu. ANDRADE e GOMIDE (1971), estudando a curva de crescimento de capim-elefante, verificaram que o valor nutritivo dessa forrageira caiu bruscamente entre as idades de 28 e 56 dias, sendo essa queda suavizada a partir desta idade. AZEVEDO et al. (1986), visando determinar a idade ideal para utilização de capim-elefante cv. Cameroon, observaram que à medida que a forrageira avançou em seu estágio vegetativo a altura e a produção de matéria verde aumentaram, porém a relação folha-colmo e, conseqüentemente, o teor de proteína bruta e das frações solúveis diminuíram, ao mesmo tempo em que o teor de fibra bruta aumentou. FAGUNDES et al. (1999b) também constataram queda na relação folha-colmo em *Cynodon* spp. à medida que o período experimental avançou (meses de novembro e dezembro, quando comparados aos meses de julho a outubro), em conseqüência do florescimento generalizado. OLIVEIRA (1980), avaliando o efeito da maturidade sobre a produção de matéria seca e o valor nutritivo de *B. decumbens*, constatou aumento no rendimento de matéria seca com a idade da planta, enquanto os teores de proteína bruta, fósforo e digestibilidade declinaram, sendo a combinação de altas produções de matéria seca e valor nutritivo alcançada aos 63 dias de crescimento.

Segundo BEATY e ENGEL (1980), o acúmulo de matéria seca é importante, mas nem sempre o alto rendimento forrageiro resulta em melhor desempenho animal, pois o manejo deve visar não apenas a produção, mas também a qualidade da forragem. SILVA et al. (1994), estudando o valor nutritivo e o consumo em pastos de capim-elefante cv. Mott, submetidos a

diferentes pressões de pastejo, verificaram nos piquetes sob pastejo pesado que a estrutura do pasto caracterizada por menor porte, melhor relação folha-colmo, ausência de material morto e densidade de folhas mais elevada favoreceu a eficiência do pastejo, associada à mais alta qualidade do pasto, compensou a menor oferta de forragem. 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 de forragem e matéria seca de folhas. GARAY et al. (1999) constataram aumento na massa de folha por perfilho de azevém-perene com a altura de corte de 20 a 160 mm. Por outro lado, a relação folha:colmo variou inversamente com a altura de corte, tendo sido verificadas maiores relações nas alturas de 20 e 40 mm. FAGUNDES et al. (1999b) não constataram diferença na proporção de folhas produzidas em relvados de *Cynodon* spp. mantidos em diferentes alturas de pastejo.

O consumo de forragem de animais em pastejo tem sido relacionado com as características estruturais do relvado (relação folha-colmo, altura e densidade de perfilhos), uma vez que essas características exercem impacto direto no comportamento ingestivo (HODGSON, 1985; GOMIDE, 1993), que, por sua vez, é amplamente determinado pela oferta ou disponibilidade de forragem; para um mesmo pasto, ele é determinado momentaneamente e varia inversamente com a taxa de lotação (GOMIDE, 1993).

A taxa de consumo de forragem e a eficiência de sua utilização tendem a decrescer nos relvados mantidos com IAF alto, devido à baixa densidade de perfilhos e à menor razão folha verde-colmo (Hodgson et al., 1977, citados por LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área amorrada de aproximadamente 2 ha de pastagem já estabelecida de capim-braquiária, nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, no período de 10 de janeiro a 27 de julho de 2000. A área foi dividida em oito piquetes, variando de 0,2 a 0,4 ha.

A pastagem de capim-braquiária foi implantada há aproximadamente 20 anos, onde anteriormente havia capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.). Em 1991, procedeu-se a eliminação do capim-braquiária, com o uso de herbicida, implantando-se nessa área capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). Em 1997 ocorreu a restauração do capim-braquiária e, então, foi feita a remoção das touceiras de capim-elefante. A partir de 1998, iniciaram-se os estudos de morfogênese na referida área.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, num esquema fatorial 4 x 4 (quatro alturas do relvado e quatro períodos de avaliação), com duas repetições. As alturas do relvado estabelecidas foram: 100, 150, 200 e 250 mm, e os períodos de avaliação foram assim discriminados: I – de 10 a 24/1/00; II – de 29/2 a 17/3/00; III – de 7 a 22/4/00; e de IV – 9 a 23/7/00.

Durante o período experimental, a temperatura média diária variou de 26,4 a 15,2°C. A precipitação pluviométrica total foi de 634,2 mm e a umidade relativa do ar variou entre 83 e 88%. Detalhes sobre os dados meteorológicos encontram-se na Tabela 1 e na Figura 1.

Tabela 1 – Precipitação pluvial total e umidade relativa do ar média durante o período experimental

Mês	Precipitação (mm)	Umidade (%)
Janeiro	288,5	84
Fevereiro	148,2	83
Março	105,5	87
Abril	58,0	84
Mai	6,0	84
Junho	14,4	87
Julho	13,6	88

Fonte: Estação meteorológica do Depto. de Engenharia Agrícola da UFV.

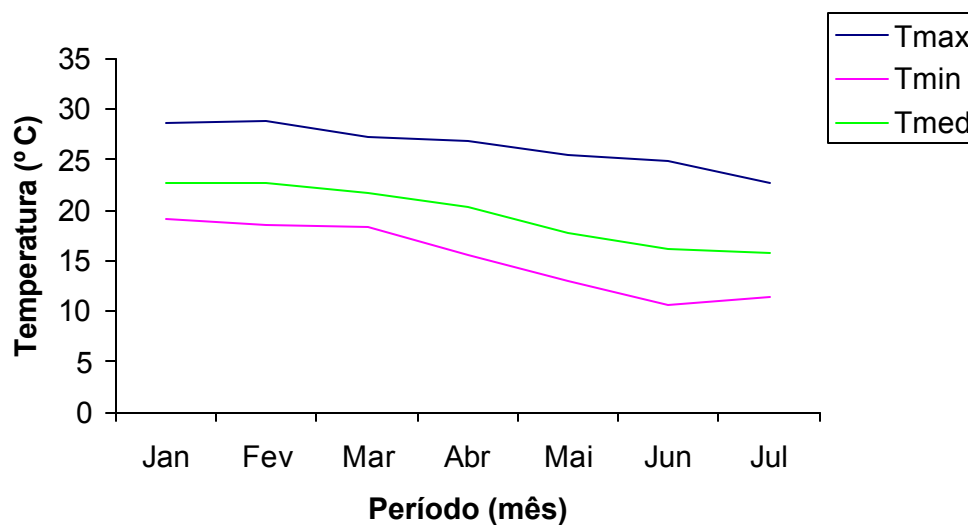


Figura 1 - Temperaturas médias (máxima, mínima e média) durante o período experimental.

No decorrer do período experimental, foram efetuadas duas adubações em cobertura com NPK: a primeira no final de dezembro/1999,

com 450 kg de sulfato de amônia, 350 kg de superfosfato simples e 150 kg de cloreto de potássio, e a segunda em março/2000, com 400 kg da fórmula 20-5-15, ambas aplicadas com adubadeira mecânica nos 2 ha.

As alturas do relvado foram controladas pelo pastejo de no mínimo dois novilhos mestiços Holandês x Zebu, com grau de sangue indefinido, de aproximadamente dois anos de idade e 200 kg de peso vivo, com taxa de lotação variável (esquema *put and take*), a fim de manter a condição do relvado em cada piquete próxima à altura definida pelo tratamento experimental. Os novilhos extras, colocados e retirados dos piquetes, foram mantidos em uma área contígua ao experimento.

As variáveis avaliadas foram: taxas de aparecimento, de expansão e de senescência foliares; taxa de alongamento das hastes ou do colmo; densidade populacional de perfilhos; índice de área foliar; produções de biomassa de folha, colmo e perfilho; relação folha:colmo; taxas de crescimento e senescência do relvado; e taxa de acúmulo líquido de forragem.

3.1. Características morfogênicas do relvado

As alturas do relvado foram monitoradas semanalmente, por meio de leituras de, no mínimo, 50 pontos em cada piquete, utilizando-se régua com divisões de 1 cm, deslizando pelo interior de um tubo de PVC.

Observações a respeito do aparecimento, do alongamento e da senescência de folhas, assim como do alongamento de colmo, foram feitas mensalmente em cinco perfilhos, identificados em cada um dos três pontos distintos, representando a altura média do relvado em cada piquete. Os perfilhos foram identificados aleatoriamente, com o auxílio de anéis coloridos de fios telefônicos, e protegidos do pastejo por gaiolas teladas de 1,5 x 1,0 x 1,0 m. Para facilitar a identificação dos perfilhos, além dos anéis coloridos, foram utilizadas estacas de madeira revestidas com canudos de PVC de cores variáveis, fincados próximos ao primeiro perfilho da série dos cinco dispostos em linha.

Os comprimentos das lâminas foliares e do colmo dos perfilhos marcados foram medidos com uma régua milimetrada, duas a três vezes por

semana, conforme GOMIDE e GOMIDE (2000), durante quatro períodos de aproximadamente 15 dias cada. Por ocasião dessas medições, foram considerados:

- o número de folhas totalmente expandidas: aquelas que apresentavam a lígula exposta, sendo o seu comprimento a distância entre a lígula e o ápice da folha;

- o comprimento da lâmina foliar emergente: a medida do ápice até a lígula da última folha expandida;

- a senescência foliar: a porção amarelada ou marrom da lâmina foliar. O seu comprimento foi estimado por diferença, subtraindo-se o comprimento da porção verde da folha senescente do comprimento total da folha recém-expandida;

- o alongamento do colmo: seu comprimento é calculado pela diferença entre as distâncias do solo e a lígula das folhas recém-expandidas, ao tempo da identificação do perfilho e o 15º dia de avaliação, respectivamente.

O aparecimento de folhas no perfilho também foi observado no mesmo intervalo de tempo. Considerou-se como aparecimento foliar o número de folhas completamente expandidas durante o período de avaliação. Com o inverso da taxa de aparecimento foliar, estimou-se o intervalo de aparecimento.

Com o intuito de gerar uma relação entre comprimento de colmo e folhas e seus respectivos pesos, no final de cada período de leituras morfogênicas, exceto o último, coletou-se uma amostra representativa do relvado, nas respectivas alturas de cada tratamento, e procedeu-se à separação dos perfilhos em folha totalmente expandida, folha emergente e colmo. Cada categoria de folhas e segmento de colmo foi medida com régua, submetida à secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C e pesada após 48 horas. A partir do comprimento e do peso, foram obtidas as relações mg/mm de folha ou colmo para cada categoria, o que permitiu transformar as estimativas de crescimento linear em crescimento ponderal.

3.2. Características estruturais e produção de biomassa vegetal do relvado

Para obtenção da população de perfilhos, bem como da produção de biomassa de folha, colmo e perfilho, foram tomadas, mensalmente (dois períodos), três amostras num quadrado de 0,25 x 0,25 m, em pontos que representavam a altura média do relvado. A vegetação dos referidos pontos foi cortada rente à superfície do solo, com o auxílio de uma tesoura de tosquiador, e acondicionada em sacos plásticos, devidamente identificados. Em seguida, foram transportadas para o laboratório, onde se procedeu à separação manual em material vivo e morto, efetuando-se, então, a sua pesagem. Do material vivo, foi feita a contagem dos perfilhos vegetativos e reprodutivos. Da amostra composta (três amostras de cada piquete), foi retirada uma porção, que foi separada em lâminas foliares e colmos, sendo a área laminar medida no sistema medidor de área (ΔT Devices, Ltda.). As frações de lâminas foliares e de colmos foram acondicionadas em saco de papel e submetidas à secagem a 60°C, em estufa com ventilação forçada, por 72 horas, e, em seguida, pesadas. A área foliar foi obtida a partir do peso das folhas e de sua respectiva área específica. A partir destes dados, foram estimados o índice de área foliar (IAF), a relação folha:colmo, a população de perfilhos por m² e a biomassa de perfilho, colmo e de folhas, expressa em matéria verde seca por hectare.

3.3. Acúmulo de forragem

A partir dos dados de população de perfilhos (nº de perfilhos vegetativos e reprodutivos/m²) e das taxas de alongamento foliar, de alongamento de colmo e de senescência (mg MS/perfilho.dia), estimou-se o acúmulo de forragem, segundo BIRCHAM e HODGSON (1983). O acúmulo de forragem foi obtido pela diferença entre a taxa de crescimento e a taxa de senescência. A taxa de crescimento foi obtida pelo produto das taxas de alongamento foliar e do colmo (mg MS/perfilho.dia) e o número de perfilhos vegetativos, enquanto a taxa de senescência foi obtida pelo produto da taxa

de senescência foliar (mg MS/perfilho.dia) e o número de perfilhos total (vegetativos mais reprodutivos).

3.4. Análises estatísticas

Os valores obtidos para as variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância, com o auxílio do pacote estatístico SAEG, segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + AP_{ij} + e_{ijk}$$

em que

Y_{ijk} = observação relativa a i-ésima altura do relvado, no j-ésimo período;

μ = média geral;

A_i = efeito da i-ésima altura do relvado, $i = 1, 2, 3, 4$ alturas;

P_j = efeito do j-ésimo período, $j = 1, 2, 3, 4$ períodos;

AP_{ij} = efeito da interação da i-ésima altura com o j-ésimo nível período;

e_{ijk} = erro experimental.

Na comparação das médias dos fatores qualitativos, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos, efetuou-se a análise de regressão, adotando como critérios para seleção dos modelos a significância dos coeficientes de regressão e do coeficiente de determinação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar do monitoramento da altura do relvado por meio de medições periódicas, o seu controle via pastejo dos animais, em esquema *put and take*, não foi suficiente para manter as alturas desejadas. As alturas médias do relvado foram de 115, 127, 185 e 216 mm, em vez das desejadas: 100, 150, 200 e 250 mm, o que evidencia a dificuldade de se trabalhar com animais em pastejo, notadamente, os de grande porte. As médias observadas ao longo do período experimental são apresentadas na Tabela 2.

Além da possível ocorrência de erros de julgamento quanto ao momento de colocar e retirar os animais nos piquetes, outro fator que contribuiu foi a não-disponibilidade dos animais para serem alocados em tempo hábil nos diferentes piquetes, tão logo seus relvados alcançassem as alturas preestabelecidas no início do período chuvoso. Assim, não foi possível alcançar maior uniformidade das alturas, nos diferentes piquetes experimentais.

Os altos valores dos desvios-padrão observados, relativos às respectivas médias, refletem o pastejo desuniforme, em mosaico, exercido pelos animais.

Tabela 2 - Alturas médias e desvio-padrão da superfície horizontal do relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk durante o período experimental

Data	Altura (mm)			
	100	150	200	250
14/12/99	100,0 ± 74,0	150,0 ± 67,0	178,0 ± 85,0	247,0 ± 91,0
13/01/00	-	165,0 ± 93,0	196,0 ± 92,0	280,0 ± 104,0
18/01/00	-	123,0 ± 72,0	173,0 ± 99,0	261,0 ± 83,0
25/01/00	129,0 ± 96,0	152,0 ± 85,0	171,0 ± 96,0	210,0 ± 93,0
01/02/00	213,0 ± 121,0	141,0 ± 81,0	173,0 ± 90,0	208,0 ± 86,0
07/02/00	209,0 ± 128,0	130,0 ± 87,0	204,0 ± 151,0	243,0 ± 116,0
10/02/00	148,0 ± 97,0	160,0 ± 114,0	235,0 ± 146,0	239,0 ± 112,0
15/02/00	126,0 ± 76,0	152,0 ± 90,0	213,0 ± 110,0	238,0 ± 97,0
21/02/00	117,0 ± 62,0	138,0 ± 76,0	169,0 ± 91,0	211,0 ± 97,0
24/02/00	91,0 ± 60,0	108,0 ± 75,0	157,0 ± 109,0	214,0 ± 104,0
29/02/00	104,0 ± 50,0	120,0 ± 67,0	169,0 ± 72,0	202,0 ± 84,0
13/03/00	64,0 ± 48,0	90,0 ± 46,0	131,0 ± 60,0	172,0 ± 69,0
21/03/00	96,0 ± 75,0	118,0 ± 76,0	198,0 ± 89,0	202,0 ± 91,0
24/03/00	113,0 ± 79,0	120,0 ± 83,0	196,0 ± 103,0	198,0 ± 88,0
29/03/00	95,0 ± 89,0	123,0 ± 83,0	208,0 ± 121,0	207,0 ± 105,0
17/04/00	99,0 ± 66,0	122,0 ± 74,0	210,0 ± 108,0	192,0 ± 91,0
26/04/00	82,0 ± 59,0	106,0 ± 65,0	184,0 ± 95,0	190,0 ± 88,0
05/05/00	60,0 ± 48,0	79,0 ± 44,0	159,0 ± 77,0	179,0 ± 90,0
Média	115,0	127,0	185,0	216,0

4.1. Características morfogênicas do relvado

4.1.1. Taxa de aparecimento foliar (TApF)

Os dados médios de taxa de aparecimento foliar (folha/perfilho.dia) de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado e do período, estão apresentados na Tabela 3.

Verificou-se interação ($P < 0,01$) das alturas dos relvados com os períodos de avaliação sobre a TApF, tendo sido registrados menores

($P < 0,01$) valores no período IV (9 a 23/7/00). Tal fato pode ser atribuído à baixa temperatura e disponibilidade de água no solo. Além desses fatores, a disponibilidade de nutrientes no solo também pode afetar a flutuação sazonal da TApF, conforme considerações de LANGER (1972). Estudos conduzidos por CARNEVALLI e SILVA (1999), em Piracicaba, com o capim-

Tabela 3 - Médias da taxa de aparecimento foliar (folha/perfilho.dia) em *B. decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado e do período

Altura do Relvado (mm)	Períodos				Média
	I	II	III	IV	
	10 a 24/01/00	29/02 a 17/03/00	07 a 22/04/00	09 a 23/07/00	
115	0,128 ab	0,150 a	0,116 b	0,032 c	0,107
127	0,086 a	0,089 a	0,113 a	0,031 b	0,080
185	0,100 a	0,096 a	0,098 a	0,012 b	0,077
216	0,107 a	0,098 a	0,087 a	0,023 b	0,079
Média	0,105	0,108	0,104	0,025	0,086

Médias na linha seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), sendo a DMS = 0,033.

coastcross sob pastejo, também mostraram redução na capacidade de reposição rápida de folhas, a partir do mês de abril, estendendo-se durante todo o período de inverno.

A TApF variou ($P < 0,01$) em função da altura do relvado apenas nos períodos I e II (Figura 2), apresentando resposta cúbica. Este comportamento, entretanto, não explica biologicamente o fenômeno avaliado, haja vista que ele normalmente se ajusta a um modelo linear. Uma possível explicação para tal fato seria a dificuldade de controlar eficientemente a altura do relvado em condições de pastejo, o que pode ocasionar, portanto, possíveis erros de amostragens.

Observa-se, na Figura 2, que em ambos os períodos registraram-se valores mais elevados de taxas de aparecimento de folhas em relvados com altura de 115 mm. O aumento da taxa de aparecimento de folhas pode ser uma resposta morfológica da planta à intensidade de desfolha para compensar a perda de tecido fotossintetizante. Nesse contexto, LEMAIRE e

CHAPMAN (1996) e LEMAIRE (1997) mencionam que, em plantas individuais, dois tipos de respostas à desfolhação podem ser distinguidos: uma resposta fisiológica, quando da redução no suprimento de carbono para a planta, devido à perda de grande parte do tecido fotossintetizante; e uma morfológica, o que result

$$\hat{Y}_1 = 2,74 - 0,048A^{ns} + 0,0003A^{2*} - 0,0000005A^{3**} \quad (R^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_2 = 3,83 - 0,0671A^{**} + 0,0004A^{2**} - 0,0000007A^{3**} \quad (R^2 = 0,99)$$

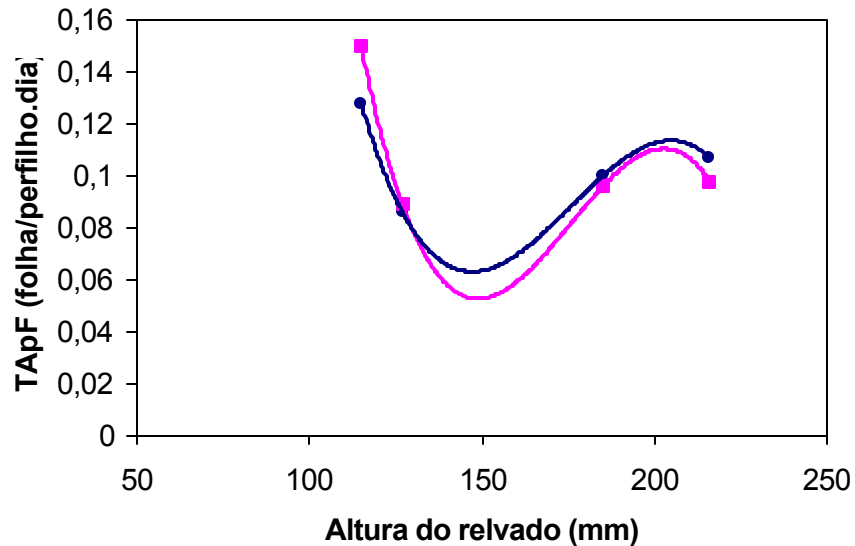


Figura 2 – Estimativa da taxa de aparecimento foliar (TApF) em *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado (A), nos períodos I (●) e II (■).

carbono entre os diferentes órgãos de crescimento da planta (folhas, perfilhos e raízes), o que permite que a planta adapte sua morfologia às desfolhações.

Como as plantas mantidas a 115 mm de altura apresentaram arranjo espacial diferente daquelas com outras alturas, isto é, cresceram mais horizontalmente à superfície do solo, elas favoreceram então maior penetração de luz no interior do dossel, resultando assim em maior taxa de crescimento. Segundo CORSI e NASCIMENTO JR. (1986), as plantas podem apresentar perfilhamento abundante, hábito prostrado de crescimento e elevado ritmo de expansão foliar, quando a desfolha é freqüente e severa.

O intervalo de aparecimento de folhas, que é o inverso da taxa de aparecimento foliar, foi em média, 9,4, 12,5, 13,1 e 12,7 dias/folha para as alturas do relvado de 115, 127, 185 e 216 mm, respectivamente. Esses resultados repetem aqueles verificados por GRASSELLI et al. (2000), que obtiveram intervalo de 9 a 14 dias para o aparecimento de uma nova folha, ao considerarem os valores extremos de altura do relvado (de 70 e 250 mm). Por outro lado, considerando a média dos quatro períodos, a taxa de aparecimento de folhas da espécie estudada foi igual a 0,085 folha/perfilho.dia, bem inferior à observada por CORSI et al. (1994), em outras espécies de *Brachiária*.

4.1.2. Taxa de alongamento foliar (TAF)

A taxa de alongamento foliar variou ($P < 0,01$) em função da altura do relvado e do período. Observou-se resposta quadrática ($P < 0,05$) da TAF à altura do relvado (Figura 3), estimando-se valor mínimo de 9,19 mm/perfilho.dia para a altura de 156 mm. Esse resultado difere daquele obtido por GRASSELLI et al. (2000), que não encontraram efeito da altura do relvado sobre a taxa de alongamento de folhas. Além disto, é contrastante com os resultados obtidos por GRANT et al. (1983), FAGUNDES et al. (1999b), BANDINELLI et al. (2000) e COSTA et al. (2000), que verificaram aumento linear na taxa de alongamento de folhas de diferentes espécies com a altura do relvado ou a oferta de forragem.

A exemplo do constatado para TApF, o modelo quadrático ajustado (Figura 3) não explica o comportamento biológico esperado (linear). As explicações seriam as mesmas relatadas para a TApF. É oportuno destacar que as alturas que resultaram em TAF mais elevadas, 115 e 216 mm, correspondem às alturas que proporcionaram valores mais elevados de TApF, indicando assim que maior TApF resulta em maior TAF.

Uma explicação para a alta taxa de alongamento foliar do relvado com altura de 115 mm seria decorrente da arquitetura da planta, que teria possibilitado condições mais favoráveis de qualidade e intensidade de luz dentro do dossel do relvado. Segundo GAUTIER e VARLET-GRANCHER (1996)

e LEMAIRE e CHAPMAN (1996), a qualidade de luz dentro do dossel pode modificar algumas variáveis morfogênicas, como a taxa de alongamento foliar.

Com relação ao efeito do período (Tabela 4), observa-se que a taxa de alongamento foliar por perfilho no período I (de 10 a 24/1/00) foi superior ($P<0,05$) à dos demais períodos. Tal resultado é atribuído às condições favoráveis de ambiente, como luz, temperatura, disponibilidade de nutrientes e

$$\hat{Y} = 35,83 - 0,3424A^* + 0,0011A^{2**} \quad (R^2 = 0,64)$$

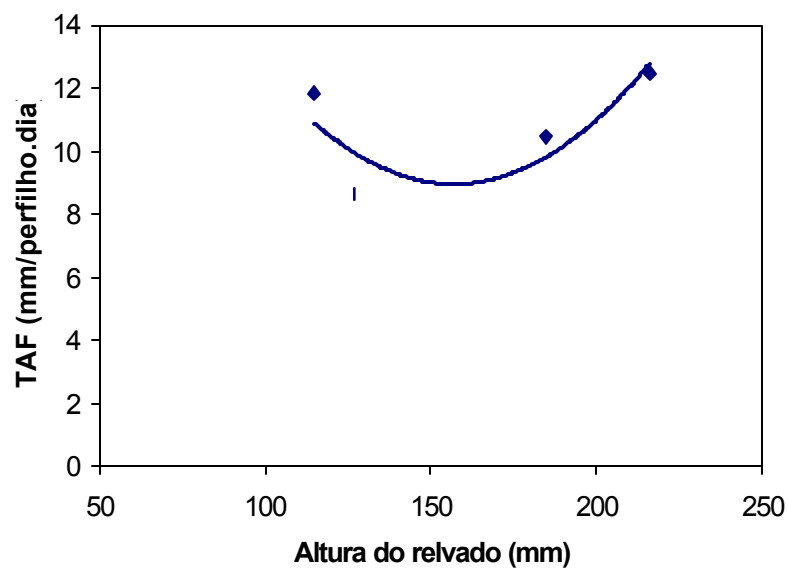


Figura 3 – Estimativa da taxa de alongamento foliar (TAF) na *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado (A).

Tabela 4 – Médias da taxa de alongamento foliar em *B. decumbens* cv. Basilisk, em função do período

Período	TAF (mm/perfilho.dia)
I	15,80 a

II	12,68 b
III	11,69 b
IV	3,24 c
Média	10,85

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), sendo a DMS = 2,19.

principalmente disponibilidade de água, já que maiores precipitações pluviais foram verificadas nesse período. O valor médio de 15,8 mm/perfilho.dia registrado nesse período foi superior aos 11,6 e 8,3 mm/perfilho.dia obtidos, respectivamente, por GRASSELLI et al. (2000) e CORSI et al. (1994), para a mesma gramínea.

Já a menor taxa de alongamento foliar por perfilho registrada no período IV, pode ser explicada pela limitação de fatores ambientais, como baixa temperatura, baixo status hídrico no solo e baixa luminosidade. Segundo Humphreys (1981), citado por CORSI et al. (1994), a expansão foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico, pois a planta cessa o alongamento de folhas e raízes muito antes de os processos de fotossíntese e divisão de células serem afetados.

4.1.3. Taxa de alongamento de colmo (TAC)

A altura do relvado e o período de avaliação interagiram-se, determinando a taxa de alongamento de colmo ($P < 0,01$). Esta taxa variou ($P < 0,01$) em função da altura do relvado nos períodos I e II, segundo o modelo cúbico (Figura 4). O padrão de variação da taxa de alongamento de colmo em função da altura do relvado, observado no presente experimento, contrasta com a maioria dos resultados citados na literatura, ou seja, resposta linear. Tal fato é atribuído à mudança no arranjo espacial de plantas mantidas a 115 mm, que cresceram horizontalmente à superfície do solo, conforme já relatado, não influenciando assim a taxa de alongamento de colmo.

Já em relação ao fator período, observa (Tabela 5), que a taxa de alongamento de colmo foi maior ($P<0,01$) no período I. A explicação para esse comportamento é semelhante àquela dada para a variação da taxa de alongamento foliar em função dos períodos, ou seja, a variação da taxa de alongamento do colmo, com o decorrer dos períodos, reflete as condições do meio (precipitação pluvial, temperatura, radiação e entre outros), que favorecem ou não o crescimento das plantas.

$$\hat{Y}_1 = 268,95 - 4,8107A^* + 0,0282A^{2**} - 0,00005A^3^{**} \quad (R^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_2 = 100,55 - 1,7906A^{ns} + 0,0106A^{2**} - 0,00002A^3^* \quad (R^2=0,99)$$

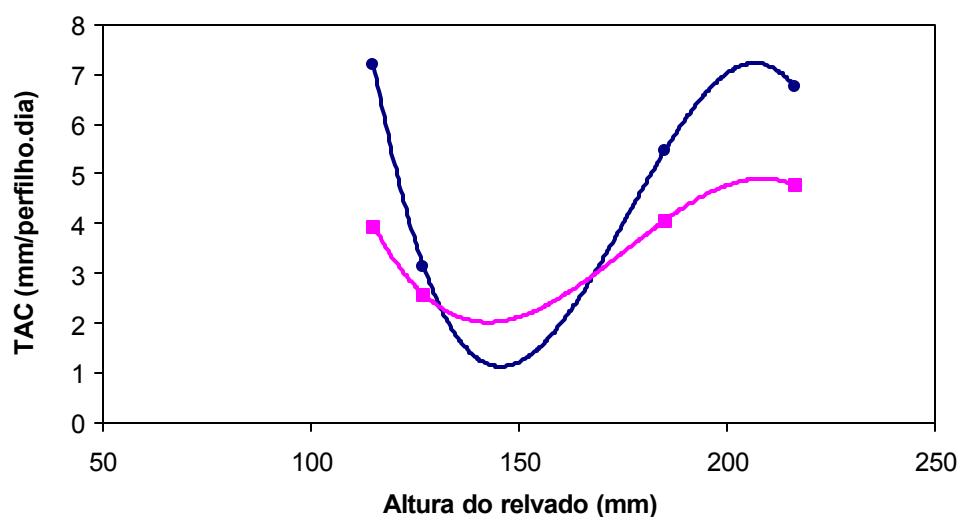


Figura 4 – Estimativa da taxa de alongamento de colmo (TAC) na *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado (A), nos períodos I (●) e II (■).

Tabela 5 – Taxa de alongamento de colmo (mm/perfilho.dia) em *B. decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado e do período

Altura do Relvado (mm)	Períodos				Média
	I	II	III	IV	

	10 a 24/01/00	29/02 a 17/03/00	07 a 22/04/00	09 a 23/07/00	
115	7,19 a	3,95 b	0,77 c	0,28 c	3,05
127	3,14 a	2,58 b	0,58 b	0,41 b	1,68
185	5,48 a	4,07 b	1,63 c	0,37 d	2,89
216	6,76 a	4,78 b	1,69 c	0,32 d	3,39
Média	5,64	3,85	1,17	0,35	2,75

Médias na linha seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$), sendo a DMS = 1,03.

4.1.4. Taxa de senescência foliar (TSF)

Os dados médios de taxa de senescência foliar, em função das alturas dos relvados e dos períodos de avaliação, estão apresentados na Tabela 6. Verificou-se interação ($P<0,01$) entre altura do relvado e período sobre a taxa de senescência foliar, tendo esta taxa maior ($P<0,01$) sido registrada no período IV (Tabela 6). Tal resultado se deve à presença de fatores ambientais desfavoráveis ocorridos nesse período, como baixa luminosidade, baixa umidade presente no solo e queda de temperatura, conforme já relatado.

Tabela 6 – Médias da taxa de senescência foliar (mm/perfilho.dia) em *B. decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado e do período

Altura do Relvado (mm)	Períodos				Média
	I	II	III	IV	
	10 a 24/01/00	29/02 a 17/03/00	07 a 22/04/00	09 a 23/07/00	
115	3,13 a	3,31 a	2,54 a	3,85 a	3,21
127	2,25 a	6,50 a	1,47 a	3,83 a	3,51
185	2,98 b	4,46 b	2,53 b	16,79 a	6,69
216	5,88 a	4,10 a	4,14 a	6,50 a	5,16
Média	3,56	4,59	2,67	7,74	4,64

Médias na linha seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P>0,05$), sendo a DMS = 5,14.

Observa-se (Figura 5), que à taxa de senescência foliar no período IV ajustou-se um modelo quadrático ($P < 0,01$), em função das alturas do relvado, estimando-se o valor máximo de 15,97 mm/perfilho.dia, para a altura do relvado de 172 mm. Esses resultados contrariam aqueles registrados por GRANT et al. (1983) e FAGUNDES et al. (1999b), que verificaram resposta linear da taxa de senescência foliar em relação à altura. Entretanto, esta comparação pode estar comprometida, por se tratar de espécies diferentes. Também difere dos resultados constatados por PINTO et al. (1999), que verificaram valores decrescentes da taxa de senescência

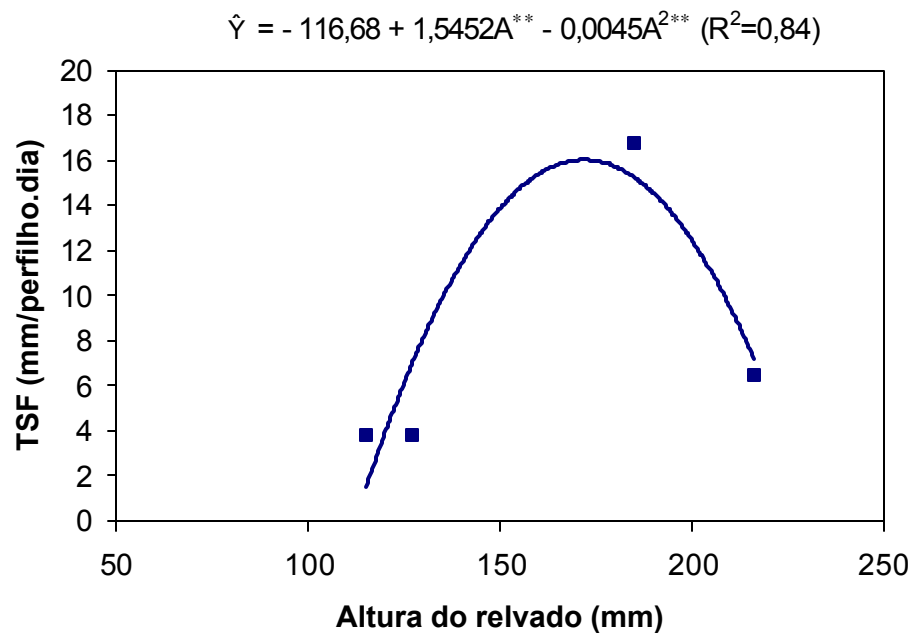


Figura 5 – Estimativa da taxa de senescência foliar (TSF) em *B. decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado (A), no período IV.

com a altura do pasto. Infelizmente, não há explicação plausível para justificar o comportamento observado.

4.2. Características estruturais do relvado

4.2.1. População de perfilhos

A população de perfilhos não variou ($P>0,05$) em função das alturas do relvado, do período e nem da interação destes, registrando-se valor médio de 1.746 perfilhos/m². Este valor assemelha-se àquele (1.963 perfilhos/m²) obtido por GRASSELLI et al. (2000), para a mesma espécie, que também não verificaram efeito da altura do relvado sobre a densidade de perfilhos. Diferentemente, os resultados obtidos por GRANT et al. (1983), CARVALHO et al. (1999) e SBRISSIA et al. (1999) demonstraram variação na densidade de perfilhos inversamente à altura de pastejo. Por outro lado, os resultados do presente ensaio também discordam daqueles verificados por AUDA et al. (1966), que registraram aumento na população de perfilhos nos relvados de *Dactylis glomerata* com maior área foliar remanescente após a desfolha. COELHO et al. (1999) não verificaram efeitos de ofertas de forragem do capim-mombaça (4, 8 e 12% kg de matéria seca verde/100 kg de peso vivo/dia) sobre a população de perfilhos.

Considerando que a redução da população de perfilhos em relvados mais altos resulta da maior competição entre plantas por nutrientes, luminosidade e umidade, a ausência de efeito da altura do relvado sobre a população de perfilhos, no presente estudo, pode ser atribuída à baixa densidade de perfilhos, característica desta espécie, que pode ter atenuado estes fatores de competição. Outra possível explicação estaria no pequeno número de repetições (três subamostras por piquete).

4.2.2. Índice de área foliar (IAF)

À semelhança da densidade de perfilhos, o IAF também não variou ($P>0,05$) com a altura do relvado, nem com os períodos, registrando-se valor médio de 1,96. Este resultado difere daqueles obtidos por GRASSELLI et al. (2000), para *B. decumbens*, que verificaram resposta linear do IAF com a altura do relvado, estimando incremento no índice de área foliar de 0,094 para cada centímetro de altura. Considerando que o tamanho da folha

contribui para o IAF (LEMAIRE, 1997), que é determinado pela razão entre a taxa de alongamento foliar e a taxa de aparecimento foliar (LANGER, 1972), pode-se atribuir a ausência de efeito da altura do relvado sobre o IAF às variações das taxas de aparecimento e alongamento foliares, que contribuíram para semelhantes tamanhos de folhas nos diferentes relvados. Segundo BROWN e BLASER (1968), sob condições favoráveis, o aumento no IAF resulta em aumento da interceptação luminosa, o que leva a uma aceleração na taxa de crescimento. Portanto, pode-se inferir que em relvados com IAF semelhante ocorrem taxas de produção de biomassa semelhantes, constatadas neste trabalho e discutidas a seguir.

4.3. Produção de biomassa

As médias da produção de biomassa de folha, colmo e perfilho, nos dois períodos (janeiro e março), estão apresentadas na Tabela 7. Não houve efeito ($P > 0,05$) da interação entre altura do relvado e período sobre nenhuma destas variáveis. Contudo, o efeito do fator altura do relvado foi significativo sobre todas as variáveis, a 1% de probabilidade, exceto para a produção de folha, o que parece lógico, uma vez que não foram registradas diferenças nos valores de IAF.

Como não houve diferença na população de perfilhos em resposta às diferentes alturas de pastejo, o principal fator determinante da produção de biomassa foi o rendimento por perfilho, visto que, segundo NELSON et al. (1977), a taxa de alongamento foliar correlaciona-se positivamente com o rendimento por perfilho e negativamente com o número de perfilhos por planta (JONES et al., 1979; PINTO et al., 1994a).

A semelhança de produção de biomassa de folha nos diferentes tratamentos pode ser explicada também pela taxa de aparecimento de folhas, aliada à taxa de alongamento de folhas por perfilho, pois os padrões de variação dessas variáveis nas alturas estudadas foram determinantes de rendimentos foliares equivalentes.

Apesar de a produção de folha ter sido insensível à altura do

relvado, as produções de biomassa vegetal de perfilho e de colmo responderam ($P<0,01$) linearmente (Figura 6). Assim, o comportamento da biomassa do perfilho em relação à altura do relvado foi mais relacionado com o componente colmo do que com a componente folha. Contudo, embora tenham sido verificadas altas taxas de alongamento de folha e de colmo por perfilho no relvado submetido à menor altura de pastejo, estas não foram suficientes para compensar o baixo rendimento por perfilho. Este fato pode estar relacionado com a modificação no arranjo espacial das plantas, o que já foi relatado, possibilitando à planta desenvolver tecidos de sustentação (colmo) mais tenros e leves, em vez de tecidos mais resistentes.

A relação folha:colmo variou ($P<0,01$) em função da altura do relvado (Figura 7). Como pode ser observado, a relação folha:colmo

Tabela 7 – Média da produção de biomassa vegetal de folha, colmo e total e da relação folha:colmo (F:C) de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado e do período

Altura do Relvado (mm)	Período I (Janeiro)			
	Biomassa (kg MSV/ha)			F:C
	Total	Folha	Colmo	
115	1.759	916	843	1,09
127	2.236	812	1.424	0,57
185	3.334	973	2.361	0,41
216	3.433	891	2.542	0,35

Altura do Relvado (mm)	Período II (Março)			
	Biomassa (kg MSV/ha)			F:C
	Total	Folha	Colmo	
115	1.529	739	790	0,94
127	2.336	742	1.594	0,47
185	3.092	1.089	2.003	0,54
216	3.364	994	2.370	0,42

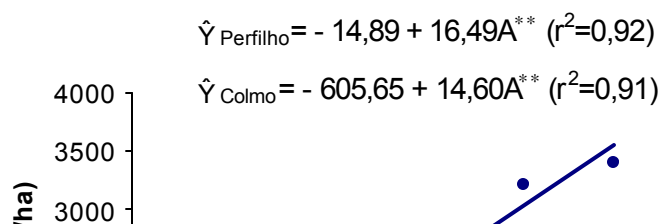


Figura 6 – Estimativas das produções de biomassa total (●) e colmo (■) de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado (A).

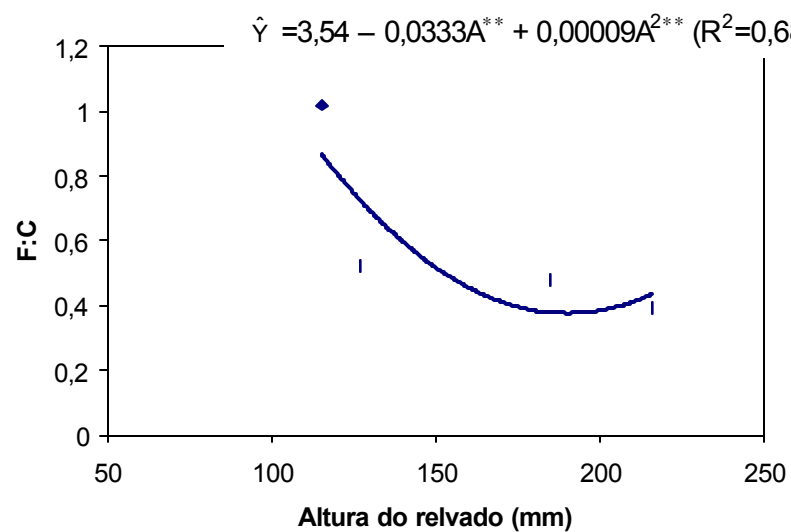


Figura 7 – Estimativa da relação folha:colmo (F:C) de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado (A).

decreceu ($P < 0,01$) de forma quadrática à medida que a altura do relvado

aumentou estimando-se o valor mínimo de 0,30 para a altura de 194 mm.

Se por um lado a alta relação folha:colmo resulta em menor rendimento forrageiro, visto que a proporção de colmo é baixa, por outro reflete uma forragem de melhor qualidade. Segundo BEATY e ENGEL (1980), o acúmulo de matéria seca forrageira é importante, mas nem sempre o alto rendimento forrageiro resulta em melhor desempenho animal. Hodgson et al. (1977), citados por LEMAIRE e CHAPMAN (1996), relataram que os relvados mantidos com IAF alto, caracterizados por baixa relação folha:colmo, tendem a reduzir a taxa de consumo de forragem e a eficiência de sua utilização pelos animais. Assim, uma vez que o melhor valor nutritivo da forragem está associado à maior relação folha:colmo, fica evidente a importância dessa variável.

O efeito do fator período sobre as variáveis não foi significativo ($P>0,05$), o que pode ser explicado pelas condições ambientais semelhantes verificadas nos períodos I e II.

4.4. Acúmulo de forragem

4.4.1. Taxa de crescimento

Observou-se interação ($P<0,01$) entre as alturas do relvado e os períodos sobre a taxa de crescimento do relvado, cujos valores médios estão apresentados na Tabela 8. Avaliando o efeito do fator altura do relvado, verificou-se que a taxa de crescimento variou ($P<0,01$) de forma quadrática nos dois períodos, estimando-se taxas mínimas de 50,65 e 31,98 kg MS/ha.dia para as alturas de 141 e 162 mm, nos períodos I e II, respectivamente (Figura 8). O modelo ajustado não explica o comportamento biológico normalmente esperado para esta variável, isto é, linear, o que pode decorrer de problemas metodológicos ocorridos durante o ensaio, já relatados. Tal observação é corroborada pelo trabalho de PINTO et al. (1999), que estudando as alturas (5, 10, 15 e 20 cm) de relvados de capim-tifton 85 verificaram que a condição de 15 cm resultou no crescimento e acúmulo de forragem máximo, enquanto a senescência foi inversamente

proporcional à altura. Todavia, mesmo em condições de clima temperado, os estudos nem sempre evidenciam essa linearidade, conforme constatado no trabalho de GARAY et al. (1999).

A alta taxa de crescimento verificada no relvado submetido à altura de 115 mm decorre das elevadas taxas de alongamento de folha e colmo por perfilho, conforme já discutido.

Quanto aos efeitos do fator período, foram registradas diferenças ($P < 0,05$) na taxa de crescimento apenas dentro das alturas de 185 e 216 mm, tendo sido verificadas maiores taxas no período I (Tabela 9).

4.4.2. Taxa de senescência (S)

Como pode ser observado na Tabela 10, os valores médios da taxa de senescência, em kg MS/ha.dia, variaram entre 11,31 e 43,53 kg MS/ha.dia. Avaliando o efeito da altura do relvado sobre a taxa de senescência, verificaram-se respostas linear e cúbica, nos períodos I e II, respectivamente (Figura 9).

Tabela 8 – Valores médios da taxa de crescimento (kg MS/ha.dia) da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado e do período

Altura do Relvado (mm)	Períodos		Média
	I	II	
	10 a 24/01/00	29/02 a 17/03	
115	63,16 a	72,26 a	67,71
127	47,00 a	51,53 a	49,27
185	77,52 a	42,92 b	60,22
216	119,08 a	84,49 b	101,79
Média	76,69	62,80	69,75

Médias na linha seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), DMS = 23,61.

$$\hat{Y}_1 = 296,61 - 3,4928A^{**} + 0,0124A^{2**} (R^2=0,98)$$

$$\hat{Y}_2 = 497,12 - 5,7548A^{ns} + 0,0178A^{2**} (R^2=0,99)$$

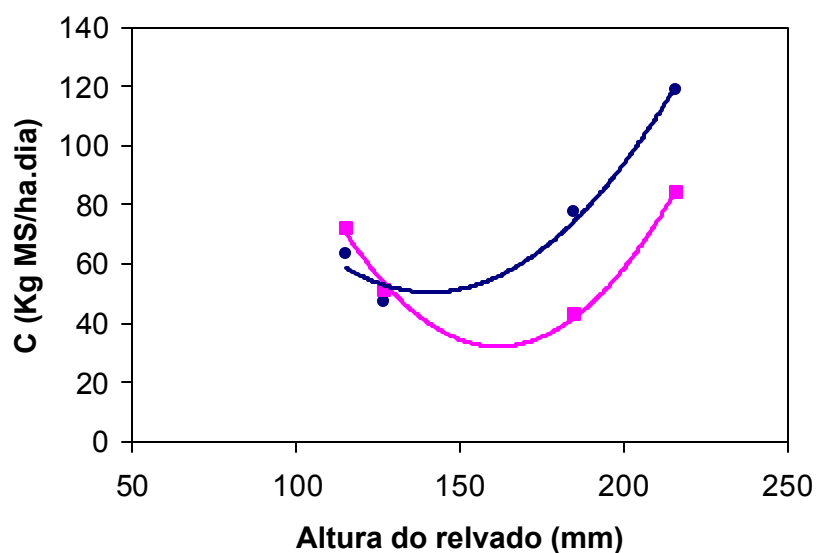


Figura 8 – Estimativa da taxa de crescimento (C) da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado (A), nos períodos I (●) e II (■).

Tabela 9 – Valores médios da taxa de senescência, em kg MS/ha.dia, da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado e do período

Altura do Relvado (mm)	Períodos		Média
	I	II	
	10 a 24/01/00	29/02 a 17/03	
115	15,55 a	13,44 a	14,50
127	11,31 b	43,53 a	27,42
185	20,39 a	23,41 a	21,90
216	32,81 a	22,17 a	27,49
Média	20,02	25,64	22,83

Médias na linha seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de

Tukey (P>0,05), DMS = 14,09.

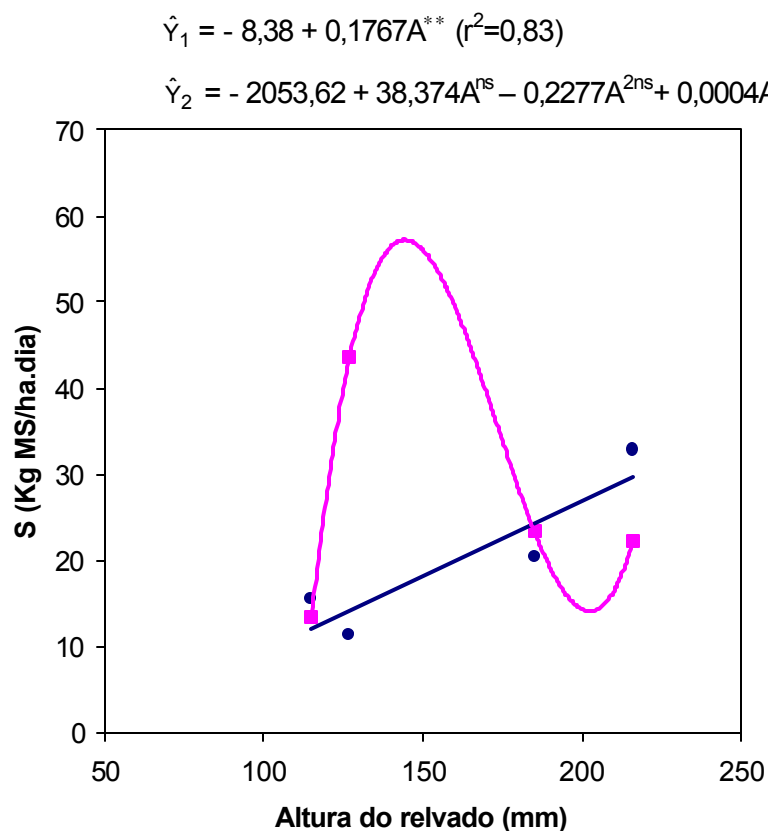


Figura 9 – Estimativa da taxa de senescência (S) da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado (A), nos períodos I (●) e II (■).

O comportamento linear e positivo da taxa de senescência foliar em resposta ao incremento da altura do relvado no primeiro período é semelhante à maioria daqueles citados na literatura. Porém, difere daquele relatado por PINTO et al. (1999), que observaram valores decrescentes da taxa de senescência com a altura do relvado. Esse comportamento pode estar relacionado com a maior massa de forragem nos relvados mantidos mais altos. Já a resposta cúbica da taxa de senescência foliar à altura do

relvado, no período II, é atribuída à ocorrência do intenso ataque de cigarrinhas, verificado principalmente nos piquetes submetidos à altura de pastejo de 127 mm. Hill (1980), citado por CORSI e NASCIMENTO JR. (1986), relatou que fatores como sombreamento, estresse hídrico, insuficiência do sistema radicular em absorver a água disponível no solo, em consequência da ocorrência de pragas, doenças ou severidade de pastejo, e insuficiência de nutrientes podem contribuir para acelerar a taxa de senescência. É relevante registrar que biologicamente, a resposta cúbica não tem explicação.

O efeito do fator período dentro de altura do relvado só foi observado ($P < 0,01$) em relvado mantido à altura de 127 mm (Tabela 10), em que o ataque de cigarrinha-das-pastagens foi mais intenso.

Provavelmente, o efeito do fator período sobre a taxa de senescência do relvado teria sido mais acentuado, caso a análise tivesse incluído também os dois últimos períodos em que foram constatadas condições de ambiente mais distintas, isto é, mais baixas condições de temperatura e pluviosidade.

4.4.3. Taxa de crescimento líquido ou taxa de acúmulo de forragem (AF)

Os fatores altura e período e sua interação apresentaram efeito ($P < 0,01$) sobre a taxa de acúmulo de forragem. Os valores médios da taxa de acúmulo de forragem, em função da altura do relvado e do período, estão apresentados na Tabela 10.

À variação das taxas de acúmulo de forragem em função da altura do relvado ajustou-se ($P < 0,01$) um modelo quadrático em ambos os períodos (Figura 10), estimando-se taxas mínimas de 38,86 e - 1,65 kg MS/ha.dia para as

Tabela 10 – Médias da taxa de acúmulo de forragem (kg MS/ha.dia) de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado e do período

Altura do relvado (mm)	Períodos		Média
	I	II	
	10 a 24/01/00	29/02 a 17/03	

115	47,61 a	58,82 a	53,22
127	35,69 a	8,00 b	21,85
185	57,13 a	19,51 b	38,32
216	86,27 a	62,32 b	74,30
Média	56,68	37,16	46,92

Médias na linha seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P>0,05$). DMS = 20,72.

$$\hat{Y}_1 = 214,58 - 2,493A^{**} + 0,009A^{2*} \quad (R^2=0,97)$$

$$\hat{Y}_2 = 583,34 - 7,256A^{ns} + 0,0225A^{2**} \quad (R^2=0,77)$$

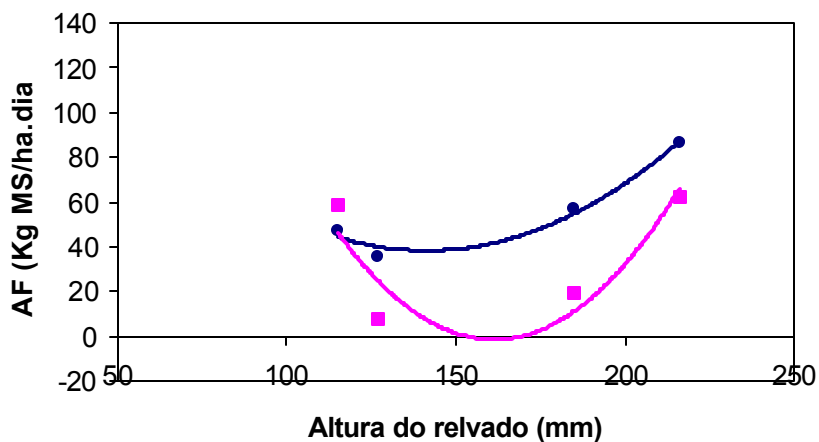


Figura 10 – Estimativa da taxa de acúmulo de forragem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado (A), nos períodos I (●) e II (■).

alturas de 141 e 161 mm, respectivamente, nos períodos I e II. Esse ajuste não representa, biologicamente, o fenômeno de natureza assintótica. Assim, não foi possível encontrar a faixa da altura do relvado em que o acúmulo de forragem permanece constante. Talvez as alturas estudadas não

abrangeram amplitude suficiente para revelar tal fato. Esses resultados contrastam com aqueles encontrados por PINTO et al. (1999), que verificaram nas alturas dos relvados (5, 10, 15 e 20 cm) do capim-tifton 85 maior acúmulo de forragem na altura de 15 cm. Resultados semelhantes também foram obtidos por GARAY et al. (1999), com azevém-perene mantido nas alturas de desfolha de 20, 40, 80, 120 e 160 mm, e por LAIDLAW et al. (1995), que constataram maiores taxas de acúmulo de forragem de trevo-branco na altura de 7 cm. Os resultados do presente ensaio também discordam daqueles registrados por GRANT et al. (1981), em que o acúmulo líquido de forragem não respondeu às diferentes pressões de pastejo.

As Figuras 11 e 12 resumem as taxas de crescimento, senescência e acúmulo de forragem, nos períodos de I e II, respectivamente.

Com exceção do relvado submetido à altura de 115 mm, as taxas de acúmulo de forragem de todos os relvados variaram entre os períodos ($P < 0,05$), tendo sido observadas maiores taxas em janeiro (período I). As menores taxas de senescência dos tratamentos submetidos às alturas de 185 e 216 mm, verificadas em março (período II), são decorrentes da queda na taxa de crescimento. Já em relação ao tratamento submetido à altura de 127 mm, a queda na taxa de acúmulo de forragem é resultante da alta taxa de senescência, uma vez que a taxa de acúmulo de forragem é inversamente proporcional à taxa de senescência.

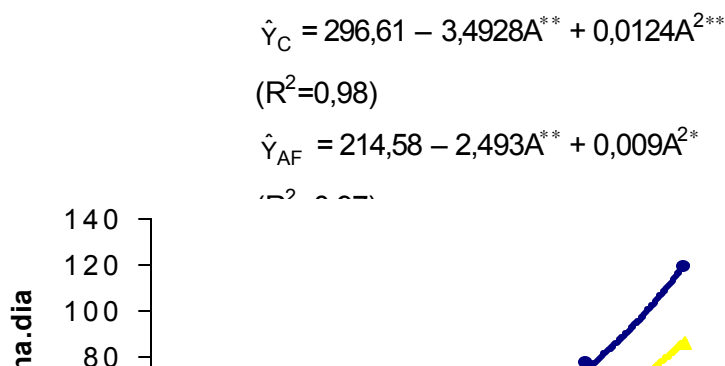


Figura 11 – Estimativas das taxas de crescimento (●), senescência (■) e acúmulo de forragem () de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em função da altura do relvado (A) no período I.

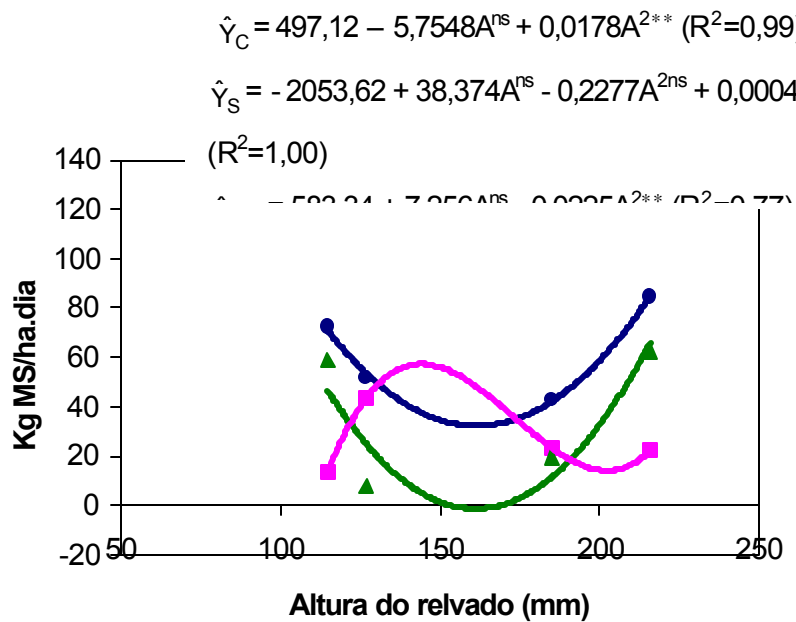


Figura 12 – Estimativas das taxas de crescimento (●), senescência (■) e acúmulo de forragem (□), de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk,

em função da altura do relvado (A) no período II.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente estudo foi conduzido em área do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 8/1 a 27/7/2000. Objetivou-se avaliar as características morfogênicas e estruturais e o acúmulo de forragem do capim-braquiária, submetido a quatro alturas de desfolha, manejado sob pastejo em lotação contínua, com novilhos, usando taxa de lotação variável. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, para o estudo de um fatorial 4 x 4 (quatro alturas do relvado x quatro períodos de avaliação), com duas repetições. As alturas do pasto foram: 115, 127, 185 e 216 mm e os períodos de avaliação foram assim constituídos: I – de 10 a 24/1; II – de 29/2 a 17/3; III – de 7 a 22/4; e de IV - 9 a 23/7/00. Durante o período experimental, foram efetuadas duas adubações de cobertura com NPK; a primeira no final de dezembro/1999, com 450 kg de sulfato de amônia, 350 kg de superfosfato simples e 150 kg de cloreto de potássio; e a segunda em março/2000, com 400 kg da fórmula 20-5-15. As variáveis analisadas foram: taxa de aparecimento de folhas por perfilho (TApF); taxa de alongamento de folhas por perfilho (TAF); taxa de alongamento de colmo por perfilho (TAC); taxa de senescência foliar por perfilho (TSF); densidade de perfilhos; índice de área foliar IAF; produções de biomassa de folha, colmo e perfilho; relação folha:colmo da forragem;

taxas de crescimento (C) e de senescência do relvado (S); e acúmulo líquido de forragem por hectare (AF).

A TApF foi afetada ($P<0,01$) pela interação entre as alturas dos relvados e os períodos de avaliação. Em função da altura do relvado, a TApF variou ($P<0,01$) apenas nos períodos I e II, apresentando resposta cúbica. Já em função dos períodos, verificaram-se menores ($P<0,05$) taxas no período IV.

A TAF variou ($P<0,05$) tanto em função da altura do relvado como do período. A TAF, respondeu quadraticamente ($P<0,01$) à variação das alturas, estimando-se valor mínimo de 9,19 mm/perfilho.dia para a altura de 156 mm. Com relação aos períodos, verificou-se maior ($P<0,05$) TAF no período I (15,80 mm/perfilho.dia).

Observou-se significância ($P<0,01$) para a interação altura do relvado x período sobre a TAC, que variou de forma cúbica ($P<0,05$) com a altura do relvado apenas nos períodos I e II. Com relação ao período, a TAC comportou-se de maneira análoga à TAF.

A TSF respondeu quadraticamente à altura do relvado, sendo estimada taxa máxima de 15,97 mm/perfilho.dia para a altura de 172 mm. Maiores valores de TSF foram observados no período IV (julho).

A densidade de perfilhos e o IAF não variaram em função da altura do relvado, nem em função dos períodos. Os valores médios registrados para essas variáveis foram, respectivamente, 1.746 perfilhos/m² e 1,94.

Avaliando-se as produções de biomassa vegetal de folha, colmo e perfilho, verificou-se que apenas a primeira variável foi insensível à variação na altura do relvado, que apresentou valor médio de 894,53 kg MSV/ha, enquanto as produções de biomassa em colmo e perfilho aumentaram com a altura do relvado. Já a relação folha:colmo decresceu ($P<0,01$) de forma quadrática com a altura. Não houve efeito do fator período sobre essas variáveis.

A taxa de crescimento do relvado variou ($P<0,01$) quadraticamente com a altura do relvado, nos dois períodos avaliados, estimando-se taxas mínimas de 50,65 e 31,98 kg MS/ha.dia para as alturas de 141 e 162 mm, para os períodos I e II, respectivamente.

Na avaliação da taxa de senescência do relvado, observou-se efeito ($P < 0,01$) da interação entre altura do relvado e período. Estudando os efeitos do fator altura do relvado em cada nível do fator período, foram constatadas respostas distintas para os dois períodos, ou seja, linear e cúbica, respectivamente. Já em relação ao efeito do fator período em cada nível do fator altura do relvado, verificou-se maior taxa de senescência na altura de 127 mm.

A taxa de acúmulo de forragem variou quadraticamente com a altura do relvado, apresentando taxas mínimas de 38,86 e -1,65 kg MS/ha.dia para as alturas de 141 e 161 mm, respectivamente nos períodos I e II.

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que:

- a maior produção de biomassa total ocorreu no tratamento submetido à altura de 216 mm, contudo maior relação folha:colmo foi constatada no pasto mantido à altura de 115 mm; e

- a altura do relvado de 127 mm mostrou-se a menos desejável para o capim-braquiária, haja vista ter promovido baixa taxa de acúmulo de forragem, decorrente da maior taxa de senescência e da menor taxa de crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E., NASCIMENTO JR, D., MOQUIM, P. R., REGAZZI, A.J., FONSECA, D.M., SOUSA, D.P. Efeito da adubação nitrogenada e da frequência de corte na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. II Características morfogênicas e estruturais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 287-291.
- ANDRADE, I.F., GOMIDE, J.A. Curva de crescimento e valor nutritivo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). **Rev. Ceres**, v.18, n.100, p.431-447, 1971.
- AUDA, H., BLASER, R.E., BROWN, R.H. Tillering and carbohydrate contents of orchardgrass as influenced by environmental factors. **Crop Sci.**, v.6, n.2, p.139-143, 1966.
- AZEVEDO, G.P.C., ROCHA, G.P., PINTO, J.C., MUNIZ, J.A. Produção e composição química do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) 'Cameroon' em diferentes idades. **Ciênc. Prat.**, v.10, n.2, p.169-175, 1986.
- BANDINELLI, D.G., ROCHA, M.G., QUADROS, F.L.F., GOMES, A.F., PIGATTO, A.G.S., FRIZZO, A., FREITAS, M.R. 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: SBZ, 2000. 2p. (CD ROM).
- BEATY, E.R., ENGEL, J.L. Forage quality measurements and forage research – a review, critique and interpretation. **J. Range Manage.**, v.33, n.1, p.49-54, 1980.

- 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 nitrogen-fertilized grass swards. **Grass and Forage Sci.**, 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 swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Sci.**, v.38, n.4, p.323-331, 1983.
- BIRCHAM, J.S. The effects of a change in herbage mass on herbage growth, senescence and net production rates in a continuously stocked mixed species sward. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM – PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 13, 1981, England. **Proceedings...**, England: C. E. WRIGHT – BRITISH GRASSLAND SOCIETY, 1981. p.85-87.
- BLACK, J.N. The influence of varying light intensity on the growth of herbage plants. **Herb. Abstr.**, v.27, n.2, p.89-98, 1957.
- BRERETON, A.J. Potential grass production under grazing. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM – PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 13, 1981, England. **Proceedings...**, England: C.E. WRIGHT – BRITISH GRASSLAND SOCIETY, 1981. p.31-35.
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMITH, R.K., STUTH, J.W. (Eds.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p.85-108.
- BROUGHAM, R.W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Aust. J. Agric. Res.**, v.7, n.5, p.377-387, 1956.
- BROWN, R.H., BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abst.**, 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 Agric.**, v.56, n.2, p.489-499, 1999.
- CARVALHO, C.A.B., SILVA, S.C., PEDREIRA, C.G.S., SBRISIA, A.F., PINTO, L.F.M., CARNEVALLI, R.A., FAGUNDES, J.L., CÔCO, D.F., OLIVEIRA, M.F.A., MORENO, L.S.B. Tiller dynamics in grazed swards of *Cynodon* spp. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p.344-348.

- COELHO, E.M., HERLING, V.R., GOMES, M.A., LIMA, C.G., LUZ, P.H.C., SUGANUMA, C.H. Dinâmica de perfilhamento do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq., cv. Mombaça) submetido a diferentes ofertas de forragem e períodos de ocupação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p.310-313.
- COLLINS, R.P., JONES, M.B. The effects of temperature on leaf growth in *Cyperus longus*, a temperate C₄ species. **Ann. Bot.**, 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: PASTAGENS; FUNDAMENTOS DA EXPLORAÇÃO RACIONAL, Jaboticabal, 1986. **Anais...** Jaboticabal: FEALQ-USP, 1986, p.11-37.
- CORSI, M., BALSALOBRE, M.A., SANTOS, P.M., SILVA, S.C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: ESALQ-USP, 1994, p.249-266.
- COSTA, N.L., TOWNSEND, C.R., MAGALHÃES, J.A., PEREIRA, R.G.A. Avaliação agrônômica sob pastejo de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 3p. (CD ROM).
- CUNHA, M.A.D., LEITE, G.G., DIOGO, J.M.S., VIVALDI, L.J. Características morfológicas do *Paspalum atratum* 'BRA-OO9610' submetido ao pastejo rotacionado. II. Lâmina viva, lâmina removida e senescência de folhas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 5p. (CD ROM).
- DAVIES, A. Changes in growth rate and morphology of perennial ryegrass swards at high and low nitrogen levels. **J. Agric. Sci.**, v.77, n.2, p.123-134, 1971.
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **J. Agric. Sci.**, v.82, n.2, p.165-172, 1974.
- ERICKSON, R.O., MICHELINI, F.J. The plastochron index. **Am. J. Bot.**, v.44, n.4, p.209-296, 1957.
- FAGUNDES, J.L., SILVA, S.C., PEDREIRA, C.G.S., SBRISSIA, A.F., CARNEVALLI, R.A., CARVALHO, C.A.B., PINTO, L.F.M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agric.**, v.56, n.4, p.1141-1150, 1999a.

- FAGUNDES, J.L., SILVA, S.C., PEDREIRA, C.G.S., CARNEVALLI, R.A., CARVALHO, C.A.B., SBRISIA, A.F., PINTO, L.F.M. Intensidades de pastejo e a composição morfológica de pastos de *Cynodon* spp. **Scientia Agric.**, v.56, n.4, p.897-908, 1999b.
- FAGUNDES, J.L., SILVA, S.C., PEDREIRA, C.G.S., SBRISIA, A.F., CARVALHO, C.A.B., CARNEVALLI, R.A., PINTO, L.F.M., MOLAN, L.K., ROLIM, I.N.S. 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: UFPR, 1999c. p. 339-343.
- FERRAGINE, M.D., MONTEIRO, F.A., SILVA, S.C. Número de perfilhos e de folhas verdes em capim-braquiária submetido a doses de nitrogênio e de potássio. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 314-317.
- GARAY, A.H., MATTHEW, C., HODGSON, J. Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. **Grass and Forage Sci.**, v.54, n.3, p.347-356, 1999.
- GAUTIER, H., VARLET-GRANHER, C. Regulation of leaf growth of grass by blue light. **Physiol. Plant.**, v.98, n.2, p.424-430, 1996.
- GHISI, O.M.A.A., PEDREIRA, J.V.S. Características agronômicas das principais *Brachiaria* spp. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *Brachiaria*, 1, 1987. Nova Odessa, Instituto de Zootecnia. **Anais...** p.19-57.
- GOMIDE, J.A. Produção de leite em regime de pasto. **Rev. Bras. Zootec.**, v.22, n.4, p.591-613, 1993.
- GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A., GRASSELLI, L.C.P., PACIULLO, D.S. Aspectos fisiológicos da rebrota do capim-Mombaça (*Panicum maximum*) sob quatro intensidades de desfolha. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p.395-398.
- GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.
- GRANT, S.A., BARTHRAM, G.T., TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Sci.**, v.36, n.3, p.155-168, 1981.

- GRANT, S.A., BARTHAM, G.T., TORVELL, L., KING, J., SMITH, H.K. Sward management, lamina turnover and tiller population density in continuously stocked *Lolium perenne*-dominated swards. **Grass and Forage Sci.**, v.38, n.4, p.333-344, 1983.
- GRANT, S.A., ELSTON, D.A., BARTHAM, G.T. Problems of estimation tissue turnover in grass swards in the presence of grazing animals. **Grass and Forage Sci.**, v.44, n.1, p.47-54, 1989.
- GRANT, S.A., MARRIOTT, C.A. Detailed studies of grazed swards – techniques and conclusions. **J. Agric. Sci.**, v.122, n.1, p.1-6, 1994.
- GRASSELLI, L.C.P., GOMIDE, C.A.M., PACIULLO, D.S.C., GOMIDE, J.A. Características morfológicas e estruturais de um relvado de *B. decumbens* sob lotação contínua. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 3p. (CD ROM).
- HERLING, V.R., SISTI, C.P.J., LUZ, P.H.C., LIMA, C.G., RODRIGUES, L.R.A., PLAZZA, C., RUFATTO, J.C., LEITE, D.M.O. Eliminação de meristema apical e perfilhamento do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq cv. Mombaça) sob pastejo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 375-379.
- HODGSON, J. Nomenclature and definitions in grazing studies. **Grass and Forage Sci.**, v.34, n.1, p.11-18, 1979.
- HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15, 1985, Kyoto, Japan. **Proceedings...**, Kyoto, 1985. p.63-66.
- HODGSON, J.G. **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 Sci.**, v.18, n.5, p.715-719, 1978.
- HUNT, L.A. Some implications of death and decay in pasture production. **J. Br. Grassl. Soc.**, v.20, n.1, 1965.
- JONES, M.B. A comparison of sward development under cutting and continuous grazing management. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM – PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 13, 1981, England. **Proceedings...**, England: C.E. WRIGHT-BRITISH GRASSLAND SOCIETY, 1981. p.63-67.

- JONES, R.J., NELSON, C.J., SLEPER, D.A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Sci.**, v.19, n., p.631-634, 1979.
- KING, J., SIM, E.M., BARTHRAM, G.T., GRANT, S.A., TORVELL, L. Photosynthetic potential of ryegrass pastures when released from continuous stocking management. **Grass and Forage Sci.**, v.43, n.1, p.41-48, 1988.
- KORTE, C.J., WATKIN, B.R., HARRIS, W. Tillering in 'Grasslands Nui' perennial ryegrass swards. 1. Effect of cutting treatments on tiller appearance and longevity, relationship between tiller age and weight, and herbage production. **N. Z. J. Agric. Res.**, v.28, n.4, p.437-447, 1985.
- LANGER, R.H.M. **How grasses grow**. London, Edward Arnold, 1972. 60p. (Studies in Biology, 34).
- 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. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 117-144.
- LIDLAW, A.S., WITHERS, J.A., TOAL, L.G. The effect of surface height of swards continuously stocked with cattle on herbage production and clover content over four years. **Grass Forage Sci.**, v.50, n.1, p.48-54, 1995.
- MARRIOTT, C.A., BARTHRAM, G.T., BOLTON, G.R. Seasonal dynamics of leaf extension and losses to senescence and herbivory in extensively managed sown ryegrass-white clover swards. **J. Agric. Sci.**, v.132, n.1, p.77-89, 1999.
- MATTHEW, C., ASSUERO, S.G., BLACK, C.K., HAMILTON, N.R.S. Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 109-133.
- MONTEIRO, A.L.G., CORSI, M., CARVALHO, D.D. Frequência de corte e intensidades de desfolha em duas cultivares de alfafa (*Medicago sativa*, L.). 1. Peso, número, produção estacional e dinâmica de aparecimento de brotações basilares. **Rev. Bras. Zootec.**, v.28, n.3, p.446-452, 1999.
- NELSON, C.J., ASAY, K.H., SLEPER, D.A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Sci.**, v. 17, n., p.449-452, 1977.

NELSON, C.J., ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: OCCASIOONAL SYMPOSIUM – PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 13, 1981, England. **Proceedings...**, England: C.E. WRIGHT – BRITISH GRASSLAND SOCIETY, 1981. p.25-29.

OLIVEIRA, M.A. **Estudo de crescimento e valor nutritivo do capim braquiária (*Brachiaria decumbens*, Stapf)**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1980. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1980.

OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., MARTINEZ Y HUAMAN, C.A., GARCIA, R., GOMIDE, J.A., CECON, P.R. Análise de crescimento do capim-bermuda 'Tifton85' (*Cynodon* spp.). **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1930-1938, 2000a.

OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., MARTINEZ Y HUAMAN, C.A., GARCIA, R., GOMIDE, J.A., CECON, P.R., SILVEIRA, P.R. Características morfogênicas e estruturais do capim-bermuda 'Tifton85' (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1939-1948, 2000b.

PACIULLO, D.S.C., GOMIDE, J.A., RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Rev. Bras. Zootec.**, v.27, n.6, p.1069-1075, 1998.

PARSONS, A.J., LEAFE, E.L., COLLETT, B., STILES, W. The physiology of grass production under grazing. I. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously-grazed swards. **J. App. Ecol.**, v.20, n.1, p.117-126, 1983a.

PARSONS, A.J., LEAFE, E.L., COLLETT, B., PENNING, P.D., LEWIS, J. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously grazed swards. **J. App. Ecol.**, 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 the use of exclusion cages in continuously stocked swards. **Grass and Forage Sci.**, v.39, n.1, p.1-9, 1984.

PARSONS, A.J., JOHNSON, I.R., WILLIAMS, J.H.H. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. **Grass and Forage Sci.**, v.43, n.1, p.1-14, 1988.

PARSONS, A.J., PENNING, P.D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Sci.**, v.43, n.1, p.15-27, 1988.

- PEACOCK, J.M. Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. I. The thermal microclimate: its measurement and relation to crop growth. **J. App. Ecol.**, v.12, n.1, p.99-113, 1975.
- PEARSE, P.J., WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **J. Agric. Sci.**, v.103, n.2, p.405-413, 1984.
- PIGATTO, A.G., QUADROS, F.L.F., BANDINELLI, D.G., MARCHEZAN, E., ROCHA, M.G. Morfogênese de *Lolium multiflorum* (azevém) e *Paspalum urvillei* em áreas de várzea sob o efeito de diferentes níveis de adubação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 3p. (CD ROM).
- PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Rev. Bras. Zoot.**, v.23, n.3, p.313-326, 1994a.
- PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M., LOPES, N.F. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Rev. Bras. Zoot.**, v.23, n.3, p.327-332, 1994b.
- PINTO, L.F.M., SILVA, S.C., BARIONI, L.G., PEDREIRA, C.G.S., CARNEVALLI, R.A., SBRISIA, A.F., CARVALHO, C.A.B., FAGUNDES, J.L., WATANABE, L.H., MACHADO, F.C. Herbage accumulation dynamics in grazed swards of *Cynodon* spp. SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 353-357.
- PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras**. 1979. 343p.
- ROBSON, M.J. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. 1. Leaf growth and dry weight change as related to the ceiling yield of a seedling sward. **Ann. Bot.**, v.37, n.4, p.487-500, 1973.
- SBRISIA, A.F., SILVA, S.C., MATTHEW, C., PEDREIRA, C.G.S., CARVALHO, C.A.B., CARNEVALLI, R.A., FAGUNDES, J.L., PINTO, L.F.M., CORTUCCI, M., RODRIGUES, E.R. Tiller size/density compensation in grazed swards of *Cynodon* spp. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 348-352.
- SILSBURY, J.H. Interrelations in the growth and development of *Lolium*. II. Tiller number and dry weight at low density. **Aust. J. Agric. Res.**, v.17, n.6, p.841-847, 1966.
- SILSBURY, J.H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grasslands**, v.4, n.1, p.17-36, 1970.

SILSBURY, J.H. The effects of temperature and light energy on dry weight and leaf area changes in seedling plants of *Lolium perenne* L. **Aust. J. Agric. Res.**, v.22, n.2, p.177-187, 1971.

SILVA, D.S., GOMIDE, J.A., QUEIROZ, A.C. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. Mott): 2 Efeito sobre o valor nutritivo, consumo de pasto e produção de leite. **Rev. Bras. Zoot.**, v.23, n.3, p.453-464, 1994.

SKINNER, R.H., NELSON, C.J. Estimation of potential tiller production and site usage during tall fescue canopy development. **Ann. Bot.**, v.70, n.5, p.493-499, 1992.

SKINNER, R.H., NELSON, C.J. Role of leaf appearance rate and coleoptile tiller in regulating tiller production. **Crop Sci.**, v.34, n.1, p.71-75, 1994.

TALLOWIN, J.R.B. An interpretation of tiller number changes under grazing. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM – PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 13, 1981, England. **Proceedings...**, England: C. E. WRIGHT – BRITISH GRASSLAND SOCIETY, 1981. p.77-80.

TRINDADE, J.P.P., ROCHA, M.G., QUADROS, F.L.F. Morfogênese do capim Caninha (*Andropogon lateralis* Nees.) sob o efeito do pastejo e do fogo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999a. p. 277-280.

VAN LOO, E.N. Tillering, leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials. **Ann. Bot.**, v.70, n.6, p.511-518, 1992.

VIÉGAS, J., NABINGER, C., MEDEIROS, R.B., SAIBRO, J.C. Forage accumulation of annual ryegrass as function of solar radiation absorption. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 387-394.

WILHELM, W.W., McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Sci.**, v.35, n.1, p.1-3, 1995.

WILHELM, W.W., NELSON, C.J. Growth analysis of tall fescue genotypes differing in yield and leaf photosynthesis. **Crop Sci.**, v.18, n.6, p.951-954, 1978b.

WILHELM, W.W., NELSON, C.J. Leaf growth, leaf aging, and photosynthetic rate of tall fescue genotypes. **Crop Sci.**, v.18, n.5, p.769-772, 1978a.

WILLIAMS, K. The physiological and morphological effects of grazing on grasses. **Monograph table of contents**, 1996. 7p.

- WILMAN, D., PEARSE, P.J. Effects of applied nitrogen on grass yield, nitrogen content, tillers and leaves in field swards. **J. Agric. Sci.**, v.103, n.1, p.201-211, 1984.
- WOLEDGE, J., LEAFE, E.L. Single leaf and canopy photosynthesis in a ryegrass sward. **Ann. Bot.**, v.40, n.168, p.773-783, 1976.
- ZARROUGH, K.M., NELSON, C.J. Regrowth of genotypes of tall fescue differing in yield per tiller. **Crop Sci.**, v.20, n.4, p.540-544, 1980.
- ZARROUGH, K.M., NELSON, C.J., COUTTS, J.H. Relationship between tillering and forage yield of tall fescue. I. Yield. **Crop Sci.**, v.23, n.2, p.333-337, 1983.
- ZARROUGH, K.M., NELSON, C.J., SLEPER, D.A. Interrelationship between rates of appearance and tillering in selected tall fescue populations. **Crop Sci.**, v.24, n.3, p.565-569, 1984.
- ZIMMER, A.H., CORREA, E.S. A pecuária nacional, uma pecuária de pasto. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1, 1993. **Anais...** Instituto de Zootecnia, 1993, 199p.