

Composição Química e Digestibilidade *In Vitro* de Lâminas Foliaves e Colmos de Gramíneas Forrageiras, em Função do Nível de Inserção no Perfilho, da Idade e da Estação de Crescimento¹

Domingos Sávio Campos Paciullo², José Alberto Gomide³, Domingos Sávio Queiroz⁴, Eldo Antônio Monteiro da Silva⁵

RESUMO - Lâminas foliaves e segmentos de colmo das gramíneas forrageiras capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e capim-bermuda Tifton 85 (*Cynodon* sp) foram analisados quanto aos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina e aos coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), em duas estações de crescimento: verão e outono. As lâminas, amostradas no momento da exposição da lígula e 20 dias após, situavam-se nas posições inferior e superior do perfilho. Os segmentos de colmo avaliados foram os situados imediatamente abaixo da lâmina da posição superior. O colmo de capim-bermuda Tifton 85 apresentou 8,5 unidades percentuais a menos de FDA que os das outras duas gramíneas, que não diferiram entre si. Os teores médios de PB de lâminas foliaves exibiram pequena variação entre as espécies e diminuíram de 18,8 para 14,6%, após 20 dias de expansão, e de 18,9 para 14,5%, entre as lâminas das posições inferior e superior do perfilho. Lâminas da posição superior apresentaram mais elevados teores de FDN e lignina, independente da espécie, da estação e da idade. Os coeficientes de DIVMS reduziram a partir do momento da expansão da lâmina foliar e foram maiores em lâminas situadas no nível inferior e colhidas no outono. Entre as espécies, a DIVMS não variou em lâminas recém-expandidas, mas foi mais elevada em capim-bermuda Tifton 85 e mais baixa em capim-braquiária em lâminas com 20 dias após completa expansão. A DIVMS do colmo foi mais baixa em capim-braquiária (56,9%) e mais elevada em capim-bermuda Tifton 85 (59,6%) e capim-gordura (60,5%), que não diferiram entre si.

Palavras-chave: *Brachiaria decumbens*, *Cynodon* sp, fibra em detergente neutro, *Melinis minutiflora*, proteína bruta, valor nutritivo

Chemical Composition and *In Vitro* Digestibility of Leaf Blades and Stems of Forages Grasses, According to Level of Insertion on Grass Tiller, Age and Season of Growth

ABSTRACT - Chemical composition and the *in vitro* dry matter digestibility were evaluated in blades and stems at two stages of development and two insertion levels on tillers of signalgrass (*Brachiaria decumbens*), molassesgrass (*Melinis minutiflora*) and tifton 85 bermudagrass (*Cynodon* sp), in two seasons of the year (summer and autumn). Lower and upper leaf blades were sampled from the tillers, on the day of ligule exposure and 20 days thereafter, and stems segments located below of the upper leaf blade. The crude protein contents of leaf blades showed little differences among the species, but decreased with development from 18.8 to 14.6% and level of insertion from 18.9 to 14.5% from lower to upper position. Leaf blades of higher insertion level had a greater neutral detergent fiber and lignin concentrations. The IVDMD decreased as leaf aged and exhibited greater values when situated at lower insertion level and sampled in the autumn. The IVDMD of old leaf blades were higher to tifton 85 bermudagrass and lower to signalgrass. The average values of IVDMD of stems varied from 56.7 to 62.7%, according to stage of development and season of growth. The values were 56.9, 59.6 and 60.5% for the signalgrass, bermudagrass and molassesgrass, respectively.

Key Words: *Brachiaria decumbens*, crude protein, *Cynodon* sp, *Melinis minutiflora*, neutral detergent fiber, nutritive value

Introdução

Tradicionalmente, as forrageiras têm sido avaliadas por meio de estimativas da composição química e da digestibilidade *in vitro*. Os componentes químicos de um alimento se encontram no conteúdo celular, onde

os compostos solúveis são encontrados, e na parede celular, formada por componentes estruturais, cuja disponibilidade para o ruminante depende da fermentação por microorganismos. Dentre eles, destacam-se os teores de proteína bruta, no conteúdo celular, e de fibra em detergente neutro, na parede celular. Nor-

¹ Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à UFV para obtenção do título *Doctor Scientiae*.

² Bolsista de Recém-doutor da Embrapa Gado de Leite. E.mail: dscp@terra.com.br

³ Pesquisador IA do CNPq. Departamento de Zootecnia - UFV. Viçosa, MG.

⁴ Pesquisador da EPAMIG - UFV. Viçosa, MG.

⁵ Professor do Departamento de Biologia Vegetal - UFV. Viçosa, MG.

malmente, estes componentes guardam estreita correlação com a digestibilidade de forrageiras (WILSON e HATTERSLEY, 1989; QUEIROZ et al., 2000). Existem fortes evidências de que os polissacarídeos, quando isolados, apresentam relativa facilidade de degradação pelos microorganismos do rúmen ou por enzimas (HATFIELD, 1989). Entretanto, a degradação destes polissacarídeos presentes na forma natural, compondo a parede celular, é raramente completa e varia conforme o tecido examinado, a espécie e a idade da planta. As interações dos componentes da parede celular, particularmente entre os polifenóis e os carboidratos, exercem as maiores restrições à degradação da parede celular (HATFIELD et al., 1999). De fato, a lignina tem sido reconhecida como o principal componente químico a limitar a digestibilidade de forrageiras (WILSON et al., 1991; HATFIELD et al., 1999). O principal mecanismo de inibição parece ser por meio do impedimento físico do acesso ao centro de reação de constituintes potencialmente digestíveis, como a hemicelulose e a celulose, o que reduz a digestibilidade da forragem (JUNG e DEETZ, 1993).

A composição química e a digestibilidade variam, entre outros fatores, com a espécie, o estágio de maturidade, os fatores climáticos e o nível de inserção da folha no perfilho (WILSON, 1976a; WILSON et al., 1991; QUEIROZ et al., 2000). Lâminas foliares, comparadas em mesmo estágio de desenvolvimento, apresentam um gradiente de aumento nos teores de parede celular e decréscimo nos teores de proteína e na digestibilidade, da base para o topo do perfilho (WILSON, 1976a). Por outro lado, o avanço na idade da folha resulta em incremento nos componentes da parede celular e queda nos coeficientes de digestibilidade e nos teores de proteína bruta (WILMAN e MOGHADDAM, 1998).

De acordo com BUXTON e FALES (1994), nenhum fator isolado influencia tanto a qualidade da forragem quanto o estágio de desenvolvimento da planta, entretanto, o ambiente em que a planta se desenvolve modifica o impacto da idade. Entre os fatores climáticos, a temperatura tem papel primordial sobre a qualidade da forragem. Temperaturas elevadas comprometem a digestibilidade da matéria seca da forragem, seja de gramíneas ou leguminosas e de colmos ou folhas (WILSON, 1982; WILSON et al., 1991). A baixa digestibilidade observada em plantas que se desenvolvem sob condições de elevadas temperaturas, pode ser atribuída a dois fatores principais. Primeiro, as atividades metabólicas da planta são

aceleradas sob altas temperaturas de crescimento, o que causa decréscimo no conjunto de metabólitos do conteúdo celular. Os produtos fotossintéticos são, dessa forma, rapidamente convertidos em componentes estruturais. E segundo, altas temperaturas ambientais resultam em aumento na lignificação da parede celular (VAN SOEST, 1994). Sob condições de campo, os fatores climáticos interagem determinando alterações qualitativas na planta forrageira. Em geral, mais altos valores de digestibilidade são observados durante as estações frias (outono/inverno) que durante as estações quentes (primavera/verão), sendo que a taxa de declínio na digestibilidade com o avanço no desenvolvimento é mais alta na estação quente (JONHSON et al., 1973; MACADAM et al., 1996).

Os efeitos do nível de inserção e de estação de crescimento sobre características nutritivas ainda não estão totalmente elucidados, considerando o pequeno número de trabalhos desenvolvidos nesta área e o elevado número de espécies utilizadas na formação de pastagens. Além disso, os efeitos do clima na maioria das vezes são inconsistentes (WILSON et al., 1991; QUEIROZ et al., 2000) e os de nível de inserção aparecem confundidos, principalmente, com os efeitos de idade da folha (QUEIROZ et al., 2000).

Neste trabalho, foram avaliados os efeitos de duas idades e de dois níveis de inserção sobre a composição química e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de lâminas foliares e segmentos de colmo de três gramíneas forrageiras, cultivadas no verão e no outono.

Material e métodos

Descrição do experimento

As gramíneas forrageiras capim-gordura (*Melinis minutiflora*), capim-bermuda Tifton 85 (*Cynodon sp*) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) foram cultivadas em área do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. Viçosa localiza-se a 20°45' de latitude sul e 42°54' de longitude oeste, a uma altitude média de 650 m. Seu clima é do tipo Cwb (classificação Köppen), clima tropical de altitude, com verões quentes e chuvosos. As principais variáveis climáticas predominantes durante a fase de avaliação do experimento são apresentadas na Tabela 1.

As gramíneas foram plantadas em novembro de 1996, cada espécie em uma parcela de 20 m², sendo o experimento iniciado em dezembro de 1998. Após corte de uniformização, realizado com cutelo, a altura

Tabela 1 - Variáveis climáticas observadas durante o período experimental

Table 1 - Climatic variables observed during the experimental period

Mês/ano <i>Month/year</i>	Precipitação total (mm) <i>Rainfall</i>	Temperatura máx. média (°C) <i>Maximum average temperature</i>	Temperatura min. média (°C) <i>Minimum average temperature</i>
Dezembro/98 <i>December/98</i>	105,3	28,9	18,3
Janeiro/99 <i>January/99</i>	154,2	30,3	18,9
Fevereiro/99 <i>February/99</i>	88,1	29,9	18,4
Março/99 <i>March/99</i>	273,7	28,5	17,8
Abril/99 <i>April/99</i>	36,5	27,6	16,1
Maio/99 <i>May/99</i>	2,0	25,3	12,1
Junho/99 <i>June/99</i>	13,2	21,8	11,5

de 5 cm acima do solo, foi feita adubação em cobertura com sulfato de amônio (60 kg/ha de N), cloreto de potássio (60 kg/ha de K₂O) e superfosfato simples (80 kg/ha de P₂O₅).

O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado com duas repetições, em esquema fatorial com três espécies x dois níveis de inserção x duas idades x duas estações de crescimento. Foram selecionados e identificados com anéis de mesma coloração quatro grupos de 10 perfilhos em cada parcela. O critério para orientar na colheita dos perfilhos baseou-se no nível de inserção e na idade da folha. Os perfilhos foram vistoriados periodicamente para se determinar o momento da colheita. No primeiro grupo de dez perfilhos, coletou-se a 3ª folha, da base para o topo, do perfilho de capim-braquiária e capim-gordura e a 4ª folha de capim-bermuda Tifton 85 (folhas de nível de inserção inferior), no momento da completa expansão (idade 0), caracterizado pelo aparecimento da lígula. No segundo grupo de perfilhos, foram retiradas folhas do nível de inserção inferior, porém 20 dias após o aparecimento da lígula (idade 20). No terceiro grupo de perfilhos, coletou-se a 7ª folha de capim-braquiária e capim-gordura e a 11ª de capim-bermuda Tifton 85 (folhas de nível de inserção superior) na idade 0. No quarto grupo de perfilhos, amostraram-se folhas na idade 20 e situadas no nível de inserção superior. A colheita de cada grupo de perfilhos foi realizada em um mesmo dia para as três espécies.

Foi amostrado o segmento de colmo localizado imediatamente abaixo da folha de nível de inserção superior, apenas tendo em vista que, no momento da colheita da folha de nível de inserção inferior, o colmo não havia sido formado, existindo apenas pseudocolmo. No momento da colheita, os segmentos de colmo apresentavam seus tecidos diferenciados. Por isso, aqueles associados às folhas recém-expandidas foram chamados de colmos jovens e os associados às folhas com 20 dias após exposição da lígula foram chamados de colmos em idade avançada.

Foram realizadas avaliações em duas estações de crescimento, visando identificar os possíveis efeitos dos fatores climáticos sobre as características avaliadas. Nos meses de dezembro/98 e janeiro/99, foram amostrados os perfilhos do crescimento de verão. No final do mês de março, as plantas foram novamente cortadas e adubadas (mesmos níveis aplicados para o crescimento de verão). Nos meses de maio e junho de 1999, colheram-se amostras de perfilhos do crescimento de outono (Tabela 2).

Visando obter quantidade de material suficiente para análises químicas, outro grupo de perfilhos foi colhido no momento da amostragem dos perfilhos identificados. Nestes perfilhos, procurou-se amostrar lâminas de mesmo nível de inserção e de idade semelhante aos dos perfilhos marcados.

Foram realizadas irrigações na área experimental sempre que se observava período de uma semana sem chuva.

Tabela 2 - Datas de colheitas dos perfilhos, de acordo com a idade e com o nível de inserção da folha no perfilho

Table 2 - Dates of harvests of tillers according to age and level of insertion on grass tiller

Nível de inserção <i>Level of insertion</i>	Idade (Dias) <i>Age (Days)</i>	Data da colheita <i>Date of harvest</i>
Verão <i>Summer</i>		
Inferior <i>Lower</i>	0	20/12/1998
Superior <i>Upper</i>	20	09/01/1999
Inferior <i>Lower</i>	0	10/01/1999
Superior <i>Upper</i>	20	30/01/1999
Outono <i>Autumn</i>		
Inferior <i>Lower</i>	0	03/05/1999
Superior <i>Upper</i>	20	23/05/1999
Inferior <i>Lower</i>	0	30/05/1999
Superior <i>Upper</i>	20	19/06/1999

Análises químicas

De cada perfilho, amostraram-se a lâmina e o segmento de colmo pré-determinados. Este material foi levado à estufa para secagem a 60°C. Depois de secas, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm de abertura e acondicionadas em vidros para análises posteriores.

Foram analisados os teores de matéria seca (MS) a 105°C, segundo SILVA (1990); proteína bruta (PB), segundo o método semimicro Kjeldhal, usando fator 6,25 para conversão de nitrogênio em proteína bruta (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC, 1970); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina no resíduo do detergente ácido com uso de permanganato de potássio, segundo Van Soest e Wine (1968), citados por SILVA (1990). Os teores de hemicelulose e celulose foram estimados por diferença. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) seguiu metodologia de TILLEY e TERRY (1963).

Análises estatísticas

Os resultados referentes à análise química e à digestibilidade *in vitro* da matéria seca foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1995), para verificação dos efeitos da espécie, da idade e da estação de crescimento, para as lâminas foliares e os colmos, além do efeito do nível de inserção no perfilho, para as lâminas, apenas.

As interações significativas foram desdobradas e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Composição química e DIVMS do colmo

O avanço no desenvolvimento do colmo resultou em aumentos ($P < 0,05$) dos teores de FDN (78,9 para 84,6%) e FDA (54,3 para 59,4%) e redução ($P < 0,01$) nos valores de PB (7,2 para 4,6%). Este comportamento pode ser atribuído à intensa deposição de lignina na parede celular. Enquanto os teores de celulose e hemicelulose não aumentaram com a idade, os de lignina se elevaram ($P < 0,01$) de 3,2 a 6,0 unidades percentuais, dependendo da espécie (Tabela 3). Mais altos teores de lignina em segmentos de colmo jovens foram observados em capim-braquiária e capim-bermuda Tifton 85, embora a última espécie tenha apresentado menor incremento com a idade.

A estação de crescimento influenciou os teores de lignina no colmo apenas no estágio de desenvolvimento mais avançado, quando foram observados os maiores ($P < 0,05$) valores no verão (Tabela 3). A literatura demonstra a intensa deposição de lignina em condições de temperaturas elevadas (FORD et al., 1979; WILSON et al., 1991). Mais altos ($P < 0,01$) valores de FDA foram também observados no verão (59,9 contra 53,8% obtido no outono), o que pode ser atribuído aos mais elevados teores de lignina e de celulose (50,2% no verão e 45,9% no outono) observados nesta estação.

Observou-se a interação ($P < 0,05$) estações de crescimento x espécies sobre os teores de FDN e de PB (Tabela 4). Diferenças entre as gramíneas foram observadas apenas no outono, enquanto, no verão, os teores de FDN foram mais elevados e os de PB mais baixos que no outono, independente da espécie (Tabela 4). Os mais altos valores de constituintes da parede celular encontrados no verão reforçam os efeitos, principalmente, das elevadas temperaturas nesta estação. Progressivamente, com o desenvolvimento, parte dos metabólitos oriundos da fotossíntese é transformada em componentes estruturais. Em condições de temperaturas mais elevadas, como nos trópicos, a mais intensa atividade metabólica converte os produtos fotossintéticos rapidamente em componentes estruturais (VAN SOEST, 1994). Isto explica, em grande parte, a menor qualidade de gramíneas forrageiras tropicais relativamente às temperadas (WILSON et al., 1991). Maior incremento de FDN foi observado no capim-braquiária (8,1 unidades percentuais) e menor no capim-bermuda Tifton 85 (2,0 unidades percentuais). O capim-gordura se mostrou

Tabela 3 - Teores de lignina (% na MS) de segmentos de colmo, conforme a idade, a estação de crescimento e a espécie
 Table 3 - Lignin content (% DM) in stem segments, according to age, season of growth and specie

Idade Age	Estação de crescimento Season of growth		Espécie Specie		
	Verão Summer	Outono Autumn	Capim-braquiária Signalgrass	Capim-gordura Molassesgrass	Capim-bermuda Tifton 85 Tifton 85 bermudagrass
			Lignina Lignin		
Jovem Young	5,9 ^{Ba}	5,0 ^{Ba}	6,0 ^{Bab}	4,2 ^{Bb}	6,2 ^{Ba}
Avançada Old	12,2 ^{Aa}	8,7 ^{Ab}	11,7 ^{Aa}	10,2 ^{Aab}	9,4 ^{Ab}

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas comparam estações de crescimento ou espécies e maiúsculas nas colunas, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means followed by different letters, small in the row compare seasons of growth or species and capital in the column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

intermediário, com aumento de 5,7 unidades percentuais (Tabela 4).

Apenas os teores de FDA, celulose e hemicelulose mostraram efeito isolado de espécie (Tabela 5). O capim-bermuda Tifton 85 apresentou mais baixos teores de celulose e FDA e mais altos de hemicelulose que o capim-braquiária e o capim-gordura, que não diferiram entre si. Ficam evidentes as diferenças entre as espécies para a composição da fração fibrosa. Tais diferenças podem influenciar a digestão da parede celular das espécies avaliadas. Tem sido aceito que a lignina é o principal componente químico da parede celular a limitar a digestibilidade das forrageiras. O efeito negativo advém de ligações da lignina com os polissacarídeos da parede celular, notadamente a hemicelulose, que impede o acesso de enzimas fibrolíticas ao centro de reação dos carboidratos (JUNG e DEETZ, 1993). Entretanto, segundo HATFIELD et al. (1999), as diferentes associações entre os demais componentes da parede celular, como os polissacarídeos e as proteínas estruturais (principalmente a extensina), também causam significativo impacto na taxa e na extensão de degradação da parede celular. Quando isolados, os polissacarídeos possuem relativa facilidade de degradação (HATFIELD, 1989). Entretanto, na parede celular, estes polissacarídeos apresentam variável digestibilidade, dependente não só da lignificação, mas também de propriedades intrínsecas desses polissacarídeos, como a cristalinidade das moléculas de celulose (VAN SOEST, 1994).

O colmo de capim-braquiária foi o menos digestível ($P < 0,05$), com 56,9%, contra 59,6 e 60,5%, respectivamente, do capim-bermuda Tifton 85 e capim-gordura,

que não diferiram entre si. A mais baixa digestibilidade em colmo de capim-braquiária pode ser atribuída ao mais alto teor de lignina na idade mais avançada.

A digestibilidade foi mais elevada ($P < 0,01$) em colmos jovens no outono, não sendo observado efeito de idade no verão. Diferenças entre as estações

Tabela 4 - Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) (% na MS) de segmentos de colmo, conforme a estação de crescimento e a espécie
 Table 4 - Neutral detergent fiber (NDF) and crude protein (CP) contents (% DM) of stem segments, according to season of growth and specie

Estação de crescimento Season of growth	Espécie Specie		
	Capim-braquiária Signalgrass	Capim-gordura Molassesgrass	Capim-bermuda Tifton 85 Tifton 85 bermudagrass
			FDN NDF
Verão Summer	84,1 ^{Aa}	85,1 ^{Aa}	84,1 ^{Aa}
Outono Autumn	76,0 ^{Bc}	79,4 ^{Bb}	82,1 ^{Ba}
			PB CP
Verão Summer	3,6 ^{Ba}	4,3 ^{Ba}	4,4 ^{Ba}
Outono Autumn	8,6 ^{Aa}	7,8 ^{Aab}	6,6 ^{Ab}

Médias seguidas de letras diferentes, em cada componente químico, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means followed by different letters, for each chemical component, small in the row and capital in the column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

Tabela 5 - Teores de fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) (% na MS) de segmentos de colmo, conforme a espécie

Table 5 - Acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL) and hemicellulose (HEM) (% DM) in stem segments, according to specie

Constituinte químico <i>Chemical constituent</i>	Espécie <i>Specie</i>		
	Capim-braquiária <i>Signalgrass</i>	Capim-gordura <i>Molassesgrass</i>	Capim-bermuda Tifton 85 <i>Tifton 85 bermudagrass</i>
FDA	60,0 ^a	59,4 ^a	51,2 ^b
ADF			
CEL	50,3 ^a	51,5 ^a	42,4 ^b
HEM	22,2 ^b	20,7 ^b	31,8 ^a

Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, são diferentes (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Means followed by different letters, in the row, are different (P<.05) by Tukey test.

foram observadas apenas em colmos jovens, quando amostras do outono exibiram mais alta (P<0,01) digestibilidade (Tabela 6). Em geral, observa-se que a variação dos valores foi de pequena magnitude. Esperava-se mais intensa redução na digestibilidade com o desenvolvimento do colmo, principalmente no verão, uma vez que, à idade mais avançada e na estação de verão, o colmo apresentou mais elevadas concentrações dos componentes estruturais (FDN, FDA e lignina) e mais baixos teores de PB. Provavelmente, os elevados teores de FDN e FDA em segmentos de colmo jovens, respectivamente, de 78,9 e 54,3%, combinados com a baixa concentração de PB (7,2%), tenha sido suficiente para limitar a digestão e provocar a baixa variação da DIVMS no colmo.

Composição química e DIVMS da Lâmina foliar

Observaram-se efeitos isolados da idade e do nível de inserção sobre os teores de FDN; de estação de crescimento sobre os teores de FDA; e de espécie e nível de inserção sobre os teores de lignina na lâmina foliar. Os teores de FDN foram mais elevados (P<0,05) em lâminas de idade avançada (67,9% contra 65,6% em lâminas recém-expandidas) e amostradas no nível de inserção superior (68,6% contra 64,9% de lâminas de inserção inferior). Os teores de FDA foram mais elevados (P<0,05) em lâminas amostradas na estação de verão.

Entre as espécies, o capim-braquiária foi a que apresentou mais alto (P<0,05) teor de lignina (4,0%), sendo que as duas outras espécies não diferiram entre si (3,1%). Lâminas do nível de inserção supe-

Tabela 6 - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%) de segmentos de colmos, conforme a idade e a estação de crescimento

Table 6 - *In vitro* dry matter digestibility (%) of stem segments, according to age and season of growth

Idade <i>Age</i>	Estação de crescimento <i>Season of growth</i>	
	Verão <i>Summer</i>	Outono <i>Autumn</i>
	DIVMS IVDM	
Jovem <i>Young</i>	58,4 ^{Ab}	62,7 ^{Aa}
Avançada <i>Old</i>	56,7 ^{Aa}	58,2 ^{Ba}

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, são diferentes (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Mean followed by different letters, small in the row and capital in the column, are different (P<.05) by tukey test.

rior apresentaram mais alto (P<0,05) teor de lignina (3,5%) que as da base do perfilho (3,1%).

Os teores de FDN, mais elevados (P<0,01) em capim-bermuda Tifton 85, e os de lignina, maiores (P<0,05) em lâminas aos 20 dias após exposição da lígula, foram mais elevados (P<0,05) no verão, com exceção dos valores de FDN em capim-bermuda Tifton 85 e de lignina em lâminas aos 20 dias após exposição da lígula (Tabela 7). Este comportamento repete os resultados encontrados no colmo e pode ser atribuído às mais elevadas temperaturas ocorridas no verão (WILMAN e MOGHADDAM, 1998).

Observou-se interação (P<0,05) do nível de inserção com a idade e a espécie sobre os teores de FDA das lâminas (Tabela 8). Mais altos teores de FDA em lâminas recém-expandidas foram observados nas folhas do nível de inserção superior, cujo teor de FDA não foi influenciado pela idade; já os teores de FDA das lâminas da posição inferior cresceram com a idade. Os teores de FDA não se alteraram em função da espécie, mas foram maiores (p<0,01) em lâminas do nível de inserção superior, com exceção do capim-bermuda Tifton 85 (Tabela 8).

As diferenças dos teores de FDN e FDA entre lâminas das posições inferior e superior do perfilho decorrem dos mais elevados teores de lignina e de celulose (Tabela 9) em lâminas do topo do perfilho. Por outro lado, o nível de inserção influenciou os teores de hemicelulose apenas no capim-bermuda Tifton 85. O mais longo período de alongamento das folhas da posição superior (ROBSON, 1973; GOMIDE, 1997) contribuiu para os mais elevados

Tabela 7 - Teores de lignina e fibra em detergente neutro (FDN) (% na MS) de lâminas foliares, conforme a estação de crescimento, a idade e a espécie

Table 7 - Lignin and neutral detergent fiber (NDF) contents (% DM) of leaf blades, according to season of growth, age and specie

Estação de crescimento <i>Season of growth</i>	Idade (dias) <i>Age (days)</i>		Espécie <i>Specie</i>		
	0	20	Capim- braquiária Signalgrass <i>bermudagrass</i>	Capim- gordura Molassesgrass	Capim-bermuda Tifton 85 <i>Tifton 85</i>
	Lignina <i>Lignin</i>		FDN <i>NDF</i>		
Verão <i>Summer</i>	3,1 ^{Ab}	4,3 ^{Aa}	67,6 ^{Ab}	65,7 ^{Ab}	71,0 ^{Aa}
Outono <i>Autumn</i>	2,9 ^{Ab}	3,5 ^{Ba}	65,6 ^{Bb}	60,8 ^{Bc}	69,9 ^{Aa}

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas comparam idades ou espécies e maiúsculas nas colunas, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means followed by different letters, small in the row compare ages or species and capital in the column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

teores de FDN, uma vez que a deposição dos constituintes de parede celular aumenta linearmente com a idade.

Os valores de PB na lâmina foliar variaram de 13,2 a 21,8%, dependendo da idade e do nível de inserção da folha no perfilho (Tabela 10). O decréscimo da PB foi mais acentuado nas lâminas de baixo nível de inserção, sendo que mais baixos teores foram observados em lâminas do topo e na idade mais avançada. Não foi detectada variação dos valores entre as espécies. MILFORD e MINSON (1966) demonstraram que o consumo de MS das forrageiras tropicais foi positivamente influenciado pelo teor protéico da forragem até o nível de 7%, permanecendo inalterado para teores de proteína acima desse valor.

Enquanto a elevada concentração de proteína das forrageiras avaliadas favorece o consumo voluntário, os teores de FDN observados representam condições negativas para o consumo. A FDN representa a fração química do volumoso que guarda a mais estreita correlação com o consumo, sendo que valores de constituintes de parede celular acima de 55 a 60% se correlacionam negativamente com o consumo de forragem (VAN SOEST, 1965; MERTENS, 1987).

Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da lâmina foliar refletem interações da idade com os fatores estação de crescimento, nível de inserção e espécie (Tabela 11). Independente de qualquer outro fator, a digestibilidade apresentou acentuada redução com o aumento da idade, evidenciando que o estágio

Tabela 8 - Teores de fibra em detergente ácido (% na MS) de lâminas foliares, conforme o nível de inserção, a idade e a espécie

Table 8 - Acid detergent fiber content (% DM) of leaf blades, according to level of insertion, age and specie

Nível de inserção <i>Level of insertion</i>	Idade (dias) <i>Age (days)</i>		Espécie <i>Specie</i>		
	0	20	Capim- braquiária Signalgrass	Capim- gordura Molassesgrass	Capim-bermuda Tifton 85 <i>Tifton 85 bermudagrass</i>
			FDA ADF		
Inferior <i>Lower</i>	39,8 ^{Bb}	43,2 ^{Aa}	42,5 ^{Ba}	40,1 ^{Ba}	41,7 ^{Aa}
Superior <i>Upper</i>	43,5 ^{Aa}	44,2 ^{Aa}	44,6 ^{Aa}	44,4 ^{Aa}	42,6 ^{Aa}

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas comparam idades ou espécies e maiúsculas nas colunas, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means followed by different letters, small in the row compare ages or species and capital in the column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

Tabela 9 - Teores de celulose e hemicelulose (% na MS) de lâminas foliares, conforme o nível de inserção e a espécie

Table 9 - Cellulose and hemicellulose contents (% DM) of leaf blades, according to level of insertion and specie

Nível de inserção <i>Level of insertion</i>	Espécie <i>Specie</i>		
	Capim-braquiária <i>Signalgrass</i>	Capim-gordura <i>Molassesgrass</i>	Capim-bermuda Tifton 85 <i>Tifton 85 bermudagrass</i>
		Celulose <i>Cellulose</i>	
Inferior <i>Lower</i>	37,5 ^{Ba}	35,8 ^{Ba}	37,4 ^{Aa}
Superior <i>Upper</i>	39,8 ^{Aa}	39,9 ^{Aa}	37,9 ^{Aa}
		Hemicelulose <i>Hemicellulose</i>	
Inferior <i>Lower</i>	23,0 ^{Ab}	21,2 ^{Ab}	26,6 ^{Aa}
Superior <i>Upper</i>	23,4 ^{Ab}	20,7 ^{Ab}	30,0 ^{Ba}

Médias seguidas de letras diferentes, em cada componente químico, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means followed by different letters, for each chemical component, small in the row and capital in the column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

de desenvolvimento é o mais importante fator a influenciar o valor nutritivo de gramíneas forrageiras, conforme relatos de BUXTON e FALES (1994). Este fato é resultado de aumentos nas concentrações da FDN e da lignificação da parede celular e de redução dos compostos solúveis com o avanço no desenvolvimento da lâmina foliar. Incrementos nos componentes estruturais e queda nos teores de proteína comprometem a atividade microbiana, determinando diminuição na digestibilidade da forrageira.

A digestibilidade de lâminas recém-expandidas não variou conforme a espécie, mas aos 20 dias após completa expansão foi mais elevada no capim-bermuda Tifton 85 e mais baixa no capim-braquiária (Tabela 11). Nenhum componente da parede celular variou significativamente entre as gramíneas para explicar a diferença de 5,7 unidades percentuais entre os coeficientes de digestibilidade do capim-bermuda Tifton 85 e do capim-braquiária, na idade mais avançada. Ao contrário do esperado, os mais elevados teores de FDN na lâmina do capim-bermuda Tifton 85 não se associam aos valores de digestibilidade. Esta aparente contradição, já relatada na literatura (HILL et al., 1998), parece ser explicada pela menor ocorrência de ligações tipo éter envolvendo

o ácido ferúlico (Mandebvu et al., 1998, citados por HILL et al., 1998). Conseqüentemente, a digestibilidade da fibra em forragem de capim-bermuda Tifton 85 parece ser favorecida, devido a menores impedimentos físicos à ação microbiana. Apenas os teores de lignina, diferentes entre as espécies, poderiam explicar a menor digestibilidade em lâminas de capim-braquiária; entretanto, a variação de 0,9 unidades percentuais parece pequena para justificar tal diferença.

Os valores de digestibilidade foram mais elevados no outono em lâminas recém-expandidas, não existindo efeito das estações sobre a DIVMS de lâminas com 20 dias após completa expansão. Em geral, mais altos valores de digestibilidade foram observados nas estações frias (outono/inverno) que nas estações quentes (primavera/verão) (MACADAM et al., 1996). WILSON (1982), em revisão dos efeitos de fatores climáticos sobre o valor nutritivo de espécies forrageiras, concluiu que a temperatura é o fator mais importante, sendo que a digestibilidade decresce de 0,08 a 1,81 unidades percentuais para cada grau centígrado de elevação na temperatura. Esta queda é atribuída à elevação dos teores de lignina (WILSON et al., 1991), embora alguns estudos não tenham encontrado aumento da lignificação em temperaturas mais elevadas (DIRVEN e DEINUM, 1977; FALES, 1986).

Maior taxa de declínio na digestibilidade com o avanço da maturidade foi verificada nas estações quentes (JONHSON et al., 1973; MACADAM et al., 1996). Nota-se que as taxas de declínio de 0,48 e 0,26 unidades percentuais/dia na digestibilidade das lâminas com a idade, respectivamente, no outono e no

Tabela 10 - Teores de proteína bruta (% na MS) de lâminas foliares, conforme o nível de inserção e a idade

Nível de inserção <i>Level of insertion</i>	Idade (dias) <i>Age (days)</i>	
	0	20
		PB CP
Inferior <i>Lower</i>	21,8 ^{Aa}	16,0 ^{Ab}
Superior <i>Upper</i>	15,7 ^{Ba}	13,2 ^{Bb}

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Means followed by different letters, small in the row and capital in the column, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

verão, calculadas a partir dos dados da Tabela 11, contradizem os resultados da literatura. Os valores evidenciam que, no verão, no momento da total expansão da lâmina foliar, a digestibilidade já se encontrava mais baixa que no outono, o que pode ter diminuído o efeito da idade sobre a digestibilidade de folhas expandidas no verão.

Lâminas foliares recém-expandidas da posição inferior do perfilho apresentaram mais elevada digestibilidade que as da posição superior. Após 20 dias da completa expansão, a variação da digestibilidade entre os níveis de inserção não alcançou significância estatística, embora a diferença de 3,1 unidades percentuais em favor da lâmina de inserção inferior possa ter alguma importância para a nutrição animal. A queda mais intensa da digestibilidade, com o avanço da idade em lâminas da posição inferior, pode ser atribuída ao rápido desenvolvimento e precoce início de senescência das folhas primeiramente formadas no perfilho. WILSON (1976a) observou decréscimos de 16,1 e 5,2 unidades percentuais na digestibilidade com a idade, respectivamente, em lâminas da base e do topo do perfilho.

QUEIROZ et al. (2000), trabalhando com as gramíneas forrageiras *Pennisetum purpureum*, *Hyparrhenia rufa* e *Setaria anceps*, encontraram mais altos coeficientes de digestibilidade em folhas inseridas no topo do perfilho, em comparação às da base. A discordância entre os resultados ora relatados e os descritos por QUEIROZ et al. (2000) pode ser atribuída à diferença na metodologia de amostragem do perfilho. Assim, no estudo de QUEIROZ (2000), os perfilhos foram colhidos quando a lâmina foliar da base se apresentava em início de senescência, tendo sua digestibilidade reduzida pela maturidade e a do topo era recém-expandida, o que pode explicar sua alta digestibilidade. Por outro lado, neste trabalho, em que se compararam lâminas foliares de mesma idade, evitou-se confundimento dos efeitos de nível de inserção com os de idade.

Os resultados evidenciam que, mesmo em idades comparáveis, as sucessivas lâminas foliares ao longo do perfilho constituem uma série de estruturas quimicamente diferentes. Lâminas foliares de mais alto nível de inserção apresentaram mais altas concentrações de constituintes da parede celular (FDN, FDA e lignina) e mais baixos teores de proteína e coeficientes de digestibilidade. Lâminas de qualquer nível de inserção apresentaram elevação dos seus teores de FDN e lignina e redução da digestibilidade e, conseqüentemente, do valor nu-

tritivo, com o avanço da idade, principalmente as de mais baixo nível de inserção.

A influência do nível de inserção pode representar implicações para a qualidade da forragem disponível para o animal em regime de pastejo, uma vez que as folhas localizadas na posição superior do perfilho de gramíneas são potencialmente menos digestíveis e mais pobres em proteína que as do estrato inferior. Sendo o consumo de forragem pelo ruminante positivamente correlacionado com a digestibilidade da matéria seca (MINSON e WILSON, 1994), pode-se inferir que o potencial de consumo de lâminas foliares varia inversamente com o nível de inserção no perfilho. Reforça esta hipótese o fato de que a maior proporção de tecidos de sustentação, principalmente feixes vasculares lignificados, em lâminas da posição superior, relativamente às lâminas da base do perfilho (WILSON, 1976b), influi negativamente no consumo de forragem pelo animal (MTENGETI et al., 1996; WILMAN et al., 1996). Reconhece-se, entretanto, que a forragem disponível para o animal em pastejo é composta de folhas e segmentos de colmo de diferentes níveis de inserção e de diferentes idades. Neste contexto, os mais altos teores de FDN e FDA e menores teores de PB e coeficientes de DIVMS nas folhas do topo relativamente às da base de mesma idade são um aparente paradoxo que pode ser explicado pela diferença de idade entre estas folhas. As possíveis vantagens nutricionais das folhas da base da planta podem desaparecer em função da mais avançada idade, como relatado por QUEIROZ (2000). Os dados deste estudo corroboram esta idéia, uma vez que a digestibilidade da lâmina da posição inferior em idade avançada, de 65,0%, foi semelhante à digestibilidade da lâmina recém-expandida da posição superior, de 66,6% (Tabela 11). Relatos da literatura mostram mais larga relação lâmina/colmo na camada mais alta do relvado, o que contribui para o decrescente gradiente de valor nutritivo do topo para a base do relvado (SILVA et al., 1994). Em pastagem de *Pennisetum purpureum* cv. Mott foi constatado que a matéria seca do estrato inferior (20-40 cm do solo) apresentou digestibilidade semelhante à do estrato superior (>80 cm), quando a pressão de pastejo foi baixa ou alta, e inferior, quando a pressão foi média (SILVA et al., 1994).

Contudo, a extensão na qual o gradiente químico se expressa em folhas de gramíneas sob condições de pastejo e como tais variações alteram o consumo e o desempenho animal não estão totalmente esclarecidos.

Tabela 11 - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%) de lâminas foliares, conforme a idade, a estação de crescimento, o nível de inserção e a espécieTable 11 - *In vitro* dry matter digestibility (%) of leaf blades, according to age, season of growth, level of insertion and specie

Idade (dias) Age (days)	Estação de crescimento Season of growth		Nível de inserção Level of insertion		Espécie Specie		
	Verão Summer	Outono Autumn	Inferior Lower	Superior Upper	Capim- braquiária Signalgrass	Capim- gordura Molassesgrass	Capim-bermuda Tifton 85 bermudagrass
				DIVMS IVDMD			
0	68,1 ^{Ab}	73,4 ^{Aa}	74,9 ^{Aa}	66,6 ^{Ab}	69,7 ^{Aa}	71,6 ^{Aa}	71,0 ^{Aa}
20	63,0 ^{Ba}	63,8 ^{Ba}	65,0 ^{Ba}	61,9 ^{Ba}	60,4 ^{Bb}	63,7 ^{Bab}	66,1 ^{Ba}

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas comparam estações de crescimento, níveis de inserção ou espécies e maiúsculas nas colunas, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means followed by different letters, small in the row compare seasons of growth, levels of insertion or species and capital in the column, are different ($P < .05$) by Tukey test.

Conclusões

Lâminas foliares do nível de inserção superior do perfilho apresentaram mais elevados teores de FDN, FDA e lignina e mais baixos de PB, sendo menos digestíveis e, potencialmente, de mais baixo valor nutritivo que lâminas da base, quando comparadas em mesma idade.

A idade foi fator preponderante na redução do valor nutritivo de lâminas foliares e segmentos de colmos, via aumentos dos componentes estruturais, FDN, FDA e lignina, e decréscimos nos teores de PB e nos coeficientes de DIVMS.

Lâminas foliares e colmos exibiram mais alto valor nutritivo no outono, quando se observaram mais baixos teores de FDN, FDA e lignina e mais elevados teores de PB e coeficientes de DIVMS.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST - AOAC. 1970. *Official methods of analyses*. Washintong, D.C.: AOAC. 1015p.
- BUXTON, D.R., FALES, S.L. 1994. Plant environment and quality. In: FAHEY, G.C. (Ed.) *Forage quality, evaluation, and utilization*. Madison: America Society of Agronomy, Crop Sci. Society of America, Soil Sci. Society of America. p.155-99.
- DIRVEN, J.G.P., DEINUM, B. 1977. The effect of temperature on digestibility of grasses. An analyses. *Forage Res.*, 3:1-17.
- FALES, S.L. 1986. Effects of temperature on fiber concentration, composition, and *in vitro* digestion kinetics of tall fescue. *Agron. J.*, 78:963-966.
- FORD, C.W., MORRISON, I.M., WILSON, J.R. 1979. Temperature effects on lignin, hemicellulose and cellulose in tropical and temperate grasses. *Aust. J. Agric. Res.*, 30:621-633.
- GOMIDE, C.A.M. 1997. *Morfogênese e análise de crescimento*

- de quatro cultivares de Panicum maximum cultivadas em vaso*. Viçosa-MG: UFV, 1997. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- HATFIELD, R.D. 1989. Structural polysaccharides in forages and their degradability. *Agron. J.*, 81:30-46.
- HATFIELD, R.D., RALPH, J., GRABBER, J.H. 1999. Cell wall structural foundations: molecular basis for improving forage digestibilities. *Crop Sci.*, 39:27-37.
- HILL, G.M., GATES, R.N., WEST, J.W. et al. Pesquisa com capim bermuda cv. "tifton 85" em ensaios de pastejo e de digestibilidade de feno com bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ-USP, 1998. p.7-22.
- JOHNSON, W.L., GUERRERO, J., PEZO, D. 1973. Cell wall constituents and *in vitro* digestibility of napier grass (*Pennisetum purpureum*). *J. Anim. Sci.*, 37(5):1255-1261.
- JUNG, H.G., DEETZ, D.A. 1993. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D. et al. (Eds.) *Forage cell wall structure and digestibility*. Madison: America Society of Agronomy, Crop Sci. Society of America, Soil Sci. Society of America. p.315-346.
- MACADAM, J.W., KERLEY, M.S., PIWONKA, E.J. 1996. Tiller development influences seasonal change in cell wall digestibility of big bluestem (*Andropogon gerardii*). *J. Sci. Food Agric.*, 70:79-88.
- MERTENS, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.*, 64(5):1548-1558.
- MILFORD, R., MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9, 1965, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Alarico, 1966. p.815-822.
- MINSON, D.J., WILSON, J.R. 1994. Prediction of intake as an element of forage quality. FAHEY, G.C. et al. (Eds.) *Forage quality, evaluation, and utilization*. Madison: America Society of Agronomy, Crop Sci. Society of America, Soil Sci. Society of America. p.533-563.
- MTENGETI, E.J., WILMAN, D., MOSELEY, G. 1996. Differences between twelve forage species in physical breakdown when eaten. *J. Agric. Sci.*, 126:287-293.
- QUEIROZ, D.S., GOMIDE, J.A., MARIA, J. 2000. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três

- gramíneas forrageiras. 1. Digestibilidade *in vitro* e composição química. *Rev. bras. zootec.*, 29(1):53-60.
- ROBSON, M.J. 1973. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. I: Leaf growth and dry weight change as related to the ceiling yield of a seedling sward. *Annals of Botany*, 37:487-500.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 2.ed. Viçosa, MG, UFV. 165p.
- SILVA, D.S., GOMIDE, J.A., QUEIROZ, A.C. 1994. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. Mott): Efeito sobre o valor nutritivo, consumo de pasto e produção de leite. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 23(3):453-464.
- TILLEY, J.M., TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forages crops. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 18(2):104-111.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. 1995. *Sistemas de Análises Estatísticas e genética - SAEG*. Viçosa, MG: UFV (Apostila).
- VAN SOEST, P.J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. *J. Anim. Sci.*, 24(3):834-844.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University. 476p.
- WILMAN, D., MOGHADDAM, P.R. 1998. *In vitro* digestibility and neutral detergent fibre and lignin contents of plant parts of nine forage species. *J. Agric. Sci.*, 131:51-58.
- WILMAN, D., MTENGETI, E.J., MOSELEY, G. 1996. Physical structure of twelve forage species in relation to rate of intake by sheep. *J. Agric. Sci.*, 126:277-285.
- WILSON, J.R. 1976a. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. I. Development rate, chemical composition, and dry matter digestibility. *Aust. J. Agric. Res.*, 27(3):343-354.
- WILSON, J.R. 1976b. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. II. Anatomy. *Aust. J. Agric. Res.*, 27(3):355-364.
- WILSON, J.R. 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: HACKER, J.B. (Ed.). *Nutritional limits to animal production from pastures*. Sta. Lucia: Commonwealth Agricultural Bureaux. p.111-131.
- WILSON, J.R., HATTERSLEY, P.W. 1989. Anatomical characteristics and digestibility of leaves of *Panicum* and other grass genera of C₄ photosynthetic pathway. *Aust. J. Agric. Res.*, 40(1):125-136.
- WILSON, J.R., DEINUM, B., ENGELS, F.M. 1991. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. *Neth. J. Agric. Sci.*, 39(1):31-48.

Recebido em: 22/12/00

Aceito em: 25/04/01