

**JAILSON LARA FAGUNDES**

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO  
PASTO DE *Brachiaria decumbens* Stapf. ADUBADO COM  
NITROGÊNIO**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2004

**JAILSON LARA FAGUNDES**

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO PASTO DE  
*Brachiaria Decumbens Stapf.* ADUBADO COM NITROGÊNIO**

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

Aprovada: 27 de fevereiro de 2004.

---

Prof. Jose Alberto Gomide  
(Conselheiro)

---

Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti  
(Conselheiro)

---

Prof. Domicio do Nascimento Junior

---

Dr. Domingos Sávio Queiroz

---

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca  
(Orientador)

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F156c Fagundes, Jailson Lara, 1972-  
2004 Características morfogênicas e estruturais do pasto de  
*Brachiaria decumbens* Stapf. adubado com nitrogênio /  
Jailson Lara Fagundes. – Viçosa : UFV, 2004.  
x, 76f. : il. ; 29cm.

Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa

Referências bibliográficas: f. 68-74

1. *Brachiaria decumbens* - Morfogênese. 2. *Brachiaria decumbens* - Crescimento. 3. Fertilizantes nitrogenados. 4. Pastagens - Adubos e fertilizantes. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 20.ed. 633.2

## **DEDICO**

Aos meus pais

Jair Vargas Fagundes e Mari Terezinha Lara Fagundes

À minha irmã Josiane Lara Fagundes

À minha namorada Danielle Góes da Silva

e aos meus demais familiares

MINHA GRATIDÃO E HOMENAGEM

## **OFEREÇO**

Aos amigos e irmãos

Silvio Luiz Pereira da Silva

Sergio Pereira da Silva (*in memoriam*),

Natal Bernardes Bem (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, por intermédio do Departamento de Zootecnia (DZO) e do Conselho de Pós-Graduação, pela oportunidade e pelos ensinamentos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dilermando Miranda da Fonseca, pela orientação, atenção, paciência e amizade estabelecida nesse período de convívio.

Ao professor José Alberto Gomide, grande exemplo de cientista e artífice das pastagens.

Ao professor Reinaldo Bertola Cantarutti, pela abertura e profissionalismo com que contribuiu para a realização desta tese.

Aos doutores Domingos Sávio Queiroz e Domicio do Nascimento Junior, pelas valiosas sugestões e pela sábia discussão, durante a defesa desta tese.

A todos os professores da UFV, pela contribuição á minha formação profissional e humanística.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, pela convivência harmoniosa.

Aos amigos e colegas Claudio Mistura, Luciano Melo, Claudio Vitor e Rodrigo Moraes, pelo apoio durante a elaboração e condução deste experimento.

Aos estagiários e pós-graduandos do Grupo de Estudo em Forragicultura (GEF), que ajudaram na instalação, condução e análise do experimento, sem os quais seria difícil a execução deste trabalho.

Aos queridos irmãos da republica “Arigó”, que passaram por Viçosa, Ktatau, Jhony, Ceará, Renius, Lulu, Tiburga, Pulinho, Zezão, Danilo, Gyraia e Alfredo Papito com os quais desfrutei de muita amizade e partilhei muita saudade....

Aos amigos Beno, Rodinei, Valdinei, Mistura e Adelião, pela simplicidade com que me acolheram na republica “Tchê Bauco”.

Aos demais amigos e colegas, que me fizeram lembrar por alguns momentos que existe muito mais além da ciência no dia-a-dia de Viçosa.

A todos os colegas, amigos e parentes que me incentivaram, apoiaram e que, de uma forma ou de outra, cooperaram e contribuíram para esta caminhada.

À Casa do Estudante Universitário da UFSM e à Vila Estudantil da ESALQ-USP, pelo acolhimento, pela moradia e por me proporcionarem as melhores condições de estudo.

## CONTEÚDO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Situação da agropecuária.....	3
2.2. Morfogênese e fluxo de tecidos.....	5
2.3. Adubação nitrogenada.....	10
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	13
<b>CAPÍTULO I</b> .....	21
<b>CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO CAPIM- BRAQUIÁRIA EM PASTAGEM ADUBADA COM NITROGÊNIO</b> .....	21
<b>RESUMO</b> .....	21
<b>SUMMARY</b> .....	22
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	22
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
2.1 - Tratamentos e delineamento experimental.....	24
2.2 - Monitoramento das condições do pasto.....	26
2.3 - Avaliação do índice de área foliar e composição morfológica no dossel da pastagem.....	27
2.4 – Avaliação morfogênica.....	28
2.5 Análise estatística.....	29
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
3.1. Características morfogênicas.....	29

3.2. Número de folhas.....	33
3.3. Índice de área foliar.....	36
3.4. Composição morfológica.....	38
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>41</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>49</b>
<b>DEMOGRAFIA DE PERFILHOS E ACÚMULO DE FORRAGEM EM PASTAGEM DE <i>Brachiaria decumbens</i> ADUBADA COM NITROGÊNIO...</b>	<b>49</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>49</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>50</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>54</b>
2.1 - Tratamentos e delineamento experimental.....	54
2.2 – Biomassa de forragem.....	55
2.3 – Avaliação da densidade populacional de perfilhos.....	56
2.4 Avaliação do acúmulo de forragem.....	56
2.5 Análise estatística.....	57
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>58</b>
3.1. Densidade populacional de perfilhos.....	58
3.2. Biomassa de forragem.....	62
3.3. Taxa de acúmulo de forragem.....	64
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>68</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>75</b>

## RESUMO

FAGUNDES, Jailson Lara, D.S., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2004.  
**Características morfológicas e estruturais do pasto de *Brachiaria decumbens* Stapf. adubado com nitrogênio.** Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca.  
Conselheiros: José Alberto Gomide e Reinaldo Bertola Cantarutti .

A carência de conhecimentos específicos sobre a ecofisiologia das plantas forrageiras de clima tropical limita a adequação de estratégias de manejo do pastejo, que possibilitem um melhor aproveitamento de seu potencial de produção de forragem. Neste contexto, o conhecimento sobre os efeitos da adubação nitrogenada nas características morfológicas e estruturais de plantas forrageiras tropicais, sob pastejo, é importante para o entendimento do comportamento anual do pasto, quando se visa a adoção de práticas de manejo mais racionais e eficientes. Assim, este experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura, no Departamento de Zootecnia da UFV, no período de novembro de 2001 a novembro de 2002, a fim de avaliar o efeito da adubação nitrogenada nas características morfológicas e estruturais do pasto de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, submetida à uma mesma intensidade de pastejo (20 cm de altura). Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225 e 300 kg/ha.ano de N), aplicadas antes do início das avaliações experimentais, realizadas durante as estações de verão, outono, inverno e primavera, no ano de 2002. Utilizou-se o delineamento foi em blocos casualizados, com duas repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis: (a) características morfológicas - taxa de alongamento de folhas (TA<sub>F</sub>), taxa de alongamento de colmo (TA<sub>C</sub>) e taxa de senescência foliar (TSF); (b) características estruturais - comprimento da folha expandida (CFEx), densidade populacional de perfilhos (DPP), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e biomassa de forragem; (c) taxa de acúmulo de forragem (TA) e índice de área foliar (IAF). As características morfológicas e estruturais variaram, em resposta aos efeitos da adubação nitrogenada e estações do ano, sendo que o maior efeito foi observado em TA<sub>F</sub>, TA<sub>C</sub>, DPP e biomassa de forragem. A combinação de baixos índices pluviométricos e baixas temperaturas, durante o inverno, determinou mudanças nas características morfológicas e estruturais do pasto de *Brachiaria decumbens*. Em tal situação, quanto maior a dose de nitrogênio, maiores foram os valores de acúmulo de matéria seca. A

adubação nitrogenada influenciou, positivamente, a produção de forragem, devido ao incremento no IAF, na taxa de alongamento de folha e na DPP do capim-braquiária, maximizando a produção de forragem nas estações do ano, em que as condições climáticas eram favoráveis. O pasto de *Brachiaria decumbens*, submetido a diferentes doses de nitrogênio numa mesma intensidade de pastejo (20 cm de altura) apresentou mudanças na estrutura do dossel e nas características morfogênicas, bem como uma grande variação na biomassa, ao longo das estações. Estes resultados sugerem que o manejo das pastagens de *Brachiaria decumbens*, adubadas com nitrogênio, pode ser otimizado, ajustando-se a intensidade de pastejo de acordo com a época do ano, ou seja, a altura de 20 cm no período das águas, sendo que, no período de seca, a altura poderá ser inferior a 20 cm sem, contudo, comprometer a sustentabilidade do sistema.

## ABSTRACT

FAGUNDES, Jailson Laran, D.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2004.  
**Morphogenetical and structural characteristics of the *Brachiaria decumbens* Stapf. pasture fertilized with nitrogen.** Adviser: Dilermando Miranda da Fonseca.  
Committee members: José Alberto Gomide and Reinaldo Bertola Cantarutti.

The lack of specific knowledge on the ecophysiology of the tropical forage plants restrains the adaptation of the grazing management strategies that would make possible the best use of their potential for forage production. In this context, the knowledge of the effects from nitrogen fertilization on the morphogenetical and structural characteristics of the tropical forage plants under grazing is important for understanding the annual behavior of the pasture, targeting to the adoption of more rational and efficient management practices. So, this experiment was carried out in the agrostology sector at the UFV Animal Sciences Department, over the period from November 2001 to November 2002, aiming to evaluate the effects of the nitrogen fertilization on the morphogenetical and structural characteristics of the *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk pasture subjected to the same grazing intensity (20 cm height). The treatments consisted of four nitrogen doses (75, 150, 225 and 300 kg/ha.yr. N) applied before the beginning of the experimental evaluations, which were accomplished during the summer, autumn, winter and spring seasons, 2002. The randomized block experimental design delineamento was used with two replicates. The following variables were evaluated: (a) morphogenetical characteristics – leaf elongation rate (LER), stem elongation rate (SER) and leaf senescence rate (LSR); (b) structural characteristics – expanded leaf length (CFEx), tiller population density (TPD) and alive leaf numbers per tiller (NFV) and forage biomass; and (c) forage accumulation rate (TA) and leaf area index (IAF). The morphogenetical and structural characteristics varied in response to the effects of either nitrogen fertilization and the yearly seasons, whereas the highest effect was found on LER, SER, TPD, forage biomass and the leaf:stem relationship. The combination of low rainfall indices and low temperatures during winter determined some changes in the morphologic and structural characteristics of the *Brachiaria decumbens* pasture. In such a situation, the higher were the nitrogen doses the higher were the values of the dry matter accumulation. The nitrogen fertilization positively affected the forage

production, due to the increments in IAF, leaf elongation rate and DPP of the *Brachiaria decumbens* grass, so maximizing the yield in the yearly seasons over which the climatic conditions were favorable. The structure of the *Brachiaria decumbens* pasture subjected to different nitrogen doses at the same grazing intensity (20 cm height) resulted into changes in either the structure of the canopy and the morphogenetic characteristics, as well as a wide variation in the biomass along the seasons. These results suggest that the management of the *Brachiaria decumbens* pastures fertilized with nitrogen might be optimized, by adjusting the grazing intensity according to the time of the year, that is, a grazing intensity height of 20 cm in the rainfall season, but the height may be below 20 cm in the draught season without endangering the sustainability of the system.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A atividade pecuária é um dos setores mais importantes da agropecuária brasileira, ocupando cerca de 180 milhões de hectares, ou seja, aproximadamente 20% do território nacional (IBGE, 1998; FAO, 2002). Ela gera milhares de empregos diretos e indiretos e tem uma participação significativa no produto interno bruto. As pastagens nativa e cultivada são a principal fonte de alimento para os ruminantes domésticos, visto que cerca de 89% da criação de bovinos é realizada, exclusivamente, em pastagens e o restante tendo utilizado áreas de pasto em alguma fase do processo de criação (FNP Consultoria & Comércio, 2000).

Dentre as forrageiras utilizadas no estabelecimento de pastagens, no Brasil, destacam-se aquelas formadas com forrageiras do gênero *Brachiaria*. Este gênero representa um marco para a pecuária nacional, possibilitando a expansão da atividade pastoril graças ao conjunto de características desejáveis encontradas em suas espécies. A supremacia deste gênero, nos sistemas de produção animal, ainda deve se estender por muito tempo, haja vista a vastidão das áreas cultivadas e o fato de os programas de seleção e melhoramento de forrageiras da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) contemplarem este gênero.

Embora o predomínio de áreas cultivadas com espécies de *Brachiaria*, pode-se afirmar que o grande contingente de informações geradas, ainda, representa pouco dentro do universo de situações em que o gênero está inserido. Em grande parte, isto decorre da diversidade ecológica das áreas de cultivo e das dimensões continentais do País, mas sobretudo das abordagens ou enfoques adotados ao longo dos últimos anos, em que os processos competitivos e a pressão sobre o uso da terra repercutiam em menor demanda de informações técnicas.

O manejo do pasto deve ser planejado, visando aos seguintes objetivos: proporcionar rebrotações vigorosas e favorecer a perenidade do pasto; obter elevada produção de matéria seca; sincronizar oferta com a necessidade de forragem; atingir elevado nível de aproveitamento da forragem produzida; e produzir e colher forragem de boa qualidade. Além disso, nos últimos anos, vem aumentando a preocupação com a sustentabilidade do sistema e preservação do meio ambiente.

No contexto de manejo do pastejo, as propostas para manejo das gramíneas tropicais têm procurado contemplar a preservação de meristemas apicais, a manutenção dos níveis de reservas orgânicas e a área foliar residual (Corsi et al., 1994). Estes critérios assumem importância relativa, conforme as limitações dos fatores de crescimento (clima, principalmente), o sistema de produção em que se inserem e a morfofisiologia da planta, os quais têm sido demonstrado por meio de experimentos com forrageiras submetidas a corte, em que se avaliam os efeitos do regime de desfolha sobre as rebrotações e perenidade das plantas.

Jacques (1973) e Da Silva e Pedreira (1997) relatam que o maior volume de informações sobre a análise de crescimento de plantas, em pastagens encontra-se na literatura estrangeira e que, portanto, deve-se ter certo cuidado quanto à utilização dessas informações na orientação de práticas de manejo de espécies forrageiras tropicais, em condições brasileiras. Assim, torna-se fundamental a condução de estudos mais detalhados, bem como objetivos voltados para a morfofisiologia das plantas forrageiras tropicais, sob pastejo, de modo a permitir um melhor entendimento do ecossistema pastagens, gerando conhecimentos teóricos que sirvam de suporte a recomendações racionais de manejo de pastagens.

Neste contexto, o estudo das características morfofisiológicas da planta e a forma como elas se relacionam, em função de mudanças nas condições de ambientais e, ou de manejo, são importantes para definir práticas de manejo capazes de atender aos interesses do produtor a curto, médio ou longo prazo. Para tanto, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da adubação nitrogenada sobre as características morfogênicas, estruturais e o crescimento da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Stapf.) sob pastejo.

Os trabalhos, apresentados a seguir, foram elaborados conforme normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Situação da agropecuária

Em 1995, o Brasil possuía um rebanho bovino comercial estimado em 161 milhões de cabeças (IBGE, 1998), produzindo, segundo o FNP (2000), 6,4 milhões de toneladas de carne em 1998, podendo esta ser uma das maiores cifras do mercado agrícola nacional.

Além da importância territorial das pastagens, segundo estimativas de Zimmer e Euclides (2000), cerca de 90% da carne bovina produzida no País tem origem nos rebanhos mantidos, exclusivamente, em pastagens, visto que não existe qualquer outro tipo de modalidade alimentar (capineiras, silagens e fenação) mais competitiva do que a forragem colhida no campo pelo próprio animal (Nussio, 2000).

A análise dessa informação, em associação com o percentual de 21,65% de participação da carne bovina na receita agrícola do País em 2000 (Brasil, 2002), permite calcular que, pelo menos, 19% da receita bruta agropecuária depende diretamente da atividade pecuária bovina de corte em pastagem (21,65% da receita agrícola brasileira x 88% da pecuária de corte realizada em pastagem). É evidente, portanto, que a pecuária bovina é uma importante atividade econômica.

Segundo o IBGE (1996), mais de 60% das áreas pastoris brasileiras são constituídas de pastagens cultivadas. Neste universo, predominam as gramíneas do gênero *Brachiaria*, conhecidas desde a década de 1950 (Soares Filho, 1994). Ao longo desse período, este gênero vem tendo participação crescente, particularmente a partir da década de 70, na fisionomia das regiões com sua implantação em novas áreas ou em substituição a espécies de outros gêneros (Zimmer et al., 1988).

Assim, no ano de 1994, cerca de 80% das áreas com pastagens cultivadas eram ocupadas por espécies do gênero *Brachiaria*, com a *Brachiaria decumbens* Stapf representando mais de 50% deste total (Santos Filho, 1998). A dimensão da área de pastagens com o gênero *Brachiaria* é evidenciada pelas estimativas do mercado formal de sementes, que movimenta anualmente cerca de US\$ 115 milhões, apenas, para o atendimento de 50% da demanda anual para a renovação de 10% das áreas com pastagens cultivadas (Santos Filho, 1998).

Em comparação com as pastagens nativas, a introdução de plantas forrageiras cultivadas, no cenário agrícola nacional, permitiu ganhos expressivos na taxa de lotação animal e na produtividade dos sistemas de produção animal em pastagem (Arruda, 1994). Por outro lado, apesar dessa melhoria, observa-se que esses empreendimentos operam, comumente, com baixa eficiência e, ou, eficácia quanto à produtividade de carne ou de leite (kg/ha.ano) e rentabilidade.

Os sistemas de produção animal que utilizam a pastagem, como principal fonte de alimento para os rebanhos, são tradicionalmente desprovidos de planejamento e controle, sendo, em consequência, pouco eficientes em termos de produtividade, apresentando, geralmente, elevados custos de produção. Não obstante, segundo Faria et al. (1996), o Brasil apresenta condições muito favoráveis à exploração de bovinos sob pastejo.

No entanto, grande parte das pastagens, no País encontra-se estabelecida em solos de baixa fertilidade, isto é, em solos com características restritivas ao crescimento vegetal (acidez elevada e níveis tóxicos de alumínio e manganês) e, ou, com baixa capacidade de fornecer nutrientes para o crescimento de plantas forrageiras (Martha Júnior & Vilela, 2002). Assim, a produção de forragem em solos tropicais, na ausência de uso de corretivos e fertilizantes, é bastante inferior ao potencial de produção das gramíneas tropicais.

Dessa maneira, a reposição e manutenção da fertilidade do solo constituem premissas básicas para assegurar a longevidade de pastagens produtivas. O aumento no uso de fertilizantes em pastagens no País, de 110 mil toneladas, em 1990, para 570 mil toneladas em 1999 (Anda, 2000), sinaliza que as pastagens estão, paulatinamente, sendo consideradas culturas de maior valor econômico e, como tal, justificam a utilização de fertilizantes (Martha Júnior & Vilela, 2002). Contudo, quando a adubação de pastagens em 1999 é expressa por unidade de área, observa-se o uso de apenas 6,3 kg/ha de fertilizante (presumivelmente NPK), ou seja, o investimento para melhorar a nutrição e a produtividade da planta forrageira, por meio da adubação, ainda é pouco expressivo.

Carvalho (1997) comenta que uma das principais causas de baixa produtividade no sistema de produção animal é, sem dúvida, de origem nutricional. Como a pastagem é o principal recurso forrageiro dos herbívoros, a exploração do potencial da produção animal passa pela determinação e exploração do potencial do substrato pastagem, nativa ou

cultivada, para a produção de bovinos, assegurando assim, a sustentabilidade do sistema de produção.

Em geral, quando devidamente manejadas e adubadas, as pastagens podem apresentar boa persistência e, inclusive, elevar o seu nível de produtividade, permanecendo sustentáveis por muitos anos (Zimmer & Correia, 1993).

Face ao exposto, é evidente que, em razão da importância econômica da produção de bovinos em pastagem, a utilização de medidas apropriadas, durante o manejo e adubação de pastagens, visando aumentar a produtividade e a lucratividade dos empreendimentos pecuários, é de extrema relevância para a economia do País. Consoante com esta idéia, tem sido observado um crescente interesse de técnicos e produtores por sistemas de manejo racional da agropecuária, em que, via de regra, está embutida a necessidade de cuidados quanto ao manejo da pastagem, assim como a reposição e manutenção da fertilidade do solo.

## **2.2. Morfogênese e fluxo de tecidos**

O sucesso na utilização da planta forrageira depende não só da disponibilidade de nutrientes e da escolha da espécie a ser utilizada, mas também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e sua interação com o ambiente, que são fundamentais para suportar tanto o crescimento forrageiro e a manutenção da capacidade de suporte da pastagem. O estudo do fluxo de tecidos por meio da morfogênese tem constituído uma importante ferramenta para avaliação da dinâmica de folhas e perfilhos, em comunidade de plantas forrageiras.

A morfogênese vegetal, definida como a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço (Lemaire & Chapman, 1996; Laca & Lemaire, 2000) é geneticamente programada, porém influenciada por fatores ambientais como a temperatura, disponibilidade hídrica e de nutrientes, dentre outros.

O acúmulo de matéria seca na pastagem e, conseqüentemente, seu rendimento é função da contínua emissão e morte de folhas e perfilhos. Este complexo processo de produção de forragem é melhor entendido, analisando-se os componentes de crescimento do pasto, em complemento à estimativa da produção total de forragem (Grant & Marriot, 1994), o que é feito por meio de estudos da morfogênese.

Na pastagem, a forrageira em sua fase de crescimento vegetativo, quando apenas folhas são produzidas, a morfogênese pode ser caracterizada por três componentes: aparecimento de folhas, alongamento de folhas e duração de vida da folha. A combinação destas características morfogênicas básicas determina os principais componentes estruturais do pasto: tamanho da folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho. O aparecimento de folhas exerce um papel central na morfogênese, devido à sua influência direta sobre cada um dos três componentes estruturais da pastagem (Lemaire & Chapman, 1996).

O crescimento individual das plantas forrageiras pode ser controlado, basicamente, por dois fatores principais: o suprimento de energia pela fotossíntese, que reflete a magnitude e a eficiência fotossintética do dossel, e o número e atividade de pontos de crescimento, caracterizado pelo potencial de perfilhamento (perfilhos/m<sup>2</sup>) (Hodgson, 1990).

O desenvolvimento morfológico de gramíneas é bastante similar entre espécies, sendo determinado pelo arranjo espacial de um grupo de perfilhos, os quais se desenvolvem de um mesmo zigoto representando, assim, o mesmo genótipo (Langer, 1972). A morfogênese de gramíneas é analisada ao nível de perfilho. Cada perfilho é composto por uma seqüência de fitômeros, os quais representam as unidades funcionais básicas de um colmo (Briske, 1991). O fitômero é constituído de lâmina foliar, bainha foliar, entrenó, nó e gema axilar (Briske, 1991). Portanto, o acúmulo de biomassa em um colmo dependerá do acúmulo de fitômeros e de seu desenvolvimento individual (expansão foliar, alongamento e engrossamento dos nós e entrenós).

De acordo com Da Silva e Pedreira (1997), o acúmulo de biomassa na pastagem é o resultado de interações complexas, que advêm da combinação dos atributos genéticos de uma dada planta forrageira e os efeitos do ambiente sobre seus processos fisiológicos e características morfofisiológicas para determinação da produtividade.

Características relacionadas ao ambiente e às práticas de manejo adotadas interferem na desfolhação e na dinâmica do acúmulo de forragem. O fator ambiental mais influente é a luz, pois, potencializa a produção de tecidos, quando abundante, e induz a senescência dos mesmos quando em quantidade insuficiente (Brougham, 1956). A disponibilidade de água e outros nutrientes, também, interferem em ambos os processos.

A morfogênese origina um fluxo de tecidos por meio do crescimento, morte e colheita das diferentes partes da planta (Davies, 1993). O conhecimento da dinâmica desses componentes das plantas como, por exemplo, folhas e perfilhos, e das medidas de fluxo de tecidos, tem contribuído para o entendimento da interação planta – animal na pastagem (Bircham & Hodgson, 1983; Marriot et al., 1999). Bircham & Hodgson (1983) aplicaram a técnica do fluxo de tecidos para investigar as relações entre o manejo do pastejo e os componentes da dinâmica de desenvolvimento (crescimento, senescência e produção líquida), auxiliando no desenvolvimento de sistemas de manejo para ovinos, que otimizem a produção líquida dos pastos.

O crescimento é regulado pelas condições ambientais e pelas características da planta, bem como pelos componentes da desfolhação (frequência e intensidade), que afetam a fisiologia das plantas e a taxa de produção de novos tecidos (Lemaire, 2001). Portanto, o acúmulo líquido de biomassa ( $\Delta W$ ) resulta do balanço entre os fluxos de crescimento (C), ingestão (I) e senescência (S), podendo ser representado pela equação:  $\Delta W = C - (I + S)$  (Davies, 1993). Esses fluxos têm sido frequentemente estudados em gramíneas temperadas, mantidas com um resíduo ou altura fixos com carga animal variável (Bircham & Hodgson, 1983). Em condições tropicais, entretanto, esse tipo de trabalho começou a ser impulsionado a partir dos anos 90.

O desenvolvimento vegetativo de uma gramínea é caracterizado pela produção de tecidos, que originam folhas e perfilhos, o alongamento do colmo e o aparecimento do sistema radicular (Silsbury, 1970). Essa produção de biomassa é suportada pela energia luminosa, interceptada pelo dossel forrageiro e depende da capacidade da gramínea em transformar essa energia quando somada a outros compostos nos tecidos vegetais. Cooper e Wilson (1970) relatam que a taxa de transformação da energia luminosa em biomassa depende da eficiência fotossintética de folhas individuais, das características do dossel para interceptar a luz incidente e da distribuição dos tecidos produzidos ao longo do perfil do dossel forrageiro.

Segundo Hodgson (1990), a produção de folhas num perfilho é um processo contínuo, sendo que cada folha apresenta características próprias em seu ciclo de vida, ou seja, um período de ativa expansão (crescimento) e uma fase de máximo desempenho fotossintético (maturidade), seguida de uma fase de senescência e, finalmente, morte, caso a folha não

venha a ser colhida. As primeiras folhas de um pseudocolmo curto têm uma rápida emergência e atingem pequenos comprimentos. Pelo fato de necessitarem de um percurso mais longo para emergir, as folhas seguintes alcançam comprimentos maiores (Skinner & Nelson, 1995). Quando o perfilho entra em estágio reprodutivo e inicia-se o alongamento do colmo, o aparecimento de novas folhas é interrompido, com isso, a produção de biomassa de folhas desse perfilho (Hodgson, 1990).

A senescência é um processo natural, decorrente de uma programação genética da planta forrageira (Salisbury & Ross, 1992). Como consequência da limitada longevidade das folhas, desencadeiam-se os fenômenos fisiológicos, que determinam o processo de senescência (Hodgson, 1990). Nessas condições, as folhas perdem clorofila, RNA, proteínas e enzimas (Salisbury & Ross, 1992), o que resulta em mudança na coloração do tecido foliar para tons amarelados e, posteriormente, amarronzados e enegrecidos (Wilman & Mares Martins, 1977). Nos estádios iniciais, muitos compostos solúveis podem ser remobilizados para uso em outras partes da planta; no entanto, a maior parte deles acaba sendo utilizada para respiração da folha e de bactérias e fungos, que vivem sobre o limbo foliar. O mesmo efeito, observado nas folhas, pode acometer os perfilhos como um todo, sendo normalmente desencadeado, quando o meristema apical é removido por corte ou pastejo (Hodgson, 1990).

Várias espécies têm sido estudadas quanto aos aspectos ligados à morfogênese. Vale ressaltar os seguintes trabalhos: Lemaire e Chapman (1996), com *L. perenne* e *F. arundinacea*; Almeida et al. (2000), com capim-elefante anão; Lemaire e Agnusdei (1999), com *L. multiflorum*, *Sporobolus indicus*, *Paspalum dilatatum*, *Stipa neesiana*, *Hordeum stenostachys* e *Chaetotropis elongata*; Duru e Ducrocq (2000), com *Dactylis glomerata*; Gomide et al. (1997), com *B. decumbens*; Barbosa et al. (2002), com *Panicum maximum* cv. Tanzânia e Pinto (2000) com *Cynodon* spp..

Dentre os fatores que afetam o fluxo de tecidos, destaca-se o perfilhamento, exercendo a maior influência sobre as variáveis de acúmulo de forragem (Da Silva & Pedreira, 1997) e cuja dinâmica é determinada por diversos fatores, como o genótipo da planta, balanço hormonal, estágio de desenvolvimento (vegetativo x reprodutivo), fotoperíodo, temperatura, intensidade luminosa, disponibilidade de nutrientes e água.

Lemaire e Agnusdei (1999) em estudo com *Lolium multiflorum*, durante as estações de outono – inverno e primavera, em condições naturais da região do Pampa da Argentina, verificaram que o fluxo de produção de tecidos foliares seguiu, exatamente, as variações sazonais de temperatura. Entretanto, o fluxo de senescência não alterou com as flutuações de temperatura porque a porção de tecido foliar, que senesce a cada dia, corresponde à porção da folha produzida num “tempo de vida da folha” anterior. Com a diminuição da temperatura no outono, a porção de tecidos da folha, que morreu a cada dia, foi maior do que foi produzido, levando a um balanço negativo entre os fluxos de tecido. Ao contrário, durante o período em que a temperatura aumentou, como na primavera, obteve-se um balanço positivo entre os fluxos de tecido (Lemaire & Agnusdei, 1999).

No Brasil, os primeiros estudos relativos à morfogênese de planta forrageira foram realizados por Pinto et al. (1994), em casa de vegetação, com *Panicum maximum* cv Guiné e *Setaria anceps*, assim como por Corsi et al. (1994), em canteiros experimentais, com *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* e *B. humidicola*.

Corsi et al. (1994) descrevem que taxa de alongamento, taxa de expansão de folhas, tempo de alongamento e longevidade das folhas de *Brachiaria brizantha* var. Marandu, *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola* variaram, conforme a espécie avaliada. Apesar da curta duração do experimento, foram obtidas informações que confirmam os padrões de comportamento morfogênicos, conhecidos para as plantas forrageiras temperadas.

Mais recentemente, em trabalho com *B. decumbens* conduzido em canteiros experimentais, Gomide et al. (1997) adotaram a mesma abordagem de análise do fluxo de tecidos, enfatizando a intensidade da desfolha. As plantas foram desfolhadas, semanalmente, na estação de crescimento para estabelecer a situação de equilíbrio sob diferentes intensidades de desfolha definidas pela altura do pasto (10 a 50 cm). A faixa de manejo entre 20 e 40 cm foi considerada a ótima para o manejo, no período de crescimento avaliado, correspondendo a um IAF entre 3,5 e 7,0.

Embora sendo características próprias a cada espécie, o número de folhas verdes por perfilho, a taxa de aparecimento e senescência de folha podem variar em função das condições do meio, tais como adubação, umidade do solo e outras (Gomide, 1997). A

nutrição mineral da planta interfere na taxa de aparecimento foliar (Lawlor, 1995), assim como a taxa de alongamento foliar.

O conhecimento relativo às taxas de aparecimento, alongamento e senescência foliares e de perfilhamento reveste-se de importância, para a interpretação do acúmulo de forragem sob um específico sistema de manejo (Hodgson, 1985; Grant & Marriot, 1994).

### **2.3. Adubação nitrogenada**

O nível de fertilidade do solo para exploração de pastagem constitui um dos principais fatores, que interferem no rendimento forrageiro e na qualidade da forragem. A correção e o ajuste nos níveis de nutrientes disponíveis no solo, tanto macro quanto micronutrientes, assumem importância fundamental e devem ser prática indispensável à exploração racional de plantas forrageiras (Corsi & Nussio, 1993).

Um dos fatores ou práticas de manejo de pastagem, que têm proporcionado aumento na capacidade de suporte animal na propriedade e melhoria de performance econômica, refere-se ao uso de fertilizantes, sobretudo nitrogenados. Em geral, quando a planta cresce em ambiente que não apresenta fatores limitantes ao seu desenvolvimento, tem-se observado resposta à aplicação com fertilizantes nitrogenados (Jarvis, 1998).

O nitrogênio é, sem dúvida, um dos nutrientes mais limitantes no solo, embora desempenhe papel fundamental na modulação de respostas das plantas às adubações. Entretanto, a maior eficiência de sua utilização, assim como as melhores respostas em termos de produção somente ocorrem, quando os demais nutrientes encontram-se em equilíbrio na solução do solo, de forma a gerar um ambiente ótimo para os processos de absorção e utilização por parte da planta (Corsi & Nussio, 1993).

Segundo Werner (1994), o nitrogênio é o principal nutriente para manutenção da produtividade de gramíneas forrageiras, por ser constituinte das proteínas, aminoácidos, enzimas, coenzimas, vitaminas e pigmentos que participam, ativamente na síntese dos componentes orgânicos e formação da estrutura vegetal. Vale ressaltar que, além de depender das características e condições da pastagem (mencionadas, anteriormente), a produção forrageira é ainda condicionada pela prática de manejo, principalmente pelo sistema, pressão de pastejo, adubação e outros.

No contexto da adubação de culturas, o nitrogênio é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pelas plantas, daí sua alta exigência. Além disso, é o nutriente mais importante em termos de quantidade, para maximizar a produção de matéria seca das gramíneas forrageiras e, conseqüentemente, propiciar maior taxa de lotação e maior produção de carne por hectare (Werner et al., 2001).

Ferrari Neto (1991) estudando as limitações nutricionais da *Brachiaria decumbens* em casa de vegetação, constatou que os nutrientes mais limitantes para a produção de massa seca, em ordem decrescente, foram o nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre. Sanzonowicz (1986) mencionou que, em pastagens estabelecidas e adubadas conforme recomendação do CPAC (Centro de Pesquisas Agropecuárias do Cerrado da EMBRAPA), o nitrogênio foi o nutriente que limitou a produtividade das pastagens de *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria decumbens*.

Trabalho realizado por Soares Filho et al. (1992), avaliando os efeitos de algumas formas de recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. degradada, com 10 anos de uso, realçam a importância da adubação nitrogenada para manutenção da produtividade das pastagens e seu efeito na recuperação de pastagens degradadas.

Além de influenciar a produção da forragem, a adubação nitrogenada pode alterar a estrutura do pasto. Neste sentido, Forni et al. (2000) observaram que a adubação nitrogenada em *Panicum maximum* cv. Tanzânia aumentou a massa de colmo no estrato de 0 a 50 cm e a de folhas no estrato acima de 50 cm.

Harding & Grof (1978), em estudo com *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk adubada com nitrogênio, consideraram a dose de 365 kg/ha.ano como ótima, quanto à produção de matéria seca e aproveitamento de nitrogênio. Alvim et al. (1990), estudando acessos de *Brachiaria*, constataram que todos responderam às doses de nitrogênio de até 150 kg/ha. Para a dose de nitrogênio de 75 kg/ha, não foi observada diferença na produção de matéria seca dos acessos de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*.

A adubação nitrogenada é fundamental à sustentabilidade da pastagem (Cantarutti et al., 1999), desde que seja assegurada adequada disponibilidade de fósforo. Os autores comentam, ainda, que doses inferiores a 50 kg/ha de N são inócuas. Todavia, em determinadas situações, recomendam 50 kg/ha.ano de N, aplicados no início da estação chuvosa. Para sistemas de média intensidade de exploração, recomendam 100 a 150

kg/ha.ano de N aplicados, parceladamente, em doses de 50 kg/ha de N, sendo a primeira no início da época das águas e as demais a intervalos de tempo, de forma que a última ocorra antes do fim da estação chuvosa. Para os sistemas de alto nível tecnológico, alta intensidade de uso, recomendam-se doses de 200 kg/ha.ano de N, também fracionadas no início, meio e final da estação chuvosa. Para sistemas rotativos de alto nível tecnológico, sob irrigação, recomenda-se a adição de 300 kg/ha de N, fracionados em seis vezes, acompanhada da aplicação da dose recomendada de K (Luz et al., 2001).

Estudos concernentes à aplicação de N para elevação do rendimento de matéria seca são inúmeros (Paciullo et al., 1998; Alexandrino, 2000; Garcez Neto, 2001; Mistura, 2001). Esse aumento no rendimento deve-se ao estímulo do crescimento, retardamento da senescência e alteração na partição de carbono em prol da parte aérea (Marschner, 1995). Estudos de morfofisiologia têm contribuído para elucidar a forma como o N atua, favorecendo o rendimento de matéria seca das culturas.

A utilização de fertilizantes nitrogenados provoca acentuadas mudanças nas características do pasto, sendo o nitrogênio o nutriente que proporciona efeitos mais intensos, pois, o fornecimento de nitrogênio, pelas adubações, às pastagens tropicais possibilita um aumento no número, no peso e no tamanho de seus perfilhos associados a uma maior taxa de expansão foliar (Barbosa et al., 1998).

Segundo Cruz & Boval (1999), a adubação nitrogenada afeta a expressão de variáveis morfofisiológicas básicas das gramíneas, aumentando o alongamento foliar e a densidade de perfilhos tendo um leve efeito sobre a taxa de aparecimento de folha. O tamanho final da lâmina foliar é, intensamente, aumentado mediante maior disponibilidade de nitrogênio.

Dentre os benefícios da adubação nitrogenada, citam-se: o estímulo ao desenvolvimento dos primórdios foliares; o aumento do número de folhas emergentes e vivas por perfilho (Pearse & Wilman, 1984); diminuição no intervalo de tempo de aparecimento de folhas (Vine, 1983); redução da senescência foliar (Mazzanti & Lemaire, 1994); e o estímulo ao perfilhamento (Mazzanti et al., 1994). Werner (1994) comenta que o nitrogênio é responsável por características do porte da planta, tais como o tamanho de folhas e do colmo, aparecimento e desenvolvimento de perfilhos, dentre outros.

Segundo Wilman & Pearse (1984), o maior benefício do N vem principalmente de seu efeito positivo sobre o peso dos perfilhos, que apresentam folhas maiores com maior área

foliar específica. Por outro lado, em doses pequenas, o nitrogênio estimula o perfilhamento, enquanto, em doses elevadas, favorece o peso dos perfilhos (Nelson & Zarrouh, 1981).

A dinâmica do N no sistema solo-planta tem sido extensivamente estudada, nos últimos 50 anos, para uma gama de agroecossistemas, em especial para aqueles localizados em regiões temperadas (Jarvis et al., 1995; Whitehead, 2000; Jarvis & Pain, 1997). Entretanto, em regiões tropicais, os conhecimentos sobre esses tópicos encontram-se em estágio bem menos evoluído. Em virtude da associação da adubação com N e do seu papel em várias características morfogênicas, envolvendo a dinâmica de folhas e perfilhos, torna-se necessária a avaliação do potencial de resposta deste nutriente sobre as gramíneas.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E. **Crescimento e características químicas e morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a cortes e diferentes doses de nitrogênio.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 132p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- ALMEIDA, E.X.; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, O.E.L.; RIBEIRO F<sup>O</sup>., H.M.N.; SETELICH, E.A. Oferta de forragem de capim-elefante anão ‘mott’ e dinâmica da pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1281-1287, 2000.
- ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; VERNEQUE, R.S. et al. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicais**, v.12, n.2, p.2-6, 1990.
- ARRUDA, Z.J. **A bovinocultura de corte no Brasil e perspectivas para o setor.** Campo Grande: Embrapa, CNPQC, 1994. 28p. (Documentos, 60).
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRÍCOLAS - ANDA. **Relatório anual.** São Paulo, 2000. 152p.
- BARBOSA, M.A.A.F.; CECATO, U.; BERALDO, J.A. et al. Comportamento de perfilhamento do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Mombaça). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais ...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.96-98.

- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.583-593, 2002.
- 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 Forage Science**, v.38, n.4, p.323-331, 1983.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estatísticas da agricultura brasileira**. (<http://www.agricultura.gov.br>, 15 de janeiro de 2002).
- 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.M. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.7, p.377-387, 1956.
- CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M.; FONSECA, D.M.; ARRUDA, M.L.; VILELA, H. OLIVEIRA, F.T.T. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.V.H. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa – 5<sup>a</sup> Aproximação, 1999. p.332-341.
- CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.25-52.
- COOPER, J.P.; WILSON, D. Variation in photosynthetic rate in *Lolium*. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11., 1970, Surfers Paradise. **Proceedings...** Santa Lucia: University of Queensland Press, 1970. p.522-527.
- 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 PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.249-66.

- CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo do capim elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.87-116.
- CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetical traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p.134-150.
- DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV (UNESP)-FUNEP, 1997b. p.1-62.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A. et al. (Ed.). **Sward measurement Handbook**. 2ed. Reading: British Grassland Society, 1993. p.183-216.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635-643, 2000.
- FAO. <http://www.apps.fao.org/page/collections?subset = agriculture>. (20 de abril de 2002).
- FARIA, V.P.; PEDREIRA, C.G.S.; SANTOS, F.A.P. Evolução do uso de pastagens para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p.1-14.
- FERRARI NETO, J. **Limitações nutricionais para o Colômbio (*Panicum maximum* Jacq.) e (*Brachiaria decumbens* Stapf.) em Latossolo da região noroeste do Estado de Paraná**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1991. 126p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1991.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **ANUALPEC 2000: anuário da pecuária brasileira**. São Paulo, 2000. 392p.
- FORNI, S.; MICHEL FILHO, I.C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E.B. Efeito de estratégias de adubação com NPK sobre a produção, qualidade e estrutura das cultivares tanzânia e mombaça de *Panicum maximum* Jacq. (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.

- GARCEZ NETO, A.F. **Respostas morfogênicas e produção de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 71p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S., PACIULLO, D.S.C. Fluxo de tecidos em *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.117-119.
- GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Maringá. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.411-429.
- GRANT, S.A., MARRIOT, C.A. Detailed studies of grazed swards – techniques and conclusions. **J. Agricultural Science**, v.122, n.1, p.1-6, 1994.
- HARDING, W.A.T.; GROF, B. Effect of fertilizer nitrogen on yield, nitrogen content and animal productivity of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk on the wet tropical coast of North Queensland. **Queensland Journal of Agriculture and Animal Sciences**, v.35, n.1, p.11-21, 1978.
- HODGSON, J. **Grazing Management: science into practice.** Unit Kingdom: Longman Scientific and Technical, Logman Group, 1990. 203p.
- 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.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v.56, 1996.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário. Recenseamento geral do Brasil.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1998.
- JACQUES, A.V.A. Fisiologia do crescimento de plantas forrageiras (área foliar e reservas orgânicas). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1., 1973, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1973. p.95-101.

- JARVIS, S.C. Nitrogen management and sustainability. In: CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. (Eds.) **Grass for dairy cattle**. Wallingford: CAB International, 1998. p.161-192.
- JARVIS, S.C.; PAIN, B.F. **Gaseous nitrogen emissions from grasslands**. Wallingford: CAB International, 1997. 452p.
- JARVIS, S.C.; SCHOLEFIELD, D.; PAIN, B. Nitrogen cycling in grazing systems. In: BACON, P.E. (Ed.) **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.381-419.
- LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Eds.) **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CABI Publ., 2000. p.103-121.
- LANGER, R.H.M. **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1972. 60p. (Studies in Biology, 34).
- LAWLOR, D.W. Photosynthesis, productivity and environment. **Journal of Experimental Botany**, v.46, p.1449-1461, 1995.
- LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant population in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 2001. p.29-38.
- 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; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p.165-186.
- LUZ, P.H.C., HERLING, V.R., PETERNELLI, M. et al. Calagem e adubação no manejo intensivo do pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p.37 – 146.
- MARRIOT, C.A.; BARTHAM, G.T.; BOLTON, G.R. Seasonal dynamics of leaf extension and losses to senescence and herbivory in extensively managed sown

- ryegrass-white clover swards. **Journal of Agricultural Science**, v.132, n.1, p.77-89, 1999.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academia, 1995. 889p.
- MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. **Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 32p. (Documentos, 50).
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep. 2 – Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and Forage Science**, v.49, n.3, p.352-359, 1994.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1 – Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, v.49, n.2, p.111-120, 1994.
- MISTURA, C. **Doses crescentes de nitrogênio e fósforo na produção e qualidade do capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Mott**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2001. 75p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, 2001.
- NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 13., 1981, England. **Proceedings...** England: C.E. Wright – British Grassland Society, 1981. p.25-29.
- NUSSIO, L.G. Volumosos para bovinos de corte em confinamento. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; DE FARIA, V.P. **Confinamento de bovinos de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2000. p.85-112.
- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1069-1075, 1998.
- PEARSE, P.J., WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **Journal Agricultural Science**, v.103, n.2, p.405-413, 1984.

- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.327-332, 1994.
- PINTO, L.F.M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon* spp. submetidas a pastejo**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2000. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, 2000.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 4. ed. Wadsworth Publishing Company, 1992. 682 p.
- SANTOS FILHO. Producción de semillas: el punto de vista del sector privado brasileño. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Eds.) **Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento**. Campo Grande: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1998. p.156-162.
- SANZONOWICZ, C. Recomendação e prática de adubação e calagem na região centro-oeste do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., Nova Odessa, 1985. **Anais**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 309-336.
- SILSBURY, J.H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grasslands**, v.4, n.1, p.17-36, 1970.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.25-48.li
- SOARES FILHO, C.V.; MONTEIRO, F.A.; CORSI, M. Recuperação de pastagens degradadas de *brachiaria decumbens*. 1. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo. **Pasturas Tropicales**, v.14, n.2, p.2-6, 1992.
- VINE, D.A. Sward structure change within a perennial ryegrass sward. Leaf appearance and death. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.231-242, 1983.

- WERNER, J.C. Adubação de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.209-222.
- WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; MONTEIRO, F.A. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 20001. p.129-156.
- WHITEHEAD, D.C. **Nutrient elements in grasslands: soil-plant-animal relationships.** Wallingford: CAB, 2000. 369p.
- WILMAN, D., PEARSE, P.J. Effects of applied nitrogen on grass yield, nitrogen content, tillers and leaves in field swards. **Journal Agricultural Science**, v.103, n.1, p.201-211, 1984.
- WILMAN, D.; MARES MARTINS, V.M. Senescence and death of herbage during periods of regrowth in ryegrass and red and white clover, and the effect of applied nitrogen. **Journal of Applied Ecology**, v. 14, p. 615-620, 1977.
- ZIMMER, A.H.; CORREIA, E.S. A pecuária nacional, uma pecuária de pasto. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1993. **Anais...** Instituto de Zootecnia, 1993. p.199.
- ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B. Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte do Brasil. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS – TEMAS EM EVIDÊNCIA, 1., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. p.1-49.
- ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 9., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p.141-183.

## CAPÍTULO I

### CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO CAPIM-BRAQUIÁRIA EM PASTAGEM ADUBADA COM NITROGÊNIO

RESUMO: O conhecimento sobre os efeitos da adubação nitrogenada nas características morfogênicas e estruturais, envolvendo a dinâmica de folhas, alongamento da folha e colmo, senescência foliar e índice de área foliar é importante para o entendimento do comportamento das forrageiras, quando o objetivo é a adoção de práticas de manejo da pastagem mais racionais e eficientes. Este experimento foi realizado no Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFV, no período de novembro de 2001 a novembro de 2002, a fim de avaliar o efeito da adubação nitrogenada nas características morfogênicas e estruturais de *Brachiaria decumbens* sob pastejo. Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225 e 300 kg/ha.ano de N), aplicadas antes do início das avaliações experimentais, realizadas durante as estações de verão, outono, inverno e primavera, no ano de 2002. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com duas repetições. A taxa de alongamento de folha, o comprimento final da folha, o índice de área foliar, a porcentagem de colmo e lâmina foliar aumentaram, linearmente, enquanto a porcentagem de material morto decresceu com a adubação nitrogenada da *Brachiaria decumbens* sob pastejo. Por outro lado, não foi constatado efeito da adubação nitrogenada sobre o número de folhas vivas, número de folhas emergentes, número de folhas totais, taxa de alongamento do colmo e taxa de senescência. A taxa de alongamento de folha e colmo, número de folhas vivas, comprimento final da folha, índice de área foliar, porcentagem de lâmina foliar e colmo da *Brachiaria decumbens* variaram entre estações do ano, apresentando, sempre valores menores no inverno.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, alongamento foliar, alongamento do colmo, comprimento da folha, composição morfológica, morfogênese, número de folhas.

## MORPHOGENETICAL AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE BRACHIARIA GRASS IN A NITROGEN-FERTILIZED PASTURE

**SUMMARY:** The knowledge about the effects of the nitrogen fertilization on the morphogenetical and structural characteristics involving the leaf dynamics, leaf and stem elongations, leaf senescence and leaf area index is important for understanding the forage behavior, when seeking the adoption of more rational and efficient practices for the management of pastures. So, this experiment was carried out in the agrostology sector of the UFV Animal Sciences Department, during the period from November 2001 to November 2002 aiming at the evaluation of the effects from nitrogen fertilization upon the morphogenetical and structural characteristics of *Brachiaria decumbens* under grazing. The treatments consisted of four nitrogen doses (75, 150, 225 and 300 kg/ha.yr. N) applied before the beginning of the experimental evaluations, which were performed during the summer, autumn, winter and spring seasons, 2002. The randomized block experimental design was used with two replicates. A linear increase was observed in the leaf elongation rate, final leaf length, leaf area index, percentage of the stem and leaf blade, whereas the percentage of the dead matter decreased with the nitrogen fertilization of the *Brachiaria decumbens* under grazing. On the other hand, no effects from the N fertilization were found on the alive leaf numbers, emerging leaf numbers, total leaf numbers, stem elongation rate and senescence rate. Both the leaf and stem elongation rates, alive leaf numbers, leaf final length, leaf area index, leaf blade and stem percentages in the *Brachiaria decumbens* varied among the yearly seasons, by always showing lower values in winter.

**Keywords:** nitrogen fertilization, leaf elongation, stem elongation, leaf length, morphological composition, morphogenesis, leaf numbers.

### INTRODUÇÃO

O gênero *Brachiaria* representa um marco na pecuária nacional, pois, favoreceu a expansão das regiões pastoris graças ao conjunto de características desejáveis de suas

espécies. A supremacia deste gênero nos sistemas de produção animal em pastagem ainda deve estender-se ainda por muito tempo, haja vista a extensão das áreas cultivadas e o fato de os programas de seleção e melhoramento de forrageiras da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária contemplarem este gênero.

Apesar da grande extensão de áreas cultivadas com espécies de *Brachiaria*, pode-se afirmar que o grande contingente de informações geradas ainda representa pouco dentro do universo de situações, em que o gênero *Brachiaria* está inserido. Há carência de informações técnicas consistentes sobre os princípios ecofisiológicos, que possibilitem a definição de bases (limites e parâmetros) que venham a nortear o manejo do pastejo, para as espécies deste gênero.

Vale ressaltar que a produtividade das gramíneas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo este importante para a restauração da área foliar após o corte ou pastejo, o que garante a perenidade dessas plantas. Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento vegetal, dado o papel das folhas na fotossíntese, ponto de partida para a formação de novos tecidos (Lemaire & Chapman, 1996). Portanto, a produção forrageira, como resultado dos processos de crescimento e desenvolvimento, pode ter sua eficiência substancialmente melhorada pelo uso de fertilizantes, principalmente o nitrogênio, graças a seu efeito positivo sobre o fluxo de tecidos (Simon & Lemaire, 1987; Duru & Ducrocq, 2000a).

No entanto, as propostas de manejo das gramíneas tropicais têm procurado contemplar de forma indireta, por intermédio de características correlacionadas, a preservação de meristemas apicais, a manutenção dos níveis de reservas orgânicas e a área foliar residual (Corsi et al., 1994). Estes critérios assumem importância relativa, conforme a disponibilidade de fatores de crescimento (clima, principalmente), o sistema de produção em que se inserem e a morfofisiologia da planta, os quais têm sido demonstrados em experimentos com forrageiras submetidas ao corte, onde se avaliam os efeitos do regime de desfolha sobre as rebrotações e a perenidade das plantas.

Segundo Jacques (1973) e Da Silva & Pedreira (1997), o maior volume de informações concernentes à análise de crescimento de plantas em pastagens encontra-se na literatura estrangeira. Portanto, é necessário certo cuidado quanto ao uso dessas informações para orientar práticas de manejo de espécies forrageiras tropicais. Assim, é

fundamental que estudos mais detalhados e objetivos sobre a fisiologia de plantas forrageiras, sob pastejo, sejam realizados em nosso meio, de modo a contribuir para um melhor entendimento do ecossistema pastagem e permitir o estabelecimento de bases racionais para seu manejo.

A adubação de pastagens, particularmente a nitrogenada, é prática fundamental, quando se pretende aumentar a produção de biomassa, pois, o nitrogênio presente no solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica derivada do complexo solo-planta-animal, não é suficiente para possibilitar às gramíneas de alta produção expressarem o seu potencial (Guilherme et al., 1995). Vários trabalhos reportam aumento da produtividade, mediante a utilização de adubação nitrogenada (Corsi, 1994; Nabinger, 1997; Alexandrino, 2000; Garcez Neto et al., 2002).

O sucesso na utilização de pastagens depende não só da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da espécie forrageira, mas também da compreensão sobre os mecanismos morfofisiológicos e sua interação com o ambiente e manejo, ponto fundamental para suportar o crescimento da forrageira e, assim, a manutenção da capacidade de suporte da pastagem. Os estudos de fluxo de tecidos, isto é, dos processos morfogênicos, têm constituído uma importante ferramenta para avaliação da dinâmica de folhas e perfilhos, em comunidade de plantas forrageiras.

Contudo, há carência de informações sobre o comportamento anual das forrageiras sob regime de adubação nitrogenada, especialmente na região tropical e subtropical do Brasil, onde ocorre pronunciada estacionalidade climática. Assim, desenvolveu-se este trabalho a fim de verificar o efeito da adubação nitrogenada e das estações do ano sobre as características morfogênicas e estruturais de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, sob pastejo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 – Tratamentos e delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Stapf.), estabelecida em 1997. Até abril de 2001, esta foi utilizada para

desenvolvimento de outros projetos de pesquisas, em que a adubação não era o fator em estudo.

A área experimental pertence ao Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG (20°45' de latitude Sul, 42° 51' de longitude Oeste e 651 m de altitude). Apresenta temperatura média anual de 19°C, oscilando entre a média das máximas de 22,1°C e a média das mínimas de 15°C. A umidade relativa do ar é de 80% em média, a precipitação média anual de 1.340 mm e as estações seca e chuvosa são bem definidas. Seu clima, de acordo com o sistema de Köppen (Köppen, 1948), é classificado como Cwa, subtropical, com inverno ameno e seco.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, relevo medianamente ondulado, apresentando seguintes características químicas na camada de 0-20 cm: pH em H<sub>2</sub>O: 5,2; P: 5,2 mg/dm<sup>3</sup> e K: 149 mg/dm<sup>3</sup> (Melich-1); Ca<sup>2+</sup>: 2,83; Mg<sup>2+</sup>: 0,82 e Al<sup>3+</sup>: 0,13 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> (KCl 1 mol/L) e matéria orgânica: 4,24 dag/kg (Walkley & Black). Em função da análise do solo, realizou-se a correção da acidez do solo (sem incorporação de corretivo) e a adubação com 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples e 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio, aplicados em cobertura, em toda a área experimental.

Em setembro de 2001, a pastagem foi submetida ao pastejo pesado, a fim de promover o rebaixamento da biomassa presente. Após o pastejo, realizou-se uma roçada a 10 cm do nível do solo, para padronização da altura das plantas em todos os piquetes.

Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225 e 300 kg/ha.ano de N) aplicadas antes do início das avaliações. O adubo nitrogenado (uréia) correspondente às doses foi distribuído em três aplicações (14-11-01, 26-01-02 e 21-03-02) à exceto a dose de 75 kg/ha.ano de N, que foi dividida em apenas duas aplicações (14-11-01 e 26-01-02). As unidades experimentais constituíram-se de oito piquetes com áreas variando de 0,2 a 0,4 ha, inversamente à dose de N aplicada para permitir taxa de lotação mais uniforme em todos os piquetes. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com duas repetições.

No período de 9 de novembro de 2001 a abril de 2002, a pastagem foi manejada sob lotação contínua, com taxa de lotação variável, utilizando-se novilhos mestiços nelore com peso inicial entre 180 e 210 Kg. Em cada piquete, foram mantidos um mínimo de dois

animais, durante o período das avaliações. A altura média do pasto foi mantida em torno de 20 cm, por meio da adição ou retirada de animais reguladores. No período de maio a novembro de 2002, foram realizados dois pastejos lenientes: um de 29/06 a 06/07 e o outro de 02 a 10/09, para manutenção da altura média do pasto em, aproximadamente, 20 cm.

A temperatura média mensal diária, durante o período de avaliação, variou de 18,7 a 24,0°C. A precipitação pluvial total foi de 466,7 mm, a evaporação total de 779 mm e a umidade relativa variou entre 68,1 e 82,8% (Tabela 1).

As avaliações foram realizadas no período de janeiro de 2001 a novembro 2002, sendo que, para efeito das análises estatísticas, foram utilizados os valores médios relativos a março caracterizando o verão; abril, maio e junho caracterizando o outono; julho, agosto e setembro caracterizando o inverno e outubro a novembro caracterizando a primavera.

Tabela 1 – Médias mensais de temperatura máxima, mínima e média diária, precipitação pluvial total mensal, evaporação total mensal e umidade relativa do ar (média mensal) durante o período de março a novembro de 2002

Mês	Temperatura Média do Ar (°C)			Precipitação (mm)	Evaporação (mm)	UR (%)
	Máxima	Mínima	Média			
Março	29,6	18,3	24,0	98,5	78,8	78,3
Abril	30,8	17,1	24,0	1,8	85,0	74,1
Maio	26,4	15,2	20,8	37,6	64,9	82,8
Junho	26,2	12,2	19,2	2,2	68,4	80,5
Julho	24,9	12,5	18,7	1,6	66,8	79,2
Agosto	27,7	13,0	20,4	0,1	104,6	69,6
Setembro	25,0	14,6	19,8	77,2	85,2	75,3
Outubro	29,8	16,2	23,0	29,5	145,1	68,1
Novembro	27,8	18,1	23,0	218,2	80,2	78,8

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

## 2.2 - Monitoramento das condições do pasto

A altura do pasto foi monitorada, semanalmente, por meio de 50 medidas, realizadas em cada piquete, utilizando-se uma régua com divisões de 1 cm. Este instrumento consta de dois canos de PVC, sendo um de ¾ de polegada e outro de ½ polegada; no cano de ½ polegada, há uma haste de metal que desliza ao longo de uma fenda no tubo ¾ polegada. O tubo de ½ polegada apresenta escala de 1 em 1cm, na qual foram realizadas as leituras de

altura do pasto sem compressão da forragem. Animais foram colocados ou removidos dos piquetes, no caso de a altura estar acima ou abaixo do desejado, respectivamente, durante o período de novembro de 2001 a abril de 2002.

Alcançada e mantida a altura do pasto a 20 cm, nos piquetes, iniciaram-se as avaliações de alongamento do colmo e das lâminas foliares, senescência, número e comprimento final das folhas em perfilhos marcados com fios coloridos, bem como as avaliações do índice de área foliar e composição morfológica das plantas na pastagem.

### **2.3 - Avaliação do índice de área foliar e composição morfológica no dossel da pastagem**

Para avaliação do índice de área foliar (IAF), foram colhidas três amostras de forragem em 0,16 m<sup>2</sup> (quadro de 40 x 40 cm) por piquete, sendo o corte das plantas efetuado ao nível do solo, em intervalo de amostragem de 30 dias. Cada unidade de amostragem (0,16 m<sup>2</sup>) foi localizada em ponto, em que a forragem apresentava altura média de 20 cm.

Essas amostras de capim-braquiária foram pesadas e, posteriormente, subamostradas e fracionadas em lâminas foliares, colmos (colmo + bainha foliar) e material morto (perfilhos mortos e folhas mortas). Após a separação destes componentes das plantas, a área foliar de uma subamostra das lâminas foliares verdes foi mensurada, utilizando-se o medidor de área ( $\Delta T$  Devices, Ltda.) e, posteriormente, levadas para secagem em estufa a 65<sup>o</sup>C onde permaneceram até atingir peso constante, juntamente com os demais componentes da planta. Após secagem, as diferentes frações das amostras foram pesadas em balança analítica. Por meio das relações obtidas, entre a MS e a área de folhas verdes, estimou-se a área total de folhas verdes na área amostrada (0,16 m<sup>2</sup>) e o IAF correspondente (área de folhas/área de solo). O IAF médio do piquete foi calculado, a partir das três amostras de massa de forragem.

A composição morfológica do pasto foi expressa por meio da proporção de massa de lâmina, colmo e material morto, em relação à massa seca total da forragem de cada amostra.

## 2.4 – Avaliação morfogênica

Foram avaliados o número de folhas vivas, o comprimento da lâmina foliar, alongamento e senescência da lâmina foliar em perfilhos marcados por anéis numerados, a fim de obter as medições do alongamento e senescência foliar. Para isto, três grupos de seis perfilhos foram identificados, em áreas distintas da unidade experimental (piquete), onde a altura média do pasto era de 20 cm (Binnie & Chestnutt, 1994; Grant et al., 1983). Estes perfilhos foram identificados aleatoriamente e protegidos do pastejo, por meio de gaiolas teladas de 1,5 x 1,0 x 1,5 m, sendo que, a cada 30, dias novos perfilhos foram marcados. Com o auxílio de uma régua, foram efetuadas medições do comprimento das lâminas foliares e do colmo dos perfilhos marcados, três vezes por semana, anotando-se os valores em planilhas previamente preparadas. Tais observações e registros foram realizados, durante 15 dias.

O comprimento da lâmina emergente foi medido do seu ápice até à lígula da última folha expandida, enquanto a lâmina expandida teve seu comprimento medido da lígula até seu ápice. O comprimento do colmo foi medido do nível do solo até à lígula da última folha expandida, conforme Gomide e Gomide (2000) e Oliveira et al. (2000).

A partir dos dados obtidos das planilhas referentes ao estudo de crescimento de folhas, foram calculadas as seguintes variáveis:

a) taxa de alongamento da lâmina foliar ( $TA_{1F}$ , mm/perfilho.dia) - subtraindo os comprimentos iniciais das lâminas de seus comprimentos finais, dividiu-se a diferença obtida pelo número de dias decorridos na avaliação e multiplicados pelo número de perfilhos considerados;

b) taxa de alongamento de colmo ( $TA_{1C}$ , mm/perfilho.dia) - subtraindo os comprimentos iniciais dos colmos de seus comprimentos finais, dividiu-se a diferença obtida pelo número de dias decorridos na avaliação e multiplicados pelo número de perfilhos considerados;

c) comprimento da folha expandida ( $CFE_x$ , cm) - distância do ápice até à lígula da folha.

d) taxa de senescência foliar (TSF, mm/perfilho.dia) – mediu-se a parte da lâmina foliar, que ainda permanecia verde nos perfilhos marcados. Dessa forma, calculou-se, indiretamente, a perda de tecido morto (em mm) de cada perfilho, dividindo-se o valor

encontrado pelo número de dias decorridos na avaliação multiplicados pelo número de perfilhos considerados.

## 2.5 Análise estatística

Os dados experimentais foram analisados, segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + N_j + E_k + NE_{jk} + e_{ijk}$$

sendo

$i = 1$  e 2 repetições (aleatória);

$j = 1, 2, 3$  doses de nitrogênio (fixa); e

$k = 1, 2, 3$  e 4 estações (verão, outono, inverno e primavera) (fixa).

em que

$Y_{ijk}$  = observação feita no  $i^{\circ}$  bloco, recebendo a  $j^{\text{a}}$  dose de N na  $k^{\text{a}}$  estação do ano;

$\mu$  = constante inerente a todas as observações;

$B_i$  = efeito do  $i^{\circ}$  bloco;

$N_j$  = efeito da  $j^{\text{a}}$  dose de nitrogênio;

$E_k$  = efeito da  $k^{\text{a}}$  estações;

$NE_{jk}$  = interação da  $j^{\text{a}}$  dose de nitrogênio a  $k^{\text{a}}$  estação; e

$e_{ijk}$  = erro experimental.

A análise de variância dos dados foi realizada, segundo o procedimento PROC MIXED do pacote estatístico SAS, versão 8.0 para Windows (SAS Institute, 2002). O efeito das estações do ano sobre as características morfológicas e estruturais foi avaliado por meio do teste de Tukey, considerando-se a significância de 5%, enquanto o efeito das doses de nitrogênio foi avaliado por meio de ajuste das regressões.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Características morfológicas

Os índices morfológicos da *Brachiaria decumbens* variaram com a estação do ano, sendo que, no verão a taxa de alongamento de folha por perfilho ( $TA_{1F}$ ) foi superior ( $P < 0,05$ ) àquela das outras estações (Tabela 2). O maior valor de  $TA_{1F}$  (25,61 mm/perfilho.dia), verificado no verão, é devido às condições ambientais favoráveis, como

luz, temperatura, disponibilidade de nutrientes e, principalmente, disponibilidade de água, pois as maiores precipitações pluviais foram registradas neste período (Tabela 1).

Tabela 2 – Taxa de alongamento de lâmina foliar (TA<sub>F</sub>), taxa de alongamento de colmo (TA<sub>C</sub>) e taxa de senescência foliar (TSF) (mm/perfilho.dia) de *Brachiaria decumbens* em pastagem adubada com nitrogênio mantidas a 20 cm de altura durante as quatro estações do ano 2002

Características	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Média
	----- mm/perfilho.dia -----				
TA <sub>F</sub>	25,61 a	10,68 b	7,65 c	11,15 b	13,77
TA <sub>C</sub>	10,71 a	1,98 c	1,36 c	3,59 b	4,41
TSF	2,39 c	3,20 c	4,14 b	5,41 a	3,79

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra miúscula não diferem (Tukey: P>0,05).

Entretanto, o menor valor de TA<sub>F</sub> (7,65 mm/perfilho.dia) registrado no inverno, também, pode ser explicado pelas limitações das condições ambientais (Tabela 1). Segundo Ludlow e Ng (1977), a expansão foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico, pois, cessa o alongamento de folhas e raízes muito antes que os processos de fotossíntese e divisão de células sejam afetados. De fato, a taxa de alongamento de folhas (TA<sub>F</sub>) é mais susceptível ao estresse hídrico que a fotossíntese (Wardlaw, 1969), pois, a divisão e principalmente o crescimento das células são processos, extremamente, sensíveis ao turgor celular (Ludlow & Ng, 1977).

A TA<sub>F</sub> do capim-braquiária também variou com a adubação nitrogenada, apresentando resposta linear positiva ao efeito residual das doses de N aplicadas (Figura 1). Estes resultados de aumento nos valores de TA<sub>F</sub> com as doses de N corroboram os resultados, encontrados por Volenec e Nelson (1983), Gastal & Nelson (1994), Garcez Neto et al (2002), Mazzanti et al. (1994), Duru e Ducrocq (2000a) e Alexandrino (2000). Todavia, a resposta ao N (0,0185 mm/perfilho.dia) foi de pequena magnitude, provavelmente, por estar avaliando o efeito residual da aplicação da dose de nitrogênio em plantas forrageiras, mantidas sob à mesma altura de pastejo.

Independente da magnitude, o efeito da adubação nitrogenada sobre o aumento da TA<sub>F</sub> pode ser atribuído à grande influência deste nutriente sobre os processos fisiológicos da planta (Herrera & Hernandez, 1985). Dentre os benefícios da aplicação de N, destaca-se

o estímulo ao desenvolvimento dos primórdios foliares, aumento do número de folhas emergentes e vivas por perfilho, diminuição do intervalo de tempo para aparecimento de folhas, redução da senescência foliar e estímulo ao perfilhamento (Paciullo et al., 1998; Herrera & Hernandez, 1985).

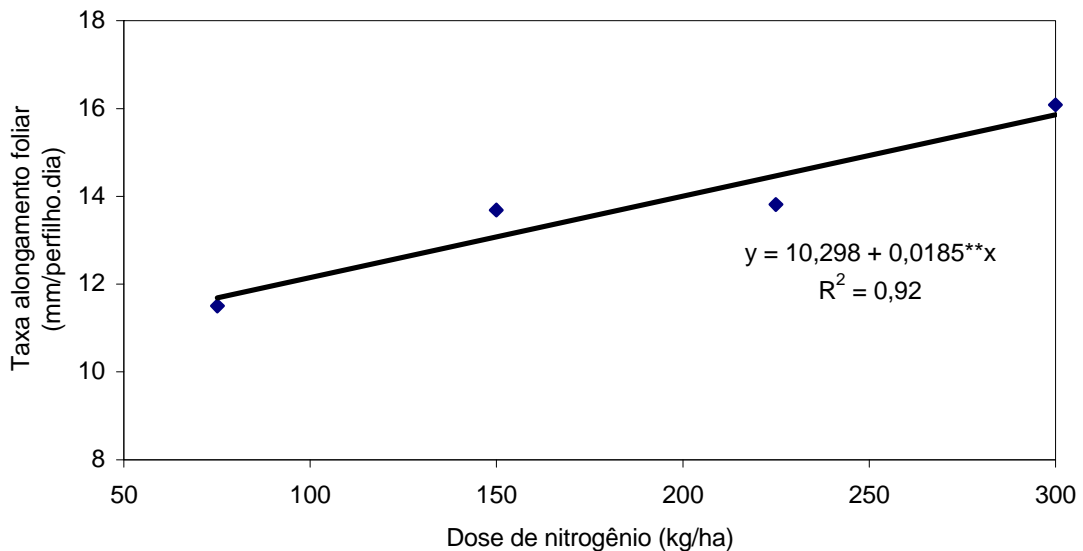


Figura 1 – Taxa de alongamento foliar (mm/perfilho.dia) de *Brachiaria decumbens* em função das doses de nitrogênio. Significativo a 1% (\*\*).

Mazzanti et al. (1994), trabalhando com *Lolium perene*, também encontraram efeitos significativos do nitrogênio sobre a  $TA_{1F}$ , quando a dose de nitrogênio passou de 40 para 90 kg/ha, aplicada a cada 45 dias. Neste contexto, Duru e Ducrocq (2000a), em dois dos três anos de estudo, observaram aumento significativo na  $TA_{1F}$  (76 a 80%), quando o suprimento de nitrogênio variou de zero para 120 kg/ha, sem que houvesse efeito dos regimes de corte.

Garcez Neto et al. (2002) também constataram aumento médio de 52, 92 e 133% na  $TA_{1F}$ , em *Panicum maximum* cv. Mombaça, quando as doses de N variaram de zero a 200 mg/dm<sup>3</sup> de N, ratificando, assim, o significativo papel deste nutriente no comportamento desta característica. Entretanto, vale ressaltar que a grande variação nos valores de  $TA_{1F}$  pode ser atribuída à espécie forrageira, às condições controladas do experimento e ao efeito

imediate da aplicação de N. Isto justifica o baixo incremento nas  $TA_{1F}$  do capim-braquiária, verificado no presente trabalho, pois, avaliou-se a forrageira em pastejo, mantida à mesma altura e o efeito residual do parcelamento das doses de N.

A estação do ano também teve influência significativa ( $P < 0,05$ ) sobre a taxa de alongamento de colmo ( $TA_{1C}$ ) do capim-braquiária, com maior valor no verão (Tabela 2). A explicação para este comportamento também é semelhante ao  $TA_{1F}$ , que variou no decorrer das estações do ano, em resposta às condições de meio que favorecem, ou não, o crescimento das plantas. Os valores médios da  $TA_{1C}$  do capim-braquiária, neste experimento, mostraram-se consistentes com aqueles obtidos por Cavalcante (2001), Gomide et al. (1997) e Grasselli et al. (2000) para a mesma gramínea.

Cavalcante (2001), trabalhando com *Brachiaria decumbens*, submetida a diferentes intensidades de desfolha, constatou que  $TA_{1C}$  foi afetada pela intensidade de desfolha e períodos de avaliação. Segundo Robson (1981), as taxas de alongamento de folhas e colmos e de senescência de folhas são influenciadas pela temperatura, luz e estação do ano, além de serem crescentes com a oferta de forragem (Grant et al., 1981).

Em plantas forrageiras tropicais, a fração colmo é importante para o crescimento e interfere, significativamente, na estrutura do dossel e no equilíbrio dos processos de competição por luz. Neste sentido, Pinto (2000) observou que, em plantas do gênero *Cynodon* sob lotação contínua, cerca de 60 – 75% do crescimento foi proveniente do alongamento de colmo e não, apenas, da expansão de folhas. Também, Sbrissia e Da Silva (2001) comentam que o alongamento de colmo é de fundamental importância, no caso de gramíneas tropicais, uma vez que grande parte do crescimento das plantas pode ser proveniente deste componente.

Não foi constatado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) das doses de N sobre a taxa de senescência (TSF), cuja variação ficou limitada ao efeito das estações do ano (Tabela 2). Observou-se que, na primavera, a TSF foi superior ( $P < 0,05$ ) às demais estações. Em trabalhos realizados por Cavalcante (2001), Pinto et al. (2001) e Cândido (2003) também foi verificado o efeito da época de avaliação sobre a TSF. A ausência do efeito das doses de N sobre a senescência foliar, no presente experimento, pode ser atribuída à uniformidade da altura (20 cm) do pasto, mantida em todos os tratamentos.

A TSF elevou-se ( $P < 0,05$ ) com o decorrer das estações verão, outono, inverno e primavera. Possivelmente, este fato esteja relacionado ao maior índice de precipitação pluvial, durante o verão, acelerando o fluxo de biomassa e propiciando elevada TSF durante o período de outono-inverno. Embora o déficit hídrico não fosse tão acentuado no período de primavera, foram registrados os maiores valores de TSF, possivelmente, devido à maior idade média das folhas nesse período.

Outra explicação para a ocorrência de alta TSF na primavera, pode ser aquela relatada por Wilson e Mannerje (1978) ao analisar os efeitos das variáveis ambientais sobre a senescência foliar de *Panicum maximum* e *Cenchrus ciliaris*, esses autores constataram incremento da senescência, sob intenso estresse hídrico, seguido de períodos úmidos.

Independentemente da época de avaliação, a adubação nitrogenada não influenciou a TSF, o que também foi constatado por Oliveira (2002). No entanto, a maioria dos estudos concernentes a gramíneas mostram redução na TSF, com a aplicação de doses crescentes de N (Wilman & Pearse, 1984; Mazzanti & Lemaire, 1994).

Em geral, a senescência de folhas não é afetada pela desfolhação, mas pelas características do ambientais, principalmente o déficit hídrico (McIvor, 1984) e temperatura (Lemaire & Chapman, 1996).

### **3.2. Número de folhas**

O número de folhas emergentes (NFEm), expandidas (NFEx) e vivas (NFV) por perfilho e o comprimento da folha expandida (CFEx) variaram com as estações do ano, apresentando valores médios de 1,11; 3,98 5,09; e 13,4 cm, respectivamente (Tabela 3). Dentre estas variáveis, apenas, o comprimento da folha expandida variou com as doses de N, segundo o modelo linear (Figura 2).

Nota-se que os maiores valores de NFV e CFEx ocorreram durante o verão, estação que apresentou condições climáticas favoráveis (Tabela 1) ao crescimento dos perfilhos da *Brachiaria decumbens*. Variações nessas características determinam mudanças na estrutura e composição morfológica do pasto, decorrentes de modificações nas condições ambientais, principalmente a luminosidade (qualidade, duração e intensidade) e temperatura, com a época do ano (Hotsonyame & Hunt, 1998). Portanto, as variações nas condições

ambientais, principalmente na luminosidade e temperatura, causaram variações nos valores de NFV e no CFEx, alterando a estrutura e composição morfológica do pasto.

Tabela 3 – Número de folhas emergentes (NFEm), expandidas (NFEx) e vivas (NFV) por perfilho e comprimento da folha expandida (CFEx) de *Brachiaria decumbens*, em pastagem adubada com nitrogênio e mantida a 20 cm de altura durante quatro estações do ano 2002

Características	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Média
NFEm	1,12 b	1,07 b	1,04 b	1,21 a	1,11
NFEx	4,26 a	4,08 ab	3,85 bc	3,73 c	3,98
NFV	5,39 a	5,16 ab	4,90 b	4,94 b	5,09
CFEx (cm)	15,23 a	13,18 b	9,75 c	15,97 a	13,40

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra, minúscula, não diferem (Tukey:  $P > 0,05$ ).

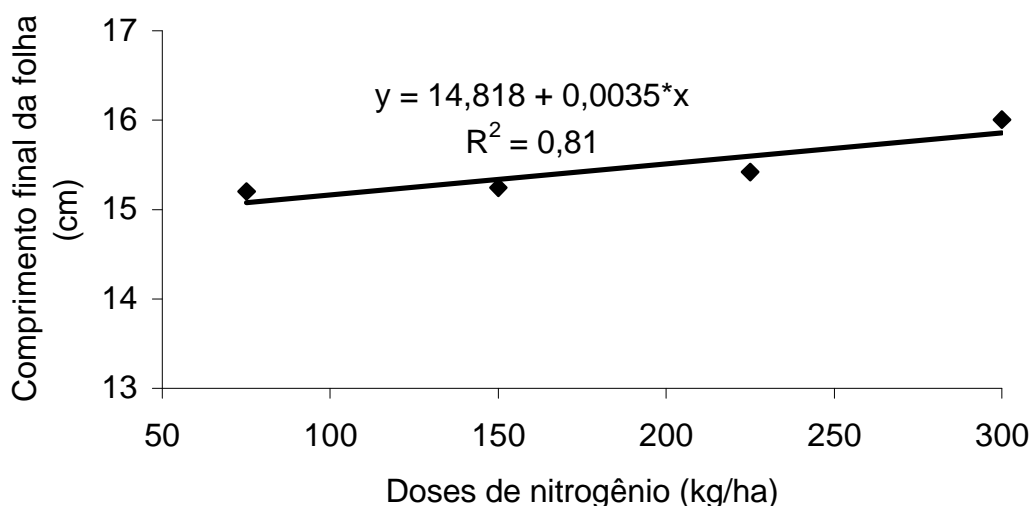


Figura 2 - Comprimento final das folhas expandidas (cm) de *Brachiaria decumbens*, em função das doses de nitrogênio. Significativo a 5% (\*).

Os resultados da influência das estações do ano sobre o NFV, constatada neste trabalho, são semelhantes àqueles relatados na literatura (Da Silva et al., 1998; Van Esbroeck et al., 1997). Além disso, em gramíneas, esta característica pode variar, amplamente, de uma espécie para outra. Assim, para *F. arundinacea*, Lemaire e Chapman

(1996) reportaram a existência de 2,5 folhas vivas por perfilho, enquanto Setelich (1999) indicou que os perfilhos de capim-elefante anão, espécie de grande porte, podem apresentar até 10 folhas vivas por perfilho.

No que refere ao número médio de folhas emergentes (NFEm) 1,11; este foi inferior àqueles encontrado por Corsi et al. (1994) para *B. decumbens* (1,71). Entretanto, vale ressaltar que o maior valor do NFEm, observado por Corsi et al. (1994), pode ser atribuído ao efeito imediato do nitrogênio, aplicado antes das avaliações morfogênicas. No presente trabalho, entretanto, avaliou-se o efeito residual da adubação nitrogenada.

Por outro lado, o aumento do CFEx em resposta à adubação nitrogenada (Figura 2) pode ser explicado pelo provável e expressivo incremento no número de células, em processo de divisão estimulando a produção de novas células e proporcionando aumento na taxa de alongamento de folhas, o que pode ter contribuído às mudanças no tamanho da lâmina foliar. No entanto, embora o efeito do N sobre o CFEx fosse significativo, os incrementos foram muito pequenos (0,0035 cm/kg de N). Tais condições são bastante diferentes daquelas do estudo de Alexandrino (2000) com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a cortes, em que o CFEx respondeu de forma quadrática às doses de N ( $Y = 122,05 + 0,695N - 0,001N^2$ ), resultando em máximo CFEx na dose estimada de 331,68 mg de N/dm<sup>3</sup> de solo com um incremento de 0,363 mm/mg de N. Nota-se que o incremento no CFEx, encontrado por esse autor é muito superior aos relatados no presente experimento (0,035 mm/kg de N). As possíveis explicações para a maior resposta podem ser atribuídas ao efeito imediato da aplicação do N, à espécie forrageira e ao ambiente no qual o presente experimento foi conduzido (casa de vegetação).

Vale ressaltar que as mudanças na estrutura e composição morfológica do pasto, decorrentes do número de folhas verdes por perfilho e do tamanho final da folha, determinam a quantidade máxima de tecido foliar verde, que um perfilho acumula, sendo que, associada ao número de perfilhos, por área, contribui para o índice de área foliar. Esta variável é importante à eficiência de absorção luminosa e à capacidade fotossintética do relvado e, conseqüentemente, à produtividade do pasto (Lemaire, 1997).

### 3.3. Índice de área foliar

Não foi constatado efeito significativo da interação entre as doses de nitrogênio e a estação do ano sobre o IAF, ficando os efeitos limitados aos fatores isolados de N e estação do ano, que mostraram influência significativa ( $P < 0,05$ ) sobre a variável em estudo (Figura 3 e Tabela 4).

O IAF aumentou, linearmente, com o resíduo das doses de N (Figura 3), o que não difere dos resultados observados por Clavero Cepeda (1993b). Isto se explica pelo efeito do N sobre o CFEx e taxa de alongamento foliar.

Paciullo et al. (1998) também constataram em capim-elefante cv. Mott, um efeito positivo de 0,019 unidades/kg.ha de N sobre o IAF, o que demonstra o significativo papel deste nutriente no comportamento dessa característica. Entretanto, vale ressaltar que apesar do efeito positivo da aplicação de N, os incrementos no IAF de 0,0068 unidades/kg.ha de N (Figura 3) são extremamente baixos. Uma possível explicação para tal fato, conforme descrito anteriormente, é que o efeito residual do nitrogênio foi avaliado em pastagem mantida a uma mesma altura.

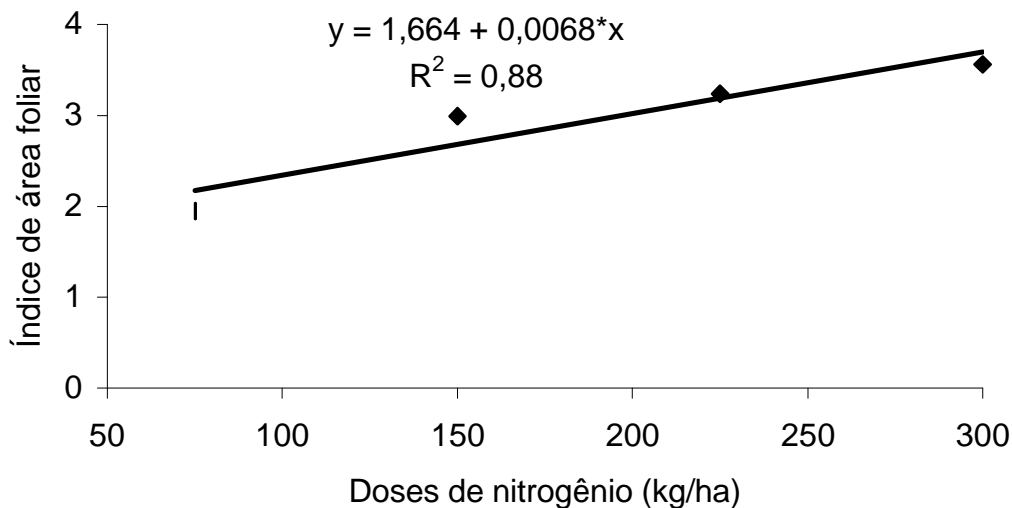


Figura 3 – Índice de área foliar em pastagem de *Brachiaria decumbens* sob pastejo, em função das doses de nitrogênio. Significativo a 5% (\*).

Tabela 4 – Índice de área foliar e composição morfológica de *Brachiaria decumbens* em pastagem adubada com nitrogênio e mantida a 20 cm de altura durante as quatro estações do ano 2002

Características	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Média
IAF	3,99 a	3,21 b	1,86 c	2,67 b	2,93
Material Morto (%)	32,5 c	45,8 b	61,8 a	47,1 b	46,8
Lâmina Foliar (%)	23,0 a	15,9 b	11,6 c	20,2 a	35,5
Colmo (%)	44,5 a	38,3 b	26,6 d	32,7 c	17,7

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra, minúscula, não diferem (Tukey: P>0,05).

Quanto à influência da estação do ano, no presente trabalho, os valores de IAF variaram entre 3,99 e 1,86 no verão e inverno, respectivamente (Tabela 4). Valores similares foram relatados por Cavalcante (2001) e Grasselli (2002). Esses autores trabalharam com *Brachiaria decumbens*, submetida a diferentes intensidades de pastejo mas não constataram efeito da intensidade de pastejo nem da época sobre o IAF. No entanto, Gomide et al. (1997), trabalhando com *Brachiaria decumbens*, submetida a alturas de corte entre 10 a 50 cm, encontraram valores de IAF superiores aos observados nesse ensaio (3,3 a 8,4).

Também, os resultados de IAF foram inferiores àqueles relatados por Brougham (1956 e 1957), em azevém perene. Esse autor verificou que 95% de interceptação de luz foi obtida com um IAF igual a 5,0, para azevém perene. Os valores de IAF ótimo variam de 2 a 3 até valores maiores que 15, conforme a espécie (Brougham, 1957; Mott & Popenoe, 1977). No entanto, pode-se inferir que os valores de IAF, durante o período de inverno, não atingiram o IAF ótimo, o qual foi prejudicado devido às condições adversas, atuando sobre a morfologia das plantas do capim-braquiária e comprometendo o crescimento e manutenção da produtividade das plantas.

Os resultados apontam redução nos valores de IAF à medida que a estação do ano avançou do verão-outono para o inverno (Tabela 4). Clavero Cepeda (1993a) também constatou diferenças no IAF em *Cenchrus ciliaris*, devido a estação do ano e entre os anos estudados. Neste contexto, Marshall (1987) destacou a importância dos fatores de ambientais, principalmente a temperatura, o fotoperíodo e luz, na taxa de aparecimento de folhas, determinando, assim, variação estacional no IAF.

Essa variação do IAF (Tabela 4) com as estações do ano já era esperada, uma vez que o pasto foi mantido a uma mesma altura (20 cm) em todos os piquetes, o que também foi observado por Fagundes et al. (1999a) e Fagundes et al. (2001). Assim, os baixos valores de IAF, encontrados no inverno, são decorrentes das condições climáticas adversas (Tabela 1), ou seja, baixos índices pluviométricos e baixas temperaturas, que, aliados aos menores valores de NFV e ao CFEx, contribuíram para o baixo IAF. Por outro lado, os maiores valores de IAF, encontrados no verão, decorrem do maior tamanho e número de folhas em resposta ao efeito das doses de N, o que influenciou a taxa de alongamento foliar. 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 pastos com distintos IAF, ocorram taxas de produção de biomassa distintas, conforme constatado no presente trabalho.

### **3.4. Composição morfológica**

A composição morfológica do capim-braquiária foi influenciada pela adubação com nitrogênio e, principalmente, pela estação de avaliação. Os percentuais de colmo e material morto (Figuras 4) foram ajustados a uma regressão linear positiva e negativa, respectivamente, enquanto os valores de porcentagem de lâmina foliar (Figura 5) variaram conforme a interação N x estação do ano, com ajuste em função das doses de N quadrático no verão, inverno e primavera e linear no outono. Este efeito diferencial da estação do ano sobre os componentes lâmina foliar, colmo e material morto pode ser atribuído a fatores climáticos que atuam na morfologia das plantas, alterando as relações lâmina:colmo e material vivo:morto. Além desses fatores, a estação do ano teve efeito marcante sobre a composição morfológica do capim-braquiária com os maiores valores de material morto e colmo ocorrendo no inverno e verão (Tabela 4), respectivamente.

De fato, os processos de formação, desenvolvimento, crescimento e senescência de folhas e perfilhos são sensíveis às condições de disponibilidade de água, temperatura e nutrientes (Lawlor, 1995; Mazzanti et al., 1994, Carvalho et al., 2001). Ademais, vale ressaltar que, em pastagem, as plantas com melhores condições nutricionais mantêm uma maior quantidade de colmo e lâmina foliar vivos (Duru & Ducrocq, 2000a b).

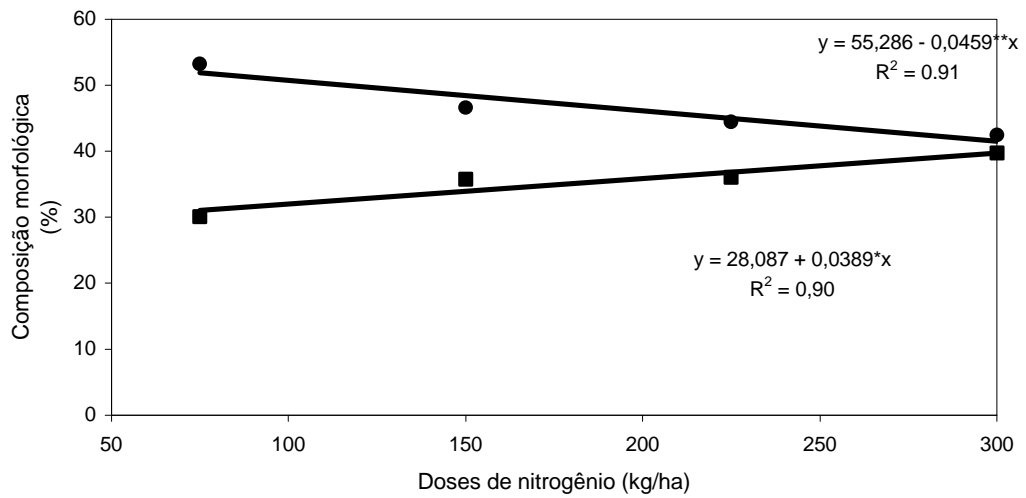


Figura 4 – Porcentagem de colmo ( ) e material morto ( ) no pasto de *Brachiaria decumbens* mantido a 20 cm de altura, em função das doses de nitrogênio. Significativo a 1% (\*) e 5% (\*\*).

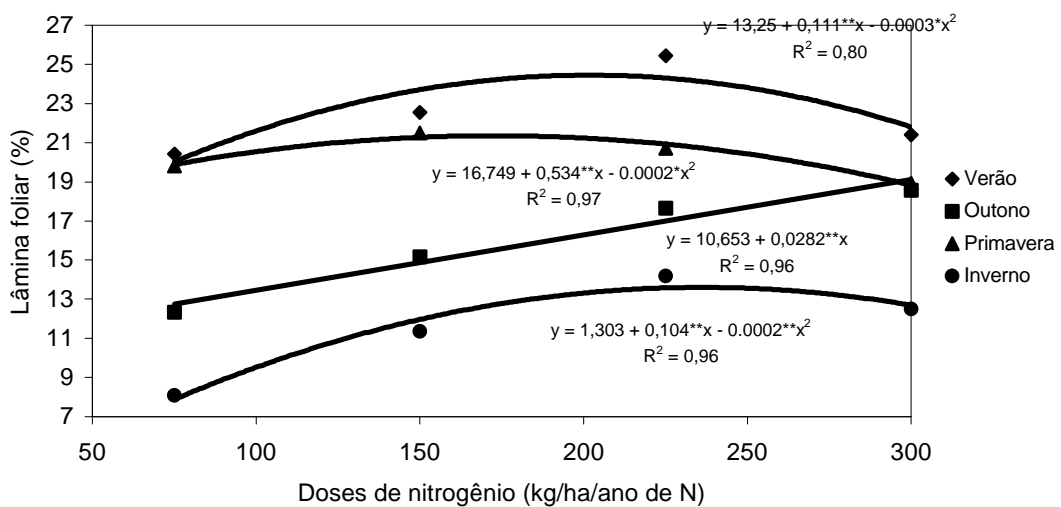


Figura 5 – Porcentagem de lâmina foliar no pasto de *Brachiaria decumbens* mantido a 20 cm de altura, em função das doses de nitrogênio e estações do ano. Significativo a 1% (\*) e 5% (\*\*).

Constatou-se, ainda, diminuição nos valores de percentuais de colmo e folha e aumento do material morto no pasto de capim-braquiária, no período outono-inverno,

relativamente às outras estações (Tabela 4). Este comportamento inverso nos componentes morfológicos já era esperado, uma vez que o “pool” dos componentes do pasto são complementares.

A menor porcentagem de colmo e folha no outono e inverno (Tabela 4) pode ser atribuída às condições desfavoráveis, ocorridas a partir de maio (Tabela 1), quando as temperaturas e os índices pluviométricos começaram a diminuir. Segundo Korte e Harris (1987), a composição morfológica do relvado, mantido à mesma altura, sofre maior influência das condições climáticas.

Dentre os componentes morfológicos de uma gramínea, o colmo tem a função de sustentação no arranjo espacial da planta, além da translocação de assimilados para as folhas, sendo importante, principalmente, em condições que favoreçam o crescimento. Provavelmente, isto explique as maiores proporções de colmo nas épocas de condições climáticas favoráveis ao crescimento e desenvolvimento do capim-braquiária. Após cessado o déficit hídrico, o crescimento foi retomado e a proporção de colmo voltou a crescer (32,7%) na primavera (Tabela 4). A proporção de material morto no dossel, ao longo do período experimental, esteve relacionada à estação do ano e ao efeito da adubação nitrogenada.

Clavero Cepeda (1993a) também constatou diferenças na composição morfológica de *Cenchrus ciliaris*, conforme a estação do ano e entre os anos estudados. Essas variações nas proporções de material vivo e morto, no dossel, são resultantes do equilíbrio dos processos dinâmicos e concomitantes de crescimento e morte/senescência de tecidos (Hodgson, 1990), os quais são afetados de forma diferenciada por práticas agronômicas e de manejo (Korte & Sheath, 1979).

O capim-braquiária sob pastejo apresentou valores médios da percentuais de folhas variando entre 11,5 e 22,5%. Esses maiores percentuais ocorreram, quando os fatores de crescimento não eram limitantes, reduzindo-se a partir daí, quando as plantas perderam sua capacidade de reposição rápida de folhas devido à queda de temperatura e umidade, sendo a menor proporção registrada no inverno. Resultados semelhantes foram observados por Carnevalli e Da Silva (1999), em Coastercross e Euclides et al. (1998) em *Brachiaria decumbens* e *B. Brizantha*, consorciadas com *Calopogonium mucunoides*.

Em relação aos materiais vivo e morto, em geral, observou-se uma participação de 50% para cada um desses componentes, com acentuado efeito de doses de N e época de avaliação. Os valores de material morto, obtidos para o capim-braquiária, são considerados elevados e podem ser um indício de baixa eficiência de utilização da forragem produzida. Resultados semelhantes foram registrados por Euclides et al. (1998) e Fagundes et al. (1999b), que relataram como sendo indicativos de mudança na estrutura dos pastos, promovida pelos animais em pastejo.

Também, vale ressaltar que a maior variação na mudança de composição morfológica de um pasto ocorre entre a época seca do ano (inverno na região sudeste do Brasil) e início das chuvas, com incremento de temperatura, até a fase de crescimento mais ativo e vigoroso, no verão, quando a atividade de microrganismos, responsáveis pelos processos de decomposição de matéria orgânica no solo e na base do dossel forrageiro, é bastante intensa.

#### **4. CONCLUSÕES**

A taxa de alongamento de folha, comprimento final da folha, índice de área foliar, porcentagem de colmo e lâmina foliar aumentaram, linearmente, enquanto a porcentagem de material morto decresceu com a adubação nitrogenada da *Brachiaria decumbens* sob pastejo.

A taxa de alongamento de colmo, taxa de senescência e o número de folhas vivas, expandidas e emergentes não foram influenciadas pela adubação nitrogenada.

A taxa de alongamento de folha e colmo, número de folhas vivas, comprimento final da folha, índice de área foliar, porcentagem de lâmina foliar e colmo da *Brachiaria decumbens* variaram entre as estações do ano, apresentando, sempre, valores menores no inverno

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E. **Crescimento e características químicas e morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a cortes e diferentes doses de nitrogênio.** Viçosa-MG, 2000. 132p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- 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 Science**, v.49, n.2, p. 192-202, 1994.
- BROUGHAM, R.M. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal of Agricultural research**, v.7, p.377-387, 1956.
- BROUGHAM, R.M. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal Agriculture Research**, v.9, p.39-52, 1957.
- BROWN, R.H. & BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, v.38, n.1, p.1-9, March 1968.
- CANDIDO, M.J.D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e o desempenho animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso.** Viçosa-MG, 2003. 135p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.
- CARNEVALLI, R.A., DA SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agrônomicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1. **Scientia Agricola**, v.56, n.2, p.489-499, 1999.
- CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S.C; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em Coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p.567-575, 2001.
- CAVALCANTE, M.A.B. **Características, estruturais e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, em diferentes alturas.** Viçosa-MG, 2001. 132p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

- CLAVERO CEPEDA, T. Efecto de la defoliación sobre el crecimiento, área foliar e intercepción de luz en pastos tropicales. **Revista de Agronomía (LUZ)**, v.10, n.1, p.57-67, 1993b.
- CLAVERO CEPEDA, T. Interrelacion entre índice de área foliar, intercepción de luz y crecimiento del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). **Revista de Agronomía (LUZ)**, v.10, n.1, p.39-55, 1993a.
- CORSI, M. Uréia como fertilizante na produção animal. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J C. de.; DE FARIA, V.P. (eds). **Pastagens - Fundamentos da exploração racional**, Piracicaba-SP, FEALQ, 1994, p.121-153.
- CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.; SANTOS, P.M.; SILVA, S.C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J C. de.; FARIA, V.P. de. (eds). **Simpósio Sobre Manejo de Pastagens**, 11., Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 249-66.
- DA SILVA, S.C.; PASSANEZI, M.M.; CARNEVALLI, R.A.; PEDREIRA, C.G.S.; FAGUNDES, J.L. Bases para o estabelecimento do manejo de *Cynodon* spp. para pastejo e conservação. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J C. de.; FARIA, V.P. de. (eds). **Simpósio Sobre Manejo de Pastagens**, 15, Piracicaba, 1998. **Anais** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.129-150.
- DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L. R.A & RODRIGUES, T.J.D. (eds.) **Simpósio Sobre Ecosistema de Pastagens**, 3, Jaboticabal, 1997. **Anais**. Jaboticabal: FCAV (UNESP)-FUNEP, 1997b. p.1-62.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, v.85, p.645-653, 2000b.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635-643, 2000a.

- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z.J. et al. Desempenho de novilhos em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p. 246-254, 1998.
- FAGUNDES, J. L., SILVA, S.C., PEDREIRA, C.G.S., CARNEVALLI, R.A., CARVALHO, C.A.B., SBRISSIA, A. F., PINTO, L. F. M. Título: Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminoso e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.187-195, 2001.
- FAGUNDES, J.L., SILVA, S.C., PEDREIRA, C.G.S., CARNEVALLI, R.A., CARVALHO, C.A.B., SBRISSIA, A.F., PINTO, L.F.M. Intensidades de pastejo e a composição morfológica de pastos de *Cynodon* spp. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.897-908, 1999b.
- FAGUNDES, J.L., SILVA, S.C., PEDREIRA, C.G.S., 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 Agricola**, v.56, n.4, p.1141-1150, 1999a.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, O; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1890-1900, 2002.
- GASTAL, F.; BELANGER, G., LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, v.70, p.437-442, 1992.
- GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use withing the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, v. 105, n.1, p. 191-197, 1994.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, C. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.341-348 , 2000.
- GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S., PACIULLO, D.S.C. Fluxo de tecidos em *Brachiaria decumbens*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, Juiz de Fora, **Anais**, p.117-119, 1997.

- GRANT, S.A., BARTHAM, G.T., TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**, v.36, n.3, p.155-168, 1981.
- GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; SMITH, H.K. Sward management lamina turnover and tiller population density in continuously stocked *Lolium perenne* – dominated swards. **Grass and Forage Science**, v.38, p.333-344, 1983.
- GRASSELLI, L.C.P. **Características estruturais e morfológicas e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, a diferentes alturas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 50p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- 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: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.3 (CD-ROM).
- GUILHERME, L.R.G.; VALE, F.R. do; GUEDES, G.A.A. 1995. *Fertilidade do solo: Dinâmica e disponibilidade de nutrientes*. Lavras:ESAL/FAEPE. 171 p.
- HERRERA, R.; HERNANDEZ, Y. Efecto de la fertilización nitrogenada em la calidad de *Cynodon dactylon* cv. Coast cross. I rendimento de materia seca, proteína bruta y porcentaje de hojas. **Pastos y forrages**, v.8, n.1, p.227-338, 1985.
- HODGSON, J. **Grazing Management: Science into Practice**. Longman Scientific and Technical, Logman Group, U. K., 1990. 203p.
- HOTSONYAME, G.K.; HUNT, L.A. Seeding date, photoperiod and nitrogen effects on specific leaf area of field-grown wheat. **Canadian Journal Plant Science**, v.78, n.1, p.51-61, 1998.
- JACQUES, A.V.A. Fisiologia do crescimento de plantas forrageiras (área foliar e reservas orgânicas) In. FARIA, V.P. de. e MOURA, J.C. de.(Ed.) Simpósio Sobre Manejo da Pastagem., **Anais**,1, Piracicaba-SP, FEALQ, 1973, p.95-101
- KÖEPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948. 478p.

- KORTE, C.J.; SHEATH, G.W. Herbage dry matter production. The balance between growth and death. **Proceedings of the New Zealand grassland association**, v.40, p.152-161, 1979.
- KORTE,C.J.; HARRIS, W. Effects of grazing and cutting In: SNAYDON, R.W. **Ecosystems of the world: Managed grassland analytical studies**. Amsterdam: Elsevier science publisher, 1987. P.71-79.
- LAWLOR, D.W. Photosynthesis, productivity and environment. **Journal of Experimental Botany**, v.46, p.1449-1461 (special issue), 1995.
- LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: Tissue turnover. In: GOMIDE, J.A. (Ed). Simpósio Internacional Sobre Produção Animal em Pestejo, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 117-144.
- 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.
- LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, 42(2): 263-272, 1977.
- MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed grasslands: analytical studies ecosystems of the world**. Amsterdam: Elsevier Science, 1987. cap. 4, p.29-46.
- MAZZANTI, A., LEMAIRES, G.; GASTAL, F. The effect nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1 – Herbage growth dynamics. **Grass and forage Science**, 49(2): 111-120, June, 1994.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRES, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep. 2 – Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and forage Science**, 49(3): 352-359, September, 1994.
- McIVOR, J.G. Leaf growth and senescence in *Urochloa mosambicensis* and *U. oligotricha* in a seasonally dry tropical environment. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.35, p.177-187, 1984.
- MOTT, G.O., POPENOE, H.L. Grasslands. In: ALVIM, P.T., KOZLOWSKI, T.T. (Ed.) **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p.157-186.

- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J C. de.; FARIA, V.P. de. (eds). Simpósio Sobre Manejo de Pastagens, 13, Piracicaba, 1996. **Anais Piracicaba: FEALQ**, 1997. p.15-96.
- OLIVEIRA, M.A. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idades de rebrota**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 142p. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1939-1948, 2000.
- PACIULLO, D.S.C., GOMIDE, J.A., RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada do capim-elfante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1069-1075, 1998.
- PINTO, L. F. M.; SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; CARVALHO, C. A. B.; CARNEVALLI, R. A.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.439-447, 2001.
- PINTO, L.F.M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon* spp. submetidas a pastejo**. Piracicaba, 2000. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ROBSON, M.J. Potential production – What it is and can we increase it? In: WRIGHT, C.E. (Ed.) Plant physiology and herbage production. Occasional symposium nº 13. **Proceedings...** British Grassland. Society, p.5-17, 1981.
- ROBSON, M.J. 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**, v.37, n.4, p.487-500, 1973.
- SAS INSTITUTE. <http://sasdocs.ucdavis.edu>. (20 de abril de 2002).

- SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**. Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.731-754, 2001.
- SETELICH, E.A. **Resposta à adubação nitrogenada de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* SCHUM. CV. MOTT), sob pastejo no alto vale do Itajaí, Santa Catarina**. Porto Alegre, 1999. 132f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- SIMON, J.C.; LEMAIRE, G. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. **Grass and Forage Science**, v.42, p.373-380, 1987.
- VAN ESBROECK, G.A.; HUSSEY, M.A.; SANDERSON, M.A. Leaf appearance rate and final leaf number of switchgrass cultivars. **Crop Science**, v.37, p.864-870, 1997.
- VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. **Crop Science**, v.23, p.720-24, 1983.
- WARDLAW, I.F. The effect of water stress on translocation in relation to photosynthesis and growth. II. Effect during leaf development in *Lolium temulentum* L. **Australian Journal Biology Science**, 22(1): 1-16, February, 1969.
- WILMAN, D., PEARSE, P.J. Effects of applied nitrogen on grass yield, nitrogen content, tillers and leaves in field swards. **Journal Agricultural Science**, v.103, n.1, p.201-211, 1984.
- WILSON, R.J.; MANNETJE, L. Senescence, digestibility and carbohydrate content of Buffel grass and Green Panic leaves in swards. **Australian Journal Agriculture Research**, v.29, p.503-516, 1978.

## CAPÍTULO II

### DEMOGRAFIA DE PERFILHOS E ACÚMULO DE FORRAGEM EM PASTAGEM DE *Brachiaria decumbens* ADUBADA COM NITROGÊNIO

RESUMO: A dinâmica de crescimento de plantas forrageiras tem sido foco de estudo, nos últimos tempos, visando aprimorar o conhecimento do processo de produção e distribuição de forragem em pastagem. Para tanto, este experimento foi realizado no Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFV, no período de novembro de 2001 a novembro de 2002 com o objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada sobre a biomassa forrageira, demografia de perfilhos e acúmulo de forragem em pastagens de *Brachiaria decumbens*, submetida à uma mesma intensidade de pastejo. Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225 e 300 kg/ha.ano de N), aplicadas antes do início das avaliações experimentais, as quais foram realizadas durante as estações de verão, outono, inverno e primavera de 2002. Utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, com duas repetições. Foi constatado efeito das estações do ano e das doses de nitrogênio sobre a biomassa forrageira, demografia populacional de perfilhos e acúmulo de forragem de *B. decumbens*. A densidade populacional de perfilhos vegetativos e vivos aumentou, linearmente, enquanto a de perfilhos mortos decresceu, linearmente, com as doses de N. A biomassa forrageira aumentou, linearmente, com a adubação nitrogenada, enquanto, a densidade populacional de perfilhos reprodutivos não foi influenciada pela adubação nitrogenada. A densidade populacional de perfilhos vivos, vegetativos e reprodutivos e a biomassa de folhas, colmo e material verde de *Brachiaria decumbens* variaram entre as estações do ano, apresentando, sempre, valores menores no inverno. O capim-braquiária apresentou incremento de produção de matéria seca proporcional às doses de nitrogênio, com maiores valores de taxa de acúmulo diário de folha, de colmo e produção de forragem nas estações primavera-verão, com crescimento mínimo no inverno. As variações nas condições climáticas, com a estação do ano, alteraram as taxas de acúmulo de folha, colmo, taxa de senescência, taxa de produção e acúmulo líquido de forragem da pastagem de *Brachiaria decumbens*.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, biomassa forrageira, capim-braquiária, forragem, perfilhamento, pastejo

**TILLER DEMOGRAPHY AND ACCUMULATION OF THE FORAGE IN  
*Brachiaria decumbens* PASTURE FERTILIZED WITH NITROGEN**

SUMMARY: In the last times, the growth dynamics in the forage plants has been focused in order to improve the knowledge of the forage yield and distribution process in pasture. This study was carried out in the agrostology sector of the UFV Animal Sciences Department, over the period from November 2001 to November 2002, aiming at the evaluation of the effects from nitrogen fertilization upon the forage biomass, tiller demography and accumulation of the forage in *Brachiaria decumbens* pastures fertilized with nitrogen and subjected to the same grazing height. The treatments consisted of four nitrogen doses (75, 150, 225 and 300 kg/ha. yr. N) applied before the beginning of the experimental evaluations, which were performed during the summer, autumn, winter and spring, 2002. The randomized experimental design was used with two replicates. The effects of the yearly seasons and nitrogen doses on the tiller population densities the forage biomass in *B. decumbens* were found. The population density of the alive and vegetative tillers increased linearly, while that of the dead tillers decreased linearly with the residual N doses. The forage biomass increased linearly with the nitrogen fertilization, whereas the population density of the reproductive tillers were not affected by the nitrogen fertilization. The tiller population density alive, vegetative and reproductive, leaf biomass, stem and green matter of the *Brachiaria decumbens* varied among the yearly seasons, as always showing lower values in winter. The brachiaria grass presented an increase in the dry matter yield proportionally to the nitrogen doses, with higher rates for daily accumulation of leaves and stems, and forage yield in the summer-spring seasons and a minimum growth in winter. The variation in the climatic conditions with the yearly season changed the leaf accumulation rates, senescence rate, liquid accumulation rate and the forage yield in the *Brachiaria decumbens* pasture.

Keywords: nitrogen fertilization, brachiaria grass, nitrogen use efficiency, forage, grazing.

## 1. INTRODUÇÃO

A produtividade animal baseada no uso de pastagens é o resultado da interação entre os estádios de crescimento do pasto, da utilização da forragem produzida e conversão da forragem produzida em produto animal (Hodgson, 1990). Assim, o manejo do pastejo embasado nas características da planta e nas condições de ambiente tem resultado em grande desenvolvimento do setor pecuário, em alguns países de clima temperado. No entanto, poucos são os trabalhos que geraram informações suficientes para o planejamento de estratégias de desfolhas eficientes, visando máxima utilização das plantas forrageiras tropicais (Da Silva & Pedreira, 1997).

As características morfológicas das plantas definem a organização espacial das mesmas, influenciam a apreensão pelos herbívoros e afetam o crescimento após a desfolha. A perenidade e a recuperação de plantas, após o corte ou pastejo, dá-se pela contínua substituição de perfilhos (Briske, 1991).

O perfilhamento é a forma de crescimento, incremento em produtividade e, sobretudo, sobrevivência das gramíneas forrageiras em pastagens estabelecidas (Hodgson, 1990). O estudo desta característica estrutural, em gramíneas forrageiras, tem ocorrido de forma acentuada nos últimos anos, visando à utilização racional de plantas forrageiras (Matthew et al., 1999, Carvalho, 2000; Santos, 2002; Uebele, 2002). Tal fato justifica-se, pois, as estratégias de manejo idealizadas com base nessas investigações geraram consistentes incrementos na produtividade das pastagens (Da Silva & Sbrissia, 2000; Hernandez Garay et al., 1997).

No contexto da produção em geral, o perfilhamento exerce forte influência sobre as variáveis de acúmulo de forragem (Da Silva & Pedreira, 1997), sendo, portanto, fundamental a manutenção da densidade populacional de perfilhos. Ademais, o crescimento da população de plantas depende da fertilidade do solo e das condições edafoclimáticas, tais como o solo, luz, temperatura, água, dentre outros (Marshall, 1987).

A produção de matéria seca de um perfilho é dependente da taxa de aparecimento e expansão foliares, do tamanho final da folha e da duração de vida das folhas. Mas, o rendimento de massa, por área, e a estrutura do dossel são dependentes da densidade de perfilhos na pastagem (Nabinger & Pontes, 2001).

A estrutura do dossel é um fator importante na determinação do crescimento e senescência das plantas, bem como na facilidade com que a forragem é apreendida pelo animal. Diferentes níveis de ingestão podem ser atingidos em pastagem, com mesma biomassa de forragem. Isto acontece por que, a mesma massa de forragem pode estar disponível ao animal, sob diferentes formas, por intermédio de inúmeras combinações entre altura e densidade (Carvalho, 1997). Assim, a acessibilidade da forragem, biomassa forrageira, altura do pasto, densidade e composição morfológica são características do pasto, que propiciam informações básicas da quantidade e forma com que a forragem é oferecida (Euclides & Euclides Filho, 1997).

Segundo Santos (1997), o estudo das diversas características da vegetação fornece informações necessárias a um eficiente aproveitamento da forragem e subsídios, que contribuirão para o manejo de pastagens garantindo, assim, as produtividades primária e secundária da pastagem. Portanto, o primeiro passo no manejo de pastagens consiste em conhecer as características da forrageira, afim de direcionar a tomada de decisão. Dessa forma, é evidente a importância dos estudos de dinâmica de produção primária das gramíneas forrageiras, por meio de avaliações de suas características morfogênicas e estruturais, uma vez que elas permitirão um melhor entendimento quanto ao crescimento vegetal e comportamento ingestivo do animal.

O acúmulo de forragem na pastagem, após a desfolhação e na ausência de animais, é resultante do fluxo de novos tecidos foliares, definido como produção primária ou crescimento bruto, e do fluxo de senescência e decomposição de tecidos foliares e correlaciona-se com a absorção da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel e a eficiência de utilização dessa radiação pelas folhas (Hodgson, 1990). Assim, a eficiência fotossintética do relvado 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 & Chapman, 1996). Portanto, as taxas de crescimento e senescência caracterizam o fluxo de biomassa no relvado. O balanço entre estes dois processos resulta no acúmulo líquido de forragem, o qual é de primordial importância, pois, reflete a quantidade de forragem verde, acumulada em determinado período e suas variações de acordo com as práticas de manejo e estações do ano.

O potencial de produção de uma planta forrageira é determinado, geneticamente; entretanto, para que este potencial seja alcançado as condições adequadas do meio e o manejo devem ser observados. Dentre estas condições, nas regiões tropicais, a baixa disponibilidade de nutrientes é, seguramente, um dos principais fatores que interferem tanto na produtividade como na qualidade da forrageira. Assim, o fornecimento de nutrientes em quantidades e proporções adequadas, particularmente o nitrogênio, assume importância fundamental no processo produtivo de pastagens, pois, o nitrogênio do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, não é suficiente para atender a demanda de gramíneas de alta potencial de produção (Guilherme et al., 1995). Vários são os trabalhos, reportando o aumento da produtividade com a utilização de adubo nitrogenado (Paciullo et al., 1998; Nabinger, 1997; Harding & Grof, 1978).

Os efeitos da adubação nitrogenada e das épocas de avaliação sobre a população de perfilhos podem, por outro lado, constituir um dos principais fatores determinantes da produção de biomassa, juntamente com o rendimento por perfilho (Nelson et al., 1977). O perfilhamento da planta forrageira constitui uma resposta das plantas à fertilidade, em associação com o efeito de época, de frequência e intervalo entre cortes (Corsi & Nascimento JR, 1994).

Portanto, vale ressaltar que mesmo sendo idênticos os processos, mecanismos e princípios, que determinam a produção forrageira, a expressão das respostas das plantas forrageiras assume valores distintos para cada espécie, visto que a plasticidade fenotípica, responsável pela amplitude das compensações entre esses processos e mecanismos é singular e específica (Hodgson & Da Silva, 2002). Isto justifica, ainda mais, a necessidade de conhecimentos mais detalhados sobre a planta forrageira (Da Silva & Pedreira, 1997), considerando-se que mudanças morfológicas no pasto ocorrem ao longo do tempo (Euclides & Euclides Filho, 1997).

Dessa forma, tornam-se relevantes os estudos da dinâmica de produção primária das gramíneas forrageiras, por meio de avaliações de características morfogenéticas, uma vez que estas possibilitam o estudo do crescimento vegetal. Assim, pode-se ter uma estimativa da produção de forragem. Tais estudos podem gerar conhecimentos básicos, necessários às definições de estratégias de manejo para plantas forrageiras nas mais variadas condições.

Contudo, há carência de informações sobre o comportamento das características morfogênicas e estruturais de gramíneas tropicais, sob pastejo e adubação nitrogenada, em condições climáticas distintas. Por esta razão, foi proposto este trabalho a fim de estudar o efeito da adubação nitrogenada sobre a demografia de perfilhos, biomassa e acúmulo de forragem, em pastagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O local experimental e o monitoramento das condições do pasto foram descritos, anteriormente (Capítulo I).

### **2.1 – Tratamentos e delineamento experimental**

Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225 e 300 kg/ha.ano de N) aplicadas antes do início das avaliações. O adubo nitrogenado (uréia) correspondente às doses foi distribuído em três aplicações (14-11-01, 26-01-02 e 21-03-02), exceto a dose de 75 kg/ha.ano de N que foi dividida em apenas duas aplicações (14-11-01 e 26-01-02). As unidades experimentais constituíram de oito piquetes com áreas variando de 0,2 a 0,4 ha, inversamente à dose de N aplicada para permitir taxa de lotação mais uniforme em todos os piquetes. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com duas repetições.

Entre 09 de novembro de 2001 e abril de 2002, a pastagem foi manejada sob lotação contínua com taxa de lotação variável, utilizando-se novilhos mestiços nelore com peso inicial entre 180 e 210 Kg. Em cada piquete manteve-se um mínimo de dois animais, durante o período de avaliação. A altura média do pasto foi mantida em torno de 20 cm, por meio da adição, ou retirada, de animais reguladores. No período de maio a novembro de 2002, foram realizados dois pastejos lenientes: um de 29/06 a 06/07 e outro de 02 a 10/09, para manutenção da altura média do pasto em, aproximadamente, 20 cm.

A temperatura média mensal diária, durante o período de avaliação, variou de 18,7 a 24,0°C. A precipitação pluvial total foi de 466,7 mm, a evaporação total de 779 mm e a umidade relativa variou entre 68,1 e 82,8% (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias mensais de temperatura máxima, mínima e média diária, precipitação pluvial total mensal, evaporação total mensal e umidade relativa do ar (média mensal), no período de março a novembro de 2002

Mês	Temperatura Média do Ar (°C)			Precipitação (mm)	Evaporação (mm)	UR (%)
	Máxima	Mínima	Média			
Março	29,6	18,3	24,0	98,5	78,8	78,3
Abril	30,8	17,1	24,0	1,8	85,0	74,1
Mai	26,4	15,2	20,8	37,6	64,9	82,8
Junho	26,2	12,2	19,2	2,2	68,4	80,5
Julho	24,9	12,5	18,7	1,6	66,8	79,2
Agosto	27,7	13,0	20,4	0,1	104,6	69,6
Setembro	25,0	14,6	19,8	77,2	85,2	75,3
Outubro	29,8	16,2	23,0	29,5	145,1	68,1
Novembro	27,8	18,1	23,0	218,2	80,2	78,8

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

As avaliações foram realizadas entre janeiro 2001 e novembro 2002, sendo que, para efeito das análises estatísticas, utilizaram-se os valores médios de março caracterizando o verão, de abril, maio e junho caracterizando o outono, de julho, agosto e setembro caracterizando o inverno e de outubro e novembro caracterizando a primavera.

Alcançada e mantida a altura do pasto de 20 cm nos piquetes, iniciaram-se as avaliações da biomassa forrageira, demografia populacional de perfilhos e acúmulo de forragem.

## 2.2 - Biomassa de forragem

Para avaliação da biomassa forrageira, foram colhidas três amostras de forragem em 0,16 m<sup>2</sup> (quadrado de 40 x 40 cm), por unidade experimental, sendo os cortes das plantas efetuados ao nível do solo a cada 30 dias de intervalo de amostragem. A unidade amostral (0,16 m<sup>2</sup>) constituiu, sempre, de área da unidade experimental apresentando altura média de 20 cm.

As amostras de forragem colhidas foram subamostradas e fracionadas em lâminas foliares verdes, colmos verdes (colmo + bainha foliar) e material morto (perfilhos mortos e folhas mortas). Após a separação, todos os componentes foram levados para secagem em estufa a 65 °C, onde permaneceram até a obtenção de massa constante. Após secagem, as

amostras foram pesadas em balança analítica e, por intermédio das relações entre massa seca e massa verde da subamostra, calculou-se a MS de cada componente da forragem colhida na área de amostragem (0,16 m<sup>2</sup>).

A partir da participação dos componentes lâmina foliar, colmo e material morto na massa seca total de cada amostra colhida, estimou-se a biomassa de cada um dos componentes no dossel forrageiro.

### **2.3 - Avaliação da densidade populacional de perfilhos**

Para avaliação da densidade populacional de perfilhos, foram colhidas três amostras de plantas do pasto mantido a 20 cm de altura, numa área de 0,0625 m<sup>2</sup> (quadrado de 25 x 25 cm) em cada piquete. Cada avaliação foi realizada no período máximo de dois dias e a intervalos de amostragem de, aproximadamente, quatro semanas. Após a colheita, as amostras foram levadas ao laboratório para separação e contagem do número total de perfilhos basilares reprodutivos, vegetativos e mortos.

### **2.4. Avaliação do acúmulo de forragem**

Para avaliação do acúmulo de forragem, utilizou-se a dinâmica de fluxo de tecidos, conforme descrito por Bircham e Hodgson (1983), a qual foi descrita no capítulo I. Com a finalidade de permitir a expressão dos valores das taxas de alongamento de lâmina foliar (TA<sub>F</sub>, mm/perfilho.dia), alongamento de colmo (TA<sub>C</sub>, mm/perfilho.dia), crescimento e senescência foliar (TSF, mm/perfilho.dia) em kg MS/ha, foi necessário a geração de um fator de conversão, conforme descrito a seguir.

Ao final de cada período de avaliação da morfogênese, cinquenta perfilhos foram colhidos nos piquetes aleatoriamente, com o intuito de transformar o crescimento linear em termos de crescimento ponderal. Foram levados ao laboratório e separados em colmo, lâmina de folha expandida e lâmina de folha emergente. Cada uma dessas frações teve o seu comprimento registrado, sendo, então, submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, durante 72 horas e pesadas, obtendo-se, então, um índice de peso por unidade de comprimento de lâmina foliar emergente ( $\alpha$ ), um índice de peso por unidade de comprimento de lâmina foliar expandida ( $\beta$ ) e outro para colmo ( $\beta$ ).

Assim, foi possível estimar a taxa de acúmulo líquido de forragem (TAcL), taxa de acúmulo de folha (TAcF), taxa de acúmulo de colmo (TAcC), taxa de senescência (TS), a partir das taxas de alongamento (TA<sub>1</sub>F) e senescência foliar (TSF), da taxa de alongamento do colmo (TA<sub>1</sub>C) e da densidade populacional de perfilhos (DPP), conforme a seguinte equação, adaptada de Davies (1993):

$$TAcL = \{[(TA_{1F} \times \alpha_1) - (TSF \times \alpha_2)] + (TA_{1C} \times \beta)\} \times DPP$$

em que

TAcL = taxa de acúmulo líquido de forragem(kg/ha.dia de MS);

TA<sub>1</sub>F = taxa de alongamento de lâmina foliar (mm/perf.dia);

$\alpha_1$  = índice de peso por unidade de comprimento de lâmina foliar emergente (g/mm);

TSF = taxa de senescência foliar (mm/perf.dia);

$\alpha_2$  = índice de peso por unidade de comprimento de lâmina foliar expandida (g/mm);

TA<sub>1</sub>C = taxa de alongamento do colmo (mm/perf.dia);

$\beta$  = índice de peso por unidade de comprimento do colmo (g/mm); e

DPP = densidade populacional de perfilhos no período avaliado (perf/ha).

A taxa de acúmulo líquido de forragem pode ser, representada pelo resultado da soma da taxa de produção de folha [TPLF = (TA<sub>1</sub>F ×  $\alpha_1$ ) × DPP] e taxa de acúmulo de colmo [TAcC = (TA<sub>1</sub>C ×  $\beta$ ) × DPP] subtraindo-se taxa de senescência foliar [TS = (TSF ×  $\alpha_2$ ) × DPP]. No entanto, a taxa de acúmulo de folha (TAcF) é o resultado da diferença entre a taxa de produção de lâmina foliar (TPLF) e taxa de senescência (TS).

## 2.5 Análise estatística

A análise de variância dos dados foi realizada, segundo o procedimento PROC MIXED do pacote estatístico SAS, versão 8.0 para Windows (SAS Institute, 2002). Os efeitos das estações do ano sobre a demografia populacional de perfilhos, biomassa forrageira e acúmulo de forragem foram avaliados por meio do teste de Tukey, ao nível de 5%, enquanto o efeito das doses de nitrogênio foram avaliados por meio do ajuste de regressões.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Densidade populacional de perfilhos

O número de perfilhos vegetativos, reprodutivos, vivos e mortos do capim-braquiária sob pastejo variaram ( $P < 0,05$ ), conforme a estação do ano (Tabela 2). Observou-se que a densidade populacional de perfilhos vivos e vegetativos atingiu valores mínimos no inverno. Este comportamento pode ser explicado pelas condições desfavoráveis de fatores de crescimento, como água, luz e temperatura típica naqueles meses do ano (Tabela 1). De fato, os processos de formação, desenvolvimento, crescimento e senescência de perfilhos são influenciados pelas condições climáticas desfavoráveis, tais como disponibilidade de água, temperatura e nutrientes (Langer, 1979; Mazzanti et al., 1994, Lawlor, 1995; Uebele, 2002; Carvalho et al., 2001).

Tabela 2 – Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m<sup>2</sup>) em pastagem de *Brachiaria decumbens* sob pastejo, adubada com nitrogênio e mantida a 20 cm de altura durante as quatro estações do ano de 2002

Variáveis	Verão	Outono	Inverno	Primavera
	----- Perfilhos/m <sup>2</sup> -----			
Perfilhos Vegetativos	1755 ab	1713 ab	1573 b	1904 a
Perfilhos Reprodutivos	109 a	74 a	0 b	12 b
Perfilhos Vivos	1864 a	1788 ab	1573 b	1916 a
Perfilhos Mortos	233 b	749 a	916 a	969 a

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra, minúscula, não diferem (Tukey:  $P > 0,05$ ).

Por outro lado, na primavera e verão, registrou-se a maior densidade populacional de perfilhos vivos, o que também foi verificado por Carvalho (2000), em estudo com plantas do gênero *Cynodon* spp. e por Uebele (2002), em plantas do gênero *Panicum maximum* cv. Mombaça. Entretanto, para os capins Tanzânia e Mombaça (Santos, 1997; Santos, 2002), a densidade populacional foi maior no final da primavera (novembro/dezembro), mantendo-se relativamente constante no resto do ano.

A densidade populacional de perfilhos mortos atingiu valores mínimos no verão (Tabela 2). Uma possível explicação para tal fato poderia ser a metodologia utilizada na avaliação do perfilhamento em que foram realizados cortes e contagem de perfilhos em épocas distintas, sendo os perfilhos mortos em uma estação computados na estação

seguinte. Contudo, estes resultados estão de acordo com aqueles descritos por Korte et al. (1982), segundo os quais as condições de déficit hídrico provocaram elevações nas taxas de mortalidade de perfilhos. Também, Korte & Chu (1983) relataram reduções e incrementos na taxa de natalidade de perfilhos, durante e logo após um período de seca, respectivamente.

No entanto, Uebele (2002) e Carvalho (2000), em estudo de dinâmica de perfilhos em *Panicum* e *Cynodon*, respectivamente, verificaram uma maior mortalidade e natalidade de perfilhos nos períodos de primavera e verão, sugerindo a ocorrência de um padrão intenso de renovação de perfilhos.

Com relação ao efeito de estação do ano sobre a densidade populacional de perfilhos reprodutivos (Tabela 2), os mais altos valores foram verificados no verão e outono. Estes resultados, provavelmente, foram decorrentes da baixa sensibilidade da *Braquiaria decumbens* ao fotoperíodo, conforme relatado por Andrade (1994). Os dados da literatura também são consistentes quanto à redução na natalidade de perfilhos, durante a fase de desenvolvimento reprodutivo das plantas (Ong et al., 1978; Korte, 1986; Hernandez Garay et al., 1997).

Cabe ainda ressaltar que as plantas utilizam alguns mecanismos a fim de limitar a superfície transpirante e retardar o agravamento da deficiência hídrica, que provoca grandes alterações em seu padrão de crescimento. Dentre estes mecanismos destacam-se a inibição do perfilhamento e ramificação, a antecipação da morte dos perfilhos estabelecidos, a redução da área foliar pela aceleração da senescência das folhas mais velhas (Buxton & Mertens, 1995; Morales et al., 1997) e o maior crescimento do sistema radicular (Rodrigues & Rodrigues, 1987). Nabinger e Pontes (2001) comentam que, para manter o desenvolvimento do perfilho em condições limitantes do crescimento, parece lógico que a economia de assimilados comece pelo comprometimento do perfilhamento, passando pela redução no tamanho da folha e do período de vida da mesma. Este comportamento explicaria a elevação na densidade de perfilhos mortos no capim-braquiária, em resposta à mudança de estações do ano neste experimento.

Outra possível explicação para a alteração na densidade populacional de perfilhos refere-se ao fato de comunidades de plantas sob pastejo adaptarem-se às diferentes condições e intensidades de desfolha (Korte, 1986; Hernandez Garay et al., 1997; Matthew

et al., 1999). Entretanto, como a intensidade de desfolhação, no presente experimento, foi mantida constante, as mudanças na densidade populacional de perfilhos devem ser atribuídas mais às condições nutricionais das plantas e às mudanças climáticas.

Quanto ao efeito das doses de N sobre a densidade de perfilhos vegetativos (Figura 1) e vivos (Figura 2) da *B. decumbens* sob pastejo, constatou-se resposta linear positiva. Esta influência do nitrogênio sobre a densidade populacional de perfilhos tem sido observada em cultivares de *Panicum maximum* (Alcântara et al., 1985; Barbosa et al., 1999), *Hyparrhenia filipendula* (Coughenour et al., 1985), azevém (Mckenzie, 1996).

Nas Figura 1 e 2, observa-se que a magnitude de resposta da demografia populacional de perfilhos vegetativos e vivos às doses de N foi pequena (3,14 e 3,18 perfilhos/kg de N, respectivamente). Tal ocorrência pode ser atribuída ao efeito residual das doses de nitrogênio aplicadas na pastagem com a forrageira mantida sob uma mesma altura, o que difere de outros trabalhos (Alexandrino, 2000; Pinto et al., 1994), em que as avaliações foram realizadas logo após a aplicação do nutriente em condições de casa de vegetação na fase de estabelecimento e rebrota das forrageiras.

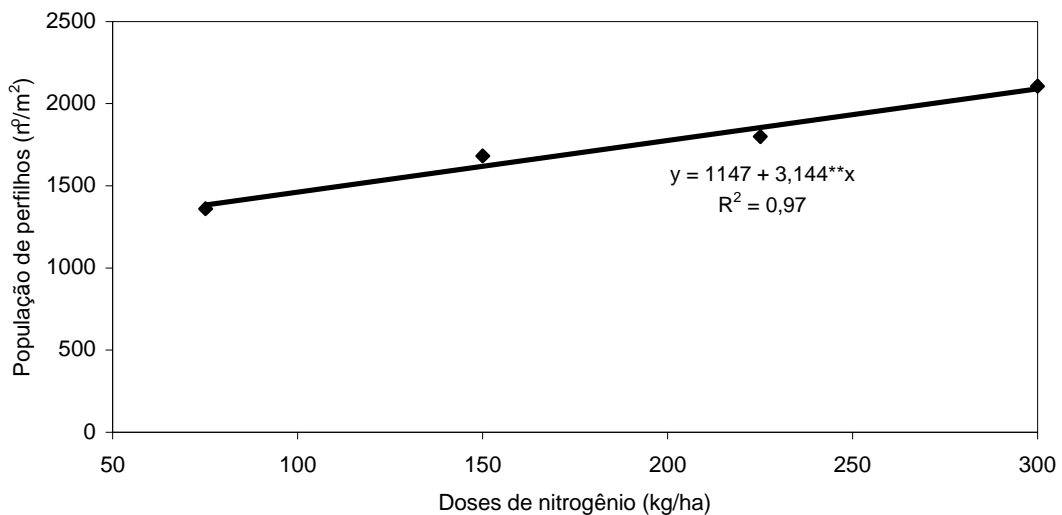


Figura 1 – Densidade populacional de perfilhos vegetativos em pastagens de *Brachiaria decumbens* sob pastejo, adubada com nitrogênio. Significativo a 1% (\*\*).

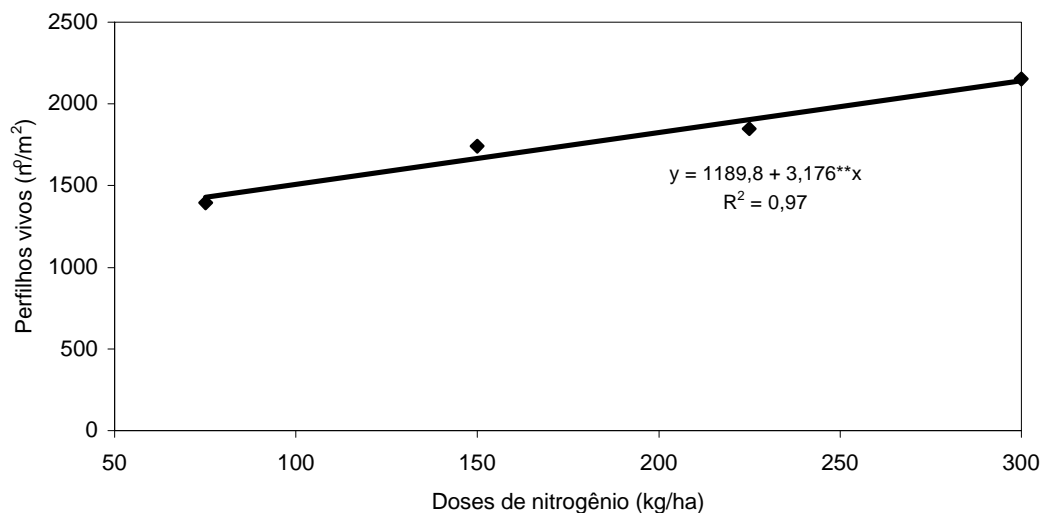


Figura 2 – Densidade populacional de perfilhos vivos em pastagens de *Brachiaria decumbens* sob pastejo, adubada com nitrogênio. Significativo a 1% (\*\*).

Conforme demonstrado por Mazzanti e Lemaire (1994), o aumento na densidade de perfilhos é o principal processo, através do qual a produção de forragem é incrementada com adubação de N, em pastos sob lotação contínua, pois, nessas condições, a taxa de alongamento foliar em nível de perfilho não responde muito à nutrição de N. Portanto, a manipulação da dinâmica do perfilhamento pode ser uma importante estratégia para o manejo de pastagem, principalmente porque a densidade populacional de perfilhos é determinante da perenidade do pasto (Lemaire & Chapman, 1996; Nelson & Zarrouh, 1981; Silsbury, 1966). Portanto, o conhecimento de dinâmica populacional de perfilhos reveste-se de importância quando se trata da definição de estratégias de manejo de pastagens, uma vez que estas podem contribuir para aumentos significativos na produtividade das pastagens em situações específicas (Matthew et al., 1999).

É oportuno salientar que as maiores densidades de perfilhos vivos e vegetativos foram observadas durante a primavera, seguindo-se os valores de verão e, finalmente, as menores durante o inverno. Estes resultados, em associação com a maior densidade de perfilhos mortos na primavera e inverno (Tabela 2), desconsiderando um possível efeito do erro acumulativo na contagem dos perfilhos mortos, que são mantidos no relvado ao longo da estação, indicam a ocorrência de uma grande renovação de perfilhos, durante os meses de

primavera. Assim, práticas de manejo que assegurem altas taxas de natalidade, durante a primavera, tornam-se essenciais para a manutenção e, ou incremento da densidade populacional de perfilhos durante as estações de verão, outono e inverno.

### 3.2. Biomassa de forragem

A biomassa do capim-braquiária apresentou variação com as estações do ano (Tabela 3). A variação estacional da biomassa de matéria seca de lâminas verde (MSLF), de colmo (MSC) e de material verde seco (folha + colmo) (MVS) reflete a atuação dos fatores climáticos sobre a morfologia das plantas, alterando a número de folhas vivas por perfilho, alongamento foliar, comprimento final da folha, relação folha:colmo e densidade populacional de perfilhos.

Tabela 3 – Biomassa de matéria seca (kg/ha) e relação folha:colmo em pastagem de *Brachiaria decumbens* sob pastejo e adubada com nitrogênio, mantida a 20 cm de altura, durante as quatro estações do ano

Variáveis	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Biomassa de laminas verde (kg/ha)	1651 ab	1432 b	1095 c	1850 a
Biomassa de colmo (kg/ha)	3028 ab	3348 a	2545 b	3033 ab
Biomassa de material verde (kg/ha)	4679 a	4780 a	3640 b	4883 a

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra, minúscula, não diferem (Tukey: P>0,05).

A biomassa de MSLF durante os períodos de verão, outono inverno e primavera correspondeu a 35,3; 29,6; 30,1 e 37,9% da biomassa de MVS. A biomassa de MVS é aparentemente satisfatória para garantir a estabilidade do relvado e produção animal, visto que os valores são superior aos 1200 a 1600 kg/ha de MSV preconizados por Mott (1980, 1984) para garantir um consumo satisfatório de forragem. Os menores valores de biomassa de MSLF, MSC e MVS, verificados no inverno (Tabela 3), decorrem das condições climáticas desfavoráveis, tais como baixas temperaturas, precipitações pluviais e elevada evaporação (Tabela 1). Euclides et al. (1998) e Almeida et al. (2003) também constataram efeito de época sobre a disponibilidade de forragem.

A contribuição diferenciada dos componentes do pasto, ao longo das estações, explicam os menores valores de MVS, encontrados no período de inverno. Também, a seqüência natural da estacionalidade na produção de massa seca de folhas e de colmo

resulta da influência das estações do ano sobre o ciclo anual de crescimento da gramínea. Exceção a esta seqüência ocorreu com a produção de massa verde seca, durante a estação de inverno, com menores valores, não apresentando diferença nas demais estações do ano.

Na avaliação do efeito das doses de N sobre a biomassa de MSLF, MSC e MVS, observou-se ajuste linear aos dados ( $P < 0,05$ ) (Figuras 3). Nota-se que, apesar de significativa ( $P < 0,05$ ), a magnitude do efeito da adubação nitrogenada foi pequena e, conforme mencionado anteriormente, pode ser atribuída ao efeito residual da adubação nitrogenada. É importante ressaltar ainda, que a influência da adubação nitrogenada sobre a demografia populacional de perfilhos pode ser a principal causa determinante do incremento na biomassa forrageira, juntamente com o rendimento por perfilho (Nelson et al., 1977).

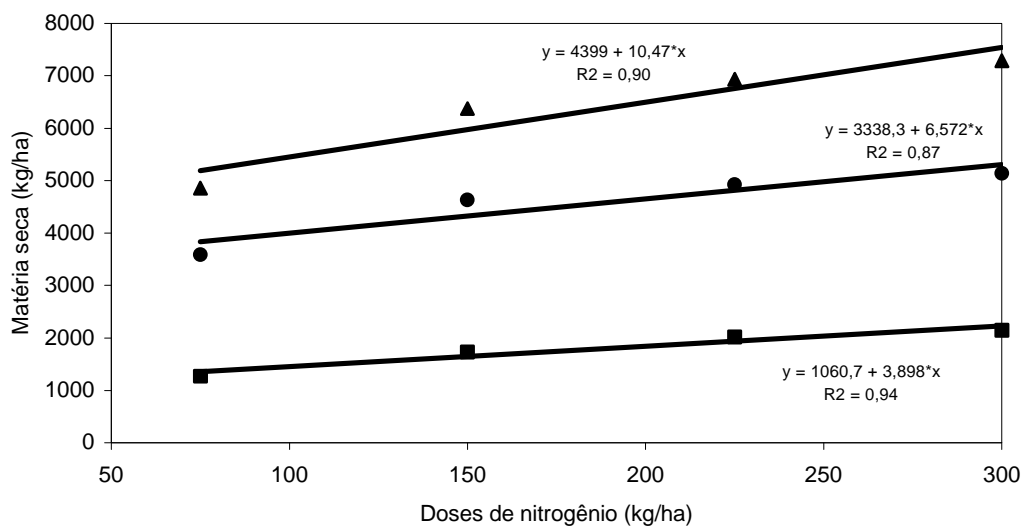


Figura 3 – Biomassa de lâminas verdes (▲), colmos (●) e material verde (■) de *Brachiaria decumbens* em função das doses de nitrogênio. Significativo a 1% (\*\*).

Euclides e Euclides Filho (1997) também comentam que, ao longo do tempo, ocorrem mudanças morfológicas no pasto. Durante a estação de crescimento, é observado um acréscimo na proporção de colmo em relação à de folhas, associada a um acúmulo de material morto em consequência da senescência natural da planta forrageira causada pelo déficit hídrico da estação anterior. Todavia, cabe salientar que o ajuste na taxa de lotação

animal deve ser feito com base na biomassa de MVS, em vez de basear-se na biomassa total de forragem.

Portanto, é de fundamental importância o conhecimento da variação na biomassa de matéria verde seca de folhas e de material verde dos pastos, submetidos a diferentes condições de manejo e de ambiente, nas diversas épocas do ano, para que sejam alcançados um desempenho satisfatório dos animais e máxima produção por unidade de área (Carvalho & Damasceno, 1996). Outro ponto importante é que porções verdes da planta são as mais nutritivas da dieta e são consumidas, preferencialmente, pelos animais (Wilson & Mannetje, 1978).

### **3.3. Taxa de acúmulo de forragem**

A taxa de acúmulo de biomassa de folhas (TAcF), taxa de acúmulo de biomassa de colmo (TAcC), taxa de senescência (TS) e taxa de acúmulo líquido (TAcL) do capim-braquiária foram influenciadas pela estação do ano (Tabela 4). Este efeito diferencial das estações do ano sobre as taxas de crescimento do capim-braquiária reflete a ação dos fatores climáticos (Tabela 1), que influenciaram a morfologia das plantas, alterando as taxas de crescimento das mesmas.

Observa-se que a TAcF, TAcC e TAcL (Tabela 4) tiveram, conforme esperado, os menores valores no inverno, em razão da ocorrência de fatores limitantes de crescimento e, ou desenvolvimento (água, luz e temperatura) típicos daqueles meses do ano (Tabela 1). De fato, os processos de formação, desenvolvimento, crescimento e senescência de folhas e perfilhos são sensíveis às condições climáticas desfavoráveis (Lawlor, 1995; Mazzanti et al., 1994; Uebele, 2002; Carvalho et al., 2001), uma vez que a divisão e principalmente, o crescimento das células são processos extremamente sensíveis ao turgor celular (Ludlow & Ng, 1977).

As maiores TAcC foram observadas no verão, seguidos da primavera, reflexo das condições climáticas favoráveis ao crescimento das plantas. Neste período, também, ocorreu aumento no número de perfilhos reprodutivos na pastagem, o que contribuiu para intensificar o alongamento do colmo. Resultados semelhantes foram encontrados por Cavalcante (2001) que, avaliando *B. decumbens* sob diferentes intensidades de pastejo,

constatou altas taxas de crescimento em relvado mantido à altura de 115 mm, em decorrência das elevadas taxas de alongamento de colmo por perfilho.

Tabela 4 – Taxas de acúmulo de matéria seca (kg/ha.dia) de *Brachiaria decumbens* em pastagens adubadas com nitrogênio, durante as quatro estações do ano

Variáveis	Verão	Outono	Inverno	Primavera
	----- kg/ha.dia -----			
Taxas de acúmulo de lâmina (TAcF)	25,6 b	10,7 c	5,5 d	15,7 a
Taxas de acúmulo de colmo (TAcC)	41,4 a	7,2 c	4,2 c	27,8 b
Taxas de senescência (TS)	6,5 b	6,0 b	6,5 b	21,9 a
Taxas de acúmulo líquido (TAcL)	67,0 a	17,9 c	9,7 d	43,5 b

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra, minúscula, não diferem (Tukey: P>0,05).

Uma outra característica importante, observada no presente experimento, foi a participação relativa do componente colmo da *Brachiaria decumbens* na taxa de acúmulo líquido de forragem, em que a contribuição da TAcC na TAcL foi de 62% no verão, 40% no outono, 43% no inverno e 64% na primavera. Isto indica que uma porção representativa do potencial de produção desta forrageira resulta da produção de colmo. Pinto (2000) também observou, em plantas do gênero *Cynodon* sob lotação contínua, que cerca de 60 – 75 % do crescimento foram provenientes do alongamento de colmo e não apenas da expansão de folhas.

Os valores médios da TS variaram entre 6,0 e 21,9 Kg/ha.dia de MS (Tabela 2), sendo a TS na primavera expressivamente superior (P<0,05) àquelas das outras três estações do ano, que não diferiram entre si. O comportamento da TS na primavera pode ser explicado pela renovação das folhas dos perfilhos, que mantiveram-se vivos durante as estações do ano com condições climáticas desfavoráveis. Outra explicação para a ocorrência de alta TS, na primavera, pode ser àquela relatada por Wilson e Mannelje (1978) que, ao analisarem os efeitos das variáveis ambientais sobre a senescência foliar de *Panicum maximum* e *Cenchrus ciliaris*, constataram incremento da senescência sob intenso estresse hídrico, seguido de períodos úmidos.

O comportamento diferenciado da TS pode, também, estar relacionado à alteração da biomassa forrageira (folhas e colmos verdes), número de folhas vivas, comprimento da

folha expandida e número de perfilhos nos relvados de *B. decumbens*, mantidos a uma mesma intensidade de pastejo.

Por outro lado, não foi constatado efeito das doses de N ( $P > 0,05$ ) sobre TAcC e TS, ficando os efeitos limitados aos fatores da estação do ano, que mostraram influência significativa ( $P < 0,05$ ) sobre a variável em estudo. A ausência de efeito das doses de N sobre a TAcC e TS pode ser atribuída à uniformidade da altura do pasto mantida em todos os tratamentos. Mazzanti e Lemaire (1994) também não observaram efeito definido da adubação nitrogenada sobre a dinâmica da taxa de senescência em festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.), sob lotação contínua e carga variável, durante um período de avaliação de dois anos.

Quanto ao efeito da adubação nitrogenada sobre a TAcF e TacL, observou-se que os dados foram ajustados a regressão linear nas estações de verão, outono, inverno e quadrático na primavera (Figura 4 e 5). O comportamento diferenciado (resposta quadrática na primavera) pode ser atribuído ao incremento na disponibilidade de N do resíduo proveniente da mineralização da matéria orgânica. Conforme esperado, pastos mantidos sob a mesma intensidade de pastejo e com maiores doses residuais de N apresentam maiores taxas de acúmulo de MS, conforme a estação do ano.

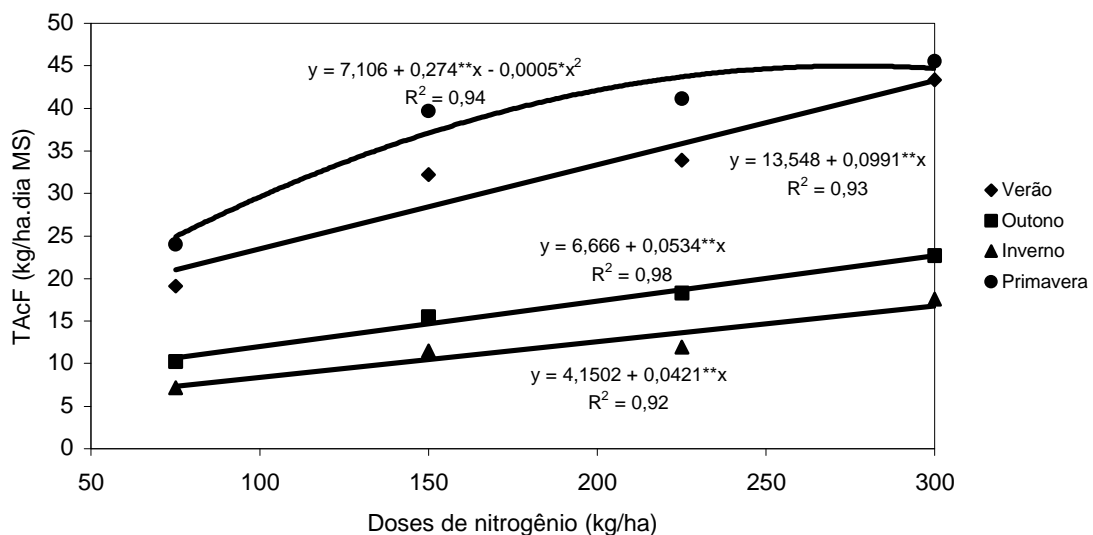


Figura 4 – Taxa de acúmulo de matéria seca de folha (TAcF) em pastagens de *Brachiaria decumbens*, em função das doses de nitrogênio. Significativo a 1% (\*\*) e 5% (\*).

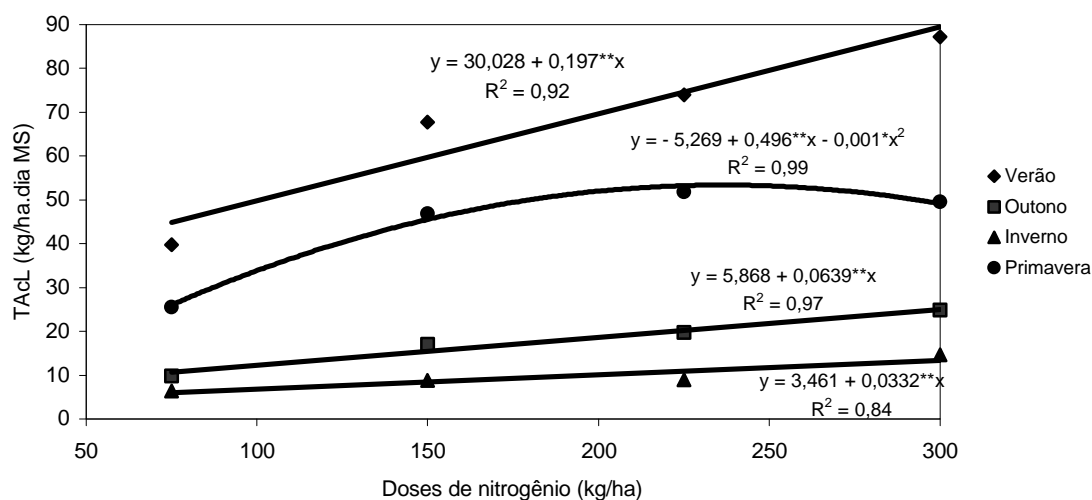


Figura 5 – Taxa de acúmulo líquido de matéria seca (TAcL) em pastagens de *Brachiaria decumbens*, em função das doses de nitrogênio. Significativo a 1% (\*\*) e 5% (\*).

Observa-se, ainda, que os pastos adubados com N apresentaram incremento na produção de MS; em contrapartida, não foi observado efeito da adubação nitrogenada sobre a senescência e morte de tecidos. Ou seja, observou-se aumento nas taxas de acúmulo de forragem (TA) com o aumento das doses de nitrogênio, durante as épocas de avaliação, sendo que a TS não apresentou incremento com a dose de N. Tal fato pode ser atribuído ao efeito residual do nitrogênio sobre as plantas *B. decumbens*, mantendo as folhas vivas por um maior período de tempo. Estes resultados são contrários ao esperado, pois, em geral, pastos com maiores taxas de crescimento apresentam maior senescência (Hodgson, 1990).

Também, constatou-se grande variação na taxa de acúmulo de forragem, ao longo das avaliações, tanto com as estações do ano como em resposta à aplicação do nitrogênio. Essas variações na taxa de acúmulo de forragem com a estação do ano indicam que as taxas de lotação, em uma pastagem, devem variar ao longo do ano, de tal forma que o equilíbrio entre a oferta e demanda de forragem seja atingido, sem prejuízo para o desempenho dos animais nem o comprometimento da perenidade da pastagem.

#### 4. CONCLUSÕES

- A biomassa de forragem e a densidade populacional de perfilhos vivos e vegetativos aumentaram linearmente, enquanto, a densidade de perfilhos mortos decresceu com a adubação nitrogenada da *Brachiaria decumbens* sob pastejo.
- A densidade populacional de perfilhos vivos, vegetativos e reprodutivos e a biomassa de folhas, colmo e material verde de *Brachiaria decumbens* variaram entre estações do ano, apresentando, sempre, valores menores no inverno.
- O acúmulo da *Brachiaria decumbens* sob pastejo foi proporcional às doses de nitrogênio aplicadas.
- O capim-braquiária apresentou elevado rendimento de matéria seca, com maiores valores da taxa diária de acúmulo nas estações de primavera-verão e menores taxas crescimento no inverno.
- As variações das condições climáticas com as estações do ano alteraram a demografia de perfilhos, biomassa e acúmulo de forragem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, V.B.G.; ALMEIDA, A.R.P; GHISI, O.M.A.A. Estudos fisiológicos de seis cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Boletim da Indústria Animal**, v.42, p.199-208, 1985.
- ALEXANDRINO, E. **Crescimento e características químicas e morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a cortes e diferentes doses de nitrogênio.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 132p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- ALMEIDA, R.G.; NASCIMENTO JR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; FONSECA, D.M.; BRÂNCIO, P.A.; GARCEZ NETO, A.F. Disponibilidade, composição botânica e valor nutritivo da forragem de pastos consorciados, sob três taxas de lotação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.36-46, 2003.

- ANDRADE, R.P. Tecnologia de produção de sementes de espécie do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM - *Brachiaria*, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 49-72.
- BARBOSA, M.A.A.F.; CECATO, U.; ONORATO, W.M.; BERALDO, J.A.; YANAKA, F.Y.; BERTOLASSI, J.R.; PETERNELLI, M. Efeito do N e do intervalo entre corte no número de perfilhos do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira Zootecnia, 1999.
- 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 Forage Science**, v.38, n.4, p.323-331, 1983.
- 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.
- BUXTON, D.R.; MERTENS, D.R. Quality-related characteristics of forages. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.) **Forages: the science of grassland agriculture**. 5ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. v.2, p.83-96.
- CARVALHO, C.A.B. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. manejadas em quatro intensidades de pastejo**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2000. 96p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2000.
- CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.667-674, 2001.
- CARVALHO, D.D.; DAMASCENO, J.C. Aspectos fisiológicos do capim-elefante cv. Roxo-de-Botucatu. I. Taxa de aparecimento expansão e senescência de folhas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza:RASBZ, 1996. p.1-3.

- CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.25-52.
- CAVALCANTE, M.A.B. **Características, estruturais e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, em diferentes alturas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 132p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- CORSI, M., NASCIMENTO JR., D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J C. de.; DE FARIA, V.P. (eds). **Pastagens - Fundamentos da exploração racional**, Piracicaba-SP, FEALQ,1994, p.15-47.
- COUGHENOUR, M.B.; McNAUGHTON, S.J.; WALLACE, L.L. Responses of an african tallgrass (*Hyparrhenia filipendula* Stapf.) to defoliation and limitations of water and nitrogen. **Oecologia**, v.68, p.80-86, 1985.
- DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 3-21.
- DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L. R.A; RODRIGUES, T.J.D. (Eds.) SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV (UNESP)-FUNEP, 1997. p.1-62.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A. et al. (EE.). **Sward measurement Handbook**, 2nd ed., Reading: British Grassland Society, 1993. p.183-216.
- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K. Avaliação de forrageiras sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.85-111.
- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z.J. et al. Desempenho de novilhos em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p. 246-254, 1998.

- GUILHERME, L.R.G.; VALE, F.R. do; GUEDES, G.A.A. 1995. **Fertilidade do solo: Dinâmica e disponibilidade de nutrientes**. Lavras:ESAL/FAEPE. 171 p.
- HARDING, W.A.T.; GROF, B. Effect of fertilizer nitrogen on yield, nitrogen content and animal productivity of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk on the wet tropical coast of North Queensland. **Queensland Journal of Agriculture and Animal Sciences**, v.35, n.1, p.11-21, 1978.
- HERNANDEZ GARAY, A.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Effect of spring management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures. 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.40, p.37-50, 1997.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Unit Kingdom: Longman Scientific and Technical, Logman Group, 1990. 203p.
- HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.; **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 180-202.
- KORTE, C.J. Tillering in 'Grasslands Nui' perennial ryegrass swards. 2. Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.29, p.629-638, 1986.
- KORTE, C.J.; CHU, A.C.P. Some effects of drought on perennial ryegrass swards. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v.44, p.211-216. 1983.
- KORTE, C.J.; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring-grazing management of a ryegrass-dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.25, p.309-319, 1982.
- LANGER, R.H.M. Tillering. In: LANGER, R.H.M. (Ed) **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1979. cap.5, p.19-25.
- LAWLOR, D.W. Photosynthesis, productivity and environment. **Journal of Experimental Botany**, v.46, p.1449-1461, 1995.
- 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.

- LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.42, n.2, p.263-272, 1977.
- MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed grasslands: analytical studies ecosystems of the world**. Amsterdam: Elsevier Science, 1987. cap. 4, p.29-46.
- 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: Universidade Federal do Paraná, 1999. p.109-133.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep. 2 – Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and forage Science**, v.49, n.3, p.352-359, 1994.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1 – Herbage growth dynamics. **Grass and forage Science**, v.49, n.2, p.111-120, 1994.
- MCKENZIE, F.R. The influence of applied nitrogen on the vigour of *lolium perenne* during the establishment year under subtropical conditions. **Tropical Grasslands**, v.30, p.345-349, 1996.
- MORALES, A.; NABINGER, C.; ROSA, L.M.; MARASCHIN, G.E. Efeito da limitação hídrica sobre a morfogênese e repartição da biomassa de *Lotus corniculatus* L. cv. São Gabriel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.124-126.
- MOTT, G.O. Measuring forage quality and quantity in grazing trials. In: SOUTHERN PASTURE AND FORAGE CROP IMPROVEMENT CONFERENCE, 37., 1980. **Proceedings...** 1980. p.373-377.
- MOTT, G.O. Relationship of available forage and animal performance in tropical grazing systems. In: System leading US agriculture into the future. In: FORAGE GRASSLAND CONFERENCE, 1984. **Proceedings ...** 1984. p.373-377.

- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de.; FARIA, V.P. de. (eds). Simpósio Sobre Manejo de Pastagens, 13, Piracicaba, 1996. **Anais Piracicaba: FEALQ**, 1997. p.15-96.
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: MATTOS, W.R.S. et al. (Ed.) **Produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.755-751.
- NELSON, C.J.; ASAY, K.H.; SLEPER, D.A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.17, p.449-452, 1977.
- NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 13., 1981, England. **Proceedings...** England: C.E. Wright – British Grassland Society, 1981. p.25-29.
- ONG, C.K.; MARSHALL, C.; SAGAR, G.R. The physiology of tiller death in grasses. 2. Causes of tiller death in grass sward. **Journal of the British Grassland Society**, v.17, p.205-211, 1978.
- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1069-1075, 1998.
- PINTO, L.F.M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon* spp. submetidas a pastejo**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2000. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, 2000.
- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.313-326, 1994.
- RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Eds.) **Ecofisiologia da produção Agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. p.203-230.

- SANTOS, P.M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim tanzânia: um desafio.** Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002. 112p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.
- SANTOS, P.M. **Estudo de algumas características agrônômica de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. tanzânia e mombaça para estabelecer seu manejo.** Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1997. 62p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo, 1997.
- SAS INSTITUTE. <http://sasdocs.ucdavis.edu>. (20 de abril de 2002).
- SILSBURY, J.H. Interrelations in the growth and development of *Lolium*. II. Tiller number and dry weight at low density. **Australian Journal Agricultural Research**, v.17, n.6, p.841-847, 1966.
- UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente.** Piracicaba: Universidade Federal de São Paulo, 2002. 83p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo, 2002.
- WILSON, R.J.; MANNETJE, L. Senescence, digestibility and carbohydrate content of Buffel grass and Green Panic leaves in swards. **Australian Journal Agriculture Research**, v.29, p.503-516, 1978.

## CONCLUSÕES GERAIS

Ao final deste estudo, obteve-se um grande número de informações importantes e complementares sobre o comportamento da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em pastagem adubadas com nitrogênio, ao longo de doze meses de pesquisa. Além disso, as respostas do capim-braquiária às doses de nitrogênio, em termos de crescimento, fisiologia e plasticidade foram confrontadas e julgadas à luz de diferentes estações do ano.

As características morfogênicas e estruturais variaram, em resposta à adubação nitrogenada e às estações do ano, sendo que o maior efeito ocorreu no alongamento das folhas e colmos, densidade populacional de perfilhos e taxa de acúmulo de matéria seca.

A manutenção da altura da *Brachiaria decumbens* em pastagens adubadas, previamente, com nitrogênio promoveu mudanças na estrutura do pasto no que refere à arquitetura do dossel, evidenciadas nas alterações das características morfogênicas e estruturais, bem como na alteração da biomassa forrageira, nas diferentes estações do ano.

A adubação nitrogenada influenciou, positivamente, a produção de forragem em razão do incremento no índice de área foliar, na taxa de alongamento e na densidade de perfilhos do capim-braquiária, maximizando a taxa de acúmulo de forragem nas estações do ano, em que as condições climáticas foram favoráveis.

As características morfogênicas da *Brachiaria decumbens* foram modificadas pela adubação nitrogenada, as quais, por sua vez, provocam alterações na estrutura do pasto, densidade populacional de perfilhos e comprimento da folha expandida, embora não alterem o número médio de folhas vivas por perfilho. O nitrogênio contribuiu, ainda, para aumentar o tamanho da lâmina e área foliar, o que resultou em maiores taxas de crescimento com as maiores doses de nitrogênio.

As estações do ano também exerceram efeitos marcantes sobre as características morfológicas da *Brachiaria decumbens*, com menores valores da taxa de alongamento das folhas e colmo no inverno. Essas variações nas características morfogênicas provocaram alterações na estrutura do pasto, número médio de folhas vivas por perfilho, densidade populacional de perfilhos e comprimento final da folha. As alterações morfogênicas e estruturais modificaram, também, os valores do IAF, provocando maiores taxas de crescimento nas estações do ano com melhores condições climáticas.

Alterações na estrutura do pasto promoveram respostas diferenciadas concernentes aos fluxos de crescimento e senescência. Os fluxos de crescimento apresentaram resposta positiva à adubação nitrogenada, ocorrendo maiores valores na primavera-verão e menores no inverno.

As características morfogênicas e estruturais do dossel determinaram os padrões de acúmulo de matéria seca. A combinação de baixos índices pluviométricos e baixas temperaturas durante a estação de inverno determinaram mudanças nas características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens*. Em tais situações, quanto maior a dose de nitrogênio maiores foram os valores de acúmulo de matéria seca.