DINÂMICA DO ACÚMULO DE MATÉRIA SECA EM PASTAGENS DE *Cynodon* spp. SUBMETIDAS A PASTEJO.

LUIS FELIPE DE MOURA PINTO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **SILA CARNEIRO DA SILVA**

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concentração: Ciência Animal
e Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Maio - 2000

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Pinto, Luis Felipe de Moura

Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon spp.* submetidas a pastejo / Luis Felipe de Moura Pinto. -- Piracicaba, 2000.
124 p.

Dissertação (mestrado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.
Bibliografia.

1. Cinodonte 2. Crescimento vegetal 3. Gramínea forrageira 4. Matéria seca 5. Pastagem 6. Pastejo 7. Perfilhação 8. Senescência 9. Variedade I. Título

CDD 633.2

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICO ESTA OBRA:

Aos meus pais José Sylvio Simões Pinto e Hortência Moura Simões Pinto† (*in memoriam*), pelo grande incentivo e apoio, minha avó Maria José Simões Pinto, minha irmã Ana Paula de Moura Pinto, ao Dr. Hélio Antônio do Prado, demais familiares e especialmente a minha namorada Estela Orlandini do Prado.

OFEREÇO:

Ao meu mestre e grande amigo Sila Carneiro da Silva.

Ao companheiro e amigo César Eduardo Rossetti.

Toda moral tem sua história,
e toda história tem um final.

Toda batalha tem sua glória
e suas conseqüências.

(Ben Harper)

AGRADECIMENTOS

À ESALQ/USP, através do Departamento de Produção Animal pela oportunidade de retorno e realização do curso de Mestrado.

Ao Prof. e Orientador, Sila Carneiro da Silva pela inigualável competência, paciência, dedicação e amizade.

Ao colega do curso de pós-graduação, Luiz Gustavo Barioni, pela ajuda e dedicação nas análises dos resultados obtidos nesse trabalho.

Aos Profs. Paulo César Sentelhas, do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP e Luiz Gustavo Nussio, do Departamento de Produção Animal ESALQ/USP pelo tempo dedicado e ensinamentos transmitidos.

Ao Prof. José Eurico P. Cyrino pela amizade e incentivo.

A todos os professores do Departamento de Produção Animal ESALQ/USP, em especial à Prof^a. Ivanete Susin, responsável pelo setor de Ovinocultura, pela concessão dos animais utilizados durante o experimento.

Aos colegas de mestrado, André Fischer Sbrissia, Carlos Augusto Brandão de Carvalho, Frederico Alberto de Andrade Rosseto, Jaílson Lara Fagundes e Roberta Aparecida Carnevalli, por todos os momentos de trabalho árduo, incentivo e convivência harmoniosa ao longo desses dois anos.

À todos os estagiários do GEPPF, que possibilitaram a execução de todas as atividades de campo e laboratório para elaboração desse trabalho.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pela convivência e troca de experiências.

Aos irmãos de república com quem dividi parte do meu tempo diário.

A todos os funcionários do Departamento de Produção Animal pelo apoio e amizade.

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo suporte financeiro da área experimental.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 Aspectos de comunidades de plantas forrageiras.....	5
2.1.1 Morfogênese de plantas e estrutura do pasto	6
2.1.2 Respostas a regimes de desfolha.....	9
2.2 O processo de acúmulo de matéria seca em pastagens.....	11
2.2.1 Crescimento	14
2.2.2 Senescência	18
2.2.3 Influência do ambiente.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Material.....	26
3.1.1 Espécie vegetal	26
3.1.2 Local do experimento	26
3.1.3 Solo da área experimental.....	27
3.1.4 Clima	27
3.1.5 Animais.....	32
3.1.6 Pastagens.....	32
3.2 Métodos.....	33
3.2.1 Delineamento experimental e tratamentos.....	33
3.2.2 Instalação e monitoramento das condições experimentais	35
3.2.3 Calibração entre a altura comprimida e altura não comprimida.....	35
3.2.4 O período experimental	36
3.2.5 Avaliações de campo.....	37
3.2.6 Processamento dos dados	39
3.2.7 Cálculo das variáveis experimentais.....	41
3.2.7.1 Variáveis descritivas	41

3.2.7.2 Variáveis morfogênicas.....	42
3.2.7.3 Variáveis quantitativas.....	42
3.2.8 Análise estatística.....	43
3.2.9 Modelagem e parametrização dos dados	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 Variáveis descritivas	46
4.2 Variáveis morfogênicas.....	55
4.3 Variáveis quantitativas.....	68
4.4 Modelos matemáticos.....	85
5 CONCLUSÕES	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

DINÂMICA DO ACÚMULO DE MATÉRIA SECA EM PASTAGENS DE *Cynodon* spp. SUBMETIDAS A PASTEJO

Autor: Luis Felipe de Moura Pinto

Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva

RESUMO

A produção de forragem em plantas forrageiras é o resultado líquido de dois processos concomitantes e antagônicos: o crescimento e a senescência e morte de tecidos. Práticas agronômicas podem influenciar esses dois processos de maneiras distintas e, portanto, modificar os padrões quantitativos e qualitativos da produção de matéria seca. O conhecimento de sua variação em função de modificações na estrutura do pasto e/ou estratégias de desfolha é determinante da eficiência e eficácia de qualquer prática de manejo a ser implantada. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o processo de produção de forragem através do estudo de seus componentes; crescimento e senescência. Os tratamentos corresponderam a combinações entre três cultivares de *Cynodon* spp. (Tifton-85, Florakirk, Coastcross) e quatro condições de pasto caracterizadas pelas alturas de 5, 10, 15 e 20 cm, mantidas em “steady state” através do pastejo por ovinos em regime de lotação contínua. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram alocados às unidades experimentais segundo um arranjo de parcelas subdivididas, onde as parcelas correspondiam aos cultivares e as subparcelas às alturas de pasto. Foram avaliadas as seguintes respostas: alongação de hastes, expansão de folhas, senescência, filocrono e o número total de folhas, número de folhas vivas, número de folhas em expansão e número de folhas senescentes por perfilho.

Os resultados revelaram uma estacionalidade de produção de forragem para todos os cultivares de *Cynodon*. O cultivar Tifton-85 mostrou-se o mais estacional, já que apresentou as maiores variações nas taxas de crescimento do pasto. Já os cultivares Florakirk e Coastcross foram os menos estacionais e apresentaram um comportamento semelhante com relação ao florescimento. As maiores taxas de crescimento e de senescência foram observadas para as maiores alturas de pasto estudadas, ou seja, 15 e 20cm. A área foliar por perfilho pareceu ser controlada pela variação no número de folhas expandidas e/ou seu tamanho, uma vez que o número de folhas em expansão (1,8) e folhas senescentes (1,4) foi relativamente constante. A taxa de aparecimento de folhas e o filocrono variaram conforme a época do ano, cultivar e altura de pasto, e revelaram uma íntima relação com variações em temperatura, disponibilidade de água e índice de área foliar dos pastos. Tanto crescimento como senescência foram melhor descritos através de um modelo matemático exponencial do tipo:

$$y = \beta_0 * Alt^{\beta_1} * e^{-\beta_2 * Alt} \text{ (Wood, 1967).}$$

Concluiu-se que as condições de pasto mantidas entre 15 e 20cm de altura resultaram nas maiores produções de matéria seca e que os mesmos princípios e relações válidos para plantas de clima temperado se aplicam para plantas tropicais. O que varia são as intensidades e proporcionalidade das respostas, determinadas por características intrínsecas das plantas sendo avaliadas.

DYNAMICS OF DRY MATTER ACCUMULATION IN *Cynodon* spp. SWARDS UNDER GRAZING

Author: Luis Felipe de Moura Pinto

Advisor: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva

SUMMARY

Herbage dry matter production from forage plants is the net result of the balance between growth and senescence. Agronomic practices may influence both processes in different ways and, therefore, alter the quantitative and qualitative patterns of dry matter production. Knowledge of their variation as a function of modifications in sward structure and/or defoliation strategies is the determinant of the overall efficiency of any grazing management practice. This study aimed at evaluating the process of dry matter accumulation through measurements of growth and senescence. Treatments corresponded to combinations between three *Cynodon* spp. cultivars (Tifton-85, Florakirk, Coastcross) and four sward state conditions (5, 10, 15 and 20 cm of sward surface height - SSH) generated by sheep grazing under continuous stocking. The experimental design was a complete randomised block replicated four times with treatments allocated to experimental units according to a split-plot arrangement. Grass cultivars were assigned to plots and SSH to sub-plots. Pasture responses evaluated were: stem elongation, leaf lamina expansion, senescence, phyllochron, and the number of green, expanding, fully expanded and senescent leaves per tiller.

The results showed a clear seasonal pattern of herbage production for all cultivars. Tifton-85 presented the most seasonal behaviour, with Florakirk and Coastcross behaving similarly, particularly in relation to flowering events. The highest growth and senescence rates were observed at the highest SSH studied

(15 and 20 cm). Leaf area per tiller seemed to be controlled by variations in^x either the number of fully expanded leaves or leaf size, since the number of expanding leaves (1.8) and senescent leaves (1.4) were relatively constant. Leaf appearance rate and phyllochron varied according to time of the year, grass cultivar and SSH, revealing an intimate relationship with variation in air temperature, water soil availability and sward leaf area index. Both growth and senescence were better described by a mathematical model:

$$y = \beta_0 * Alt^{\beta_1} * e^{-\beta_2 * Alt} \text{ (Wood, 1967).}$$

It was concluded that SSH of 15 and 20 cm resulted in the highest dry matter production and that the same principles and relationships originally described for temperate grass pasture species are valid for tropical ones. However, there is an intrinsic pasture plant characteristic that determine variations and particularities in terms of intensities and proportionalities of the observed responses.

1 INTRODUÇÃO

Pastagens e áreas nativas nas regiões dos trópicos e subtropicais perfazem cerca de 14% da superfície do globo terrestre (cerca de 58% do total de pastagens perenes) e suportam algo em torno de 60% da população mundial de bovinos (Butterworth, 1985). O Brasil é um país que possui vasta extensão territorial e um clima privilegiado para o crescimento de plantas herbáceas, cujas condições são excelentes para um bom desenvolvimento da pecuária (Pupo, 1979). No entanto, a exploração de áreas de pastagens no Brasil vem sendo tradicionalmente feita de forma despreocupada com relação à eficiência e produtividade. A implantação indiscriminada de novos cultivares em associação ao desconhecimento generalizado das várias espécies de plantas forrageiras disponíveis levaram pouco tempo para gerar um quadro bastante desfavorável em termos de rentabilidade econômica. Esse efeito levou a pecuária nacional aos baixos índices produtivos atuais, razão pela qual passou a ser vista como uma atividade de pouco retorno financeiro. Tal fato é de certa forma paradoxal, uma vez que uma grande quantidade de esforços e recursos são investidos anualmente em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para o setor. A provável explicação para tal paradigma pode estar ligada, por um lado, à uma distância muito grande existente entre as unidades geradoras de conhecimento/informação e o usuário, o que acaba promovendo um atraso no uso adequado e em larga escala das informações existentes. Por outro lado, estudos isolados com plantas forrageiras na ausência de animais podem ser tendenciosos e não refletem a realidade quando da interação desses dois

componentes biológicos, indicando a necessidade de estudos com pastagens onde o animal seja parte integrante da proposta experimental. Assim, a avaliação de novos cultivares, principalmente aqueles que apresentam bom potencial de produção de matéria seca, é de grande importância e pode, no futuro, promover aumento na produtividade, rentabilidade e competitividade de sistemas de produção animal em pastagens desde que realizada dentro de um enfoque sistêmico e integrado entre planta, animal e meio ambiente.

A realização do elevado potencial de produção das plantas forrageiras tropicais requer manejo adequado das pastagens, uma vez que este é fator determinante e condicionante de sua produtividade e longevidade. Portanto, o conhecimento da ecofisiologia das plantas e a sua relação com o meio ambiente permitem inferir sobre a forma mais racional de uso da produção. Conhecer os aspectos de fisiologia das plantas forrageiras, sua ontogenia e fenologia, é condição básica para a idealização de práticas de manejo eficientes e confiáveis. Dentro desse contexto, o acúmulo de forragem deve ser otimizado de forma que a maior parte das estruturas de crescimento, nominalmente folhas e hastes, sejam colhidas em um estágio de desenvolvimento que não comprometa o desempenho dos animais, e que as perdas pelos processos de senescência e morte sejam minimizadas. Tecidos vegetais não consumidos eventualmente senescem e morrem (Vickery, 1981). Assim, o acúmulo líquido de forragem, resultado do balanço entre os processos de crescimento e senescência, deve ser o maior possível, levando a uma maior eficiência do uso da terra e dos fatores de crescimento como luz, temperatura, precipitação e nutrientes minerais.

As gramíneas tropicais apresentam um grande aumento nos teores de fibra e de lignina quando passam do estágio vegetativo para o reprodutivo (Blaser & Novaes, 1990), principalmente devido ao alongamento de hastes; o maior contribuinte do acúmulo de forragem. Isso indica que essas plantas são bastante influenciadas pela forma de utilização e manejo adotados. A quantidade de tecido não colhido e, portanto, perdida por senescência e morte é bastante

variável em função do regime de desfolha utilizado. Quanto mais leniente a desfolha, maior o crescimento e senescência dos tecidos e, por outro lado, quanto mais severa, menor o crescimento e a senescência (Bircham & Hodgson, 1983; Hodgson, 1990), indicando que existe uma interação entre as práticas de manejo e os processos de acúmulo de matéria seca que merece atenção e estudo.

A maior eficiência de utilização do pasto é obtida através de estratégias de desfolha que minimizem as perdas por senescência e assegurem o maior crescimento possível, independente do manejo adotado. No entanto, são justamente os tecidos fotossinteticamente ativos (folhas) que são removidos durante o pastejo, gerando assim uma diminuição no índice de área foliar (IAF) e, conseqüentemente, na interceptação de luz pelo relvado, o que resulta em redução da fotossíntese e da capacidade da planta em promover novo crescimento. Dessa forma, o objetivo do manejo das pastagens seria o de encontrar o compromisso ideal entre as exigências conflitantes das plantas forrageiras, que precisam conservar sua área foliar, e a necessidade fundamental de remover esse tecido através de corte ou pastejo (Parsons, 1988).

A taxa de acúmulo de forragem determina o potencial de produção de um relvado, mas a quantidade real de forragem consumida pelos animais representa esse potencial modificado pela eficiência de utilização do pasto (Da Silva & Pedreira, 1997). As taxas de crescimento, consumo e senescência tendem a responder de maneira diferente a variações em manejo da pastagem, razão pela qual faz-se necessário o entendimento de cada um desses fatores para que tomadas de decisão e manejo do pastejo possam ser feitas. O estudo do fluxo de tecidos, juntamente com outros aspectos ecofisiológicos de comunidades de plantas forrageiras, pode levar à idealização de práticas de manejo eficazes e consistentes, uma vez que permite a visualização e caracterização da natureza dinâmica dos padrões de acúmulo de forragem em pastagens.

O objetivo deste trabalho foi estudar e caracterizar o processo de acúmulo

de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. através de avaliações dos processos de crescimento e senescência em perfilhos individuais e em comunidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos de comunidades de plantas forrageiras

Dentro de uma comunidade de plantas forrageiras (gramíneas), a unidade vegetativa básica é o perfilho (Hodgson, 1990). Os eventos fenológicos que ocorrem em cada um desses perfilhos assumem um caráter mais abrangente quando observados na população total de plantas, onde qualquer alteração no ambiente pode promover variações na estrutura e características do dossel, que podem, por sua vez, resultar em alterações nos padrões de resposta de produção vegetal e animal. A produção de novos tecidos em um indivíduo é caracterizada pelo crescimento de novas estruturas, como folhas e hastes. No entanto, o crescimento não é o único processo determinante da produção vegetal num ambiente de pastagem. Existem outros processos que ocorrem de forma simultânea, fazendo com que a produção de forragem seja o resultado do balanço líquido entre eles. Assim, o acúmulo de tecidos “novos” pela planta forrageira (crescimento) ocorre simultaneamente à perda de tecidos “velhos” por senescência e morte (Hodgson, 1990; Maraschin, 1996), equilíbrio este que opera em nível de perfilhos individuais. O conjunto de perfilhos (densidade populacional), atrelado aos padrões demográficos de perfilhamento (natalidade, mortalidade e sobrevivência), determina a produção da comunidade vegetal, ou seja, da pastagem (Da Silva & Pedreira, 1997). *

2.1.1 Morfogênese de plantas e estrutura do pasto

O potencial produtivo de gramíneas forrageiras em pastagens é influenciado por características genéticas e por aquelas determinadas pelo ambiente onde se desenvolvem. Assim, o pasto apresenta características que variam conforme o tipo de manejo adotado e que determinam a sua estrutura. Dentre essas características, o índice de área foliar (IAF) tem papel fundamental e é reconhecido como a principal característica estrutural do pasto (Lemaire & Chapmam, 1996). Quanto maior o IAF do pasto, maior a quantidade de luz interceptada pelo dossel, o que assegura uma maior atividade fotossintética e, portanto, maior produção de matéria seca (Parsons et al., 1983; Lemaire & Chapman, 1996; Fagundes et al., 1999).

As características estruturais, no entanto, são produto de um conjunto de características genéticas das plantas cuja expressão é condicionada por fatores de meio ambiente como luz, temperatura, precipitação, etc. (Lemaire & Chapman, 1996). São as chamadas características morfogenéticas. A morfogênese de plantas forrageiras, expressa como a taxa de aparecimento e expansão de “novos” órgãos e de desaparecimento de órgãos “velhos” por senescência e decomposição (Lemaire & Chapman, 1996; Lemaire & Agnusdei, 1999), pode ser definida como a dinâmica da geração (*genesis*) e da expansão na forma da planta (*morphos*) no espaço (Chapman & Lemaire, 1993). Esses fatores têm grande dependência da temperatura (Gillet et al., 1984) e são normalmente estudados em nível de unidades individuais de produção; os perfilhos.

O fluxo de tecido foliar pode ser melhor compreendido quando considera-se o perfilho como uma seqüência de fitômeros (Gomide, 1997), cada qual seguindo estádios predeterminados de desenvolvimento desde primórdios foliares até órgão maduro e, finalmente, senescência (Silsbury, 1970). Cada fitômero é composto de nó, entrenó, gemas axilares, bainha, lâmina foliar e, eventualmente, raízes (Wilhelm & McMaster, 1995). Essa sucessão de

aparecimento de estruturas está diretamente relacionada com a presença de tecidos formados por células em crescimento. Essas células em conjunto determinam a presença de regiões meristemáticas, regiões que têm a capacidade de promover o aparecimento e o crescimento de novas estruturas e que podem estar presentes em vários pontos na planta. As folhas originam-se como primórdios foliares, que surgem na forma de pequenas protuberâncias nos flancos do meristema apical numa sucessão acrópeta, em posições regulares, definidas e características para cada espécie de planta forrageira (Dale, 1992; Pinto et al., 1994). Trabalhos de pesquisa mais recentes mostraram que cada primórdio foliar ocupa um certo espaço, impondo uma restrição física no meristema e fazendo com que o primórdio subsequente surja no próximo espaço disponível ainda não ocupado (Hopkins, 1995). No meristema apical, o tempo necessário entre a iniciação de dois primórdios foliares consecutivos é chamado de "*plastocrono*" (Wilhelm & McMaster, 1995; Skinner & Nelson, 1995). Contudo, esse índice apresenta como grande desvantagem o caráter destrutivo de sua avaliação, que implica na dissecação da planta e, portanto, mostra-se de aplicação limitada na prática. De forma análoga, o tempo para o aparecimento de duas folhas consecutivas de mesmo estágio vegetativo é chamado de "*filocrono*" (Lemaire & Agnusdei, 1999; Wilhelm & MsMaster, 1995; Skinner & Nelson, 1995). O filocrono pode ser expresso de duas formas, dias/folha ou graus-dia/folha (GD), sendo determinado geneticamente e condicionado pelo ambiente. O manejo e o genótipo determinam, por sua vez, mudanças nas taxas de aparecimento de folhas (Martha Júnior, 1999). Portanto, fatores de ambiente como luz, temperatura, disponibilidade de água, nutrientes, nível de inserção da folha no perfilho e a frequência de pastejo podem alterar a taxa de aparecimento de folhas e, assim, o valor do filocrono (Santos, 1997; Nabinger, 1997; Gomide, 1997).

A duração da luminosidade (fotoperíodo) também influencia a taxa de aparecimento de folhas, mas com respostas distintas entre espécies, sugerindo

que generalizações feitas sobre a influência do fotoperíodo na taxa de aparecimento de folhas devam ser evitadas (Santos, 1997). Espécies C_3 e C_4 diferem entre si com relação à temperatura e fotoperíodo (Lemaire & Agnusdei, 1999). Para a maioria das plantas C_3 , existe uma resposta linear da taxa de aparecimento de folhas à temperatura, com um limiar por volta de 3 a 5°C. Para as espécies C_4 este valor é um pouco maior, por volta de 8-9°C. A existência de temperaturas diferentes de 0°C implica no uso de uma referência (temperatura basal, onde o crescimento é cessado) de 4°C para as C_3 e de 8,5°C para as C_4 para que se possa expressar o filocrono em GD (Lemaire & Agnusdei, 1999). Alguns experimentos em condições de clima tropical têm mostrado uma falta de padronização nos valores utilizados como temperatura basal. Teixeira (1988), trabalhando com capim Tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã), adotou uma temperatura basal de 10°C, obtendo valores de filocrono de 116 a 178 GD dependendo da época do ano. Oliveira et al. (1999) também utilizaram essa mesma temperatura basal para experimentos com *Cynodon* spp., e obtiveram valores de 25 a 46 GD/folha. Já Carvalho et al. (1999), trabalhando com os cultivares Aruana, Mombaça e Tanzânia de *Panicum maximum*, adotaram temperatura basal de 15°C. Esta temperatura parece ser a mais adequada quando se trabalha com gramíneas tropicais, uma vez que seu crescimento é drasticamente reduzido em valores mais baixos (Rolim, 1976). Como todos os fatores de ambiente modificam-se ao longo do ano, variações nos valores de filocrono e taxa de aparecimento de folhas devem ser esperadas (Carnevali & Da Silva, 1999). Esses valores, quando quantificados, podem auxiliar em muito no manejo do pastejo/desfolha.

O desenvolvimento de novos perfilhos acontece na base de cada folha. O aumento do número relativo de perfilhos por intervalo de aparecimento de folhas define o conceito de “*site filling*” (Davies, 1974; Davies & Thomas, 1983; Neuteboom & Latinga, 1989). O “*site filling*” é determinado pela inclinação da reta de regressão entre o logaritmo do número de perfilhos/planta e o número de folhas aparecidas (Carvalho et al., 1999). Existe, assim, uma correlação

direta entre o aparecimento de novos perfilhos e a taxa de aparecimento de folhas (TAF). Esse conceito de “*site filling*” permite derivações do potencial das taxas de aparecimento de novos perfilhos (TAP) através das taxas de aparecimento de folhas (TAF) (Lemaire & Chapman, 1996). Em pastos com alta densidade populacional de perfilhos, a TAP potencial pode ser obtida somente quando o IAF do pasto é baixo (Lemaire & Chapman, 1996). Portanto, a TAP diminui com o aumento do IAF e cessa com valores de IAF por volta de 3-4 (Simon & Lemaire, 1987). A deficiência de nitrogênio (N) gera valores baixos de “*site filling*” (Lemaire, 1985) e pode suprimir a TAP abaixo de seu potencial (Lemaire & Chapman, 1996).

2.1.2 Respostas a regimes de desfolha

Plantas em pastagens respondem aos processos de desfolha através de ajustes em sua estrutura e características morfogenéticas com o objetivo de assegurar rebrota e perenidade da pastagem. As principais características morfogenéticas são taxa de expansão, taxa de aparecimento e longevidade de folhas. Todas são bastante influenciadas por características de ambiente como temperatura, água, e qualidade da luz incidente. A taxa de aparecimento de folhas exerce influência direta sobre a densidade populacional de perfilhos e, quando associada à taxa de expansão determina o tamanho final das mesmas. Por outro lado, quando associada à longevidade das folhas resulta no número de folhas por perfilho (Lemaire & Chapman, 1996). Esses três parâmetros (tamanho de folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas por perfilho) determinam a estrutura do pasto, uma vez que dimensionam o seu IAF. Diferenças em estrutura do pasto têm sido relatadas por vários autores, principalmente aquelas relativas a variações em densidade populacional de perfilhos (Hunt & Brougham, 1966; Garwood, 1969; Kays & Harper, 1974).

Modificações em densidade populacional de perfilhos podem ser bastante rápidas em períodos curtos de tempo (Brougham, 1960; Langer et al.,

1964; Garwood, 1969), sendo mais fácil a ocorrência de diminuição que aumento da população (Hodgson, et al., 1981). Efeitos sobre a densidade populacional de perfilhos ocasionados por variações em manejo foram relatados por Arosteguy (1982), onde níveis intermediários ou lenientes de desfolha resultaram em uma densidade menor de plantas por unidade de área.

O efeito do regime de desfolha gera comportamentos distintos de resposta na comunidade de plantas forrageiras e interfere na densidade e no tamanho final das plantas. Assim, pastos manejados em regime de lotação contínua apresentam maiores populações de perfilhos que pastos manejados sob lotação rotacionada (Hodgson & Wade, 1978, Matthew, 1992). Adicionalmente, desfolhas freqüentes resultam em plantas com pecíolos curtos e folhas pequenas (Wilman & Sherestha, 1985; Davies, 1992). Essas modificações têm uma relação direta com o manejo adotado. Assim, em pastos mantidos sob lotação contínua, a probabilidade de uma folha ser pastejada antes de iniciar sua senescência está relacionada com a carga animal, intensidade de desfolha, e proporção de tecido vivo removido pelo pastejo (Lemaire & Agnusdei, 1999). Essas mudanças promovem alterações no padrão de resposta das plantas devido a alterações no ambiente luminoso (Woledge, 1977). A estrutura do pasto pode promover diferenciação na qualidade de luz que atinge a base do relvado, interferindo no processo de fotossíntese e senescência. Em outras palavras, alta disponibilidade de luz na base de pastos mantidos com IAF's baixos, associada ao aumento na proporção de folhas novas em relação às velhas, resultam num aumento de eficiência fotossintética por unidade de área foliar (Woledge, 1977). A quantidade e/ou qualidade da luz é prerrogativa básica para que novos pontos de crescimento iniciem a formação de novas estruturas, principalmente de folhas, garantindo a produção de matéria seca, seja por perfilho ou por área. Portanto, a produtividade de uma gramínea forrageira decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante para a restauração da área foliar e garantia da longevidade de plantas forrageiras após cortes ou pastejos sucessivos

(Hodgson, 1990; Gomide, 1997).

2.2 O processo de acúmulo de matéria seca em pastagens

À medida que a biomassa aumenta em comunidades de plantas, ocorre um aumento concomitante em IAF e em interceptação de luz. Como consequência, a taxa de acúmulo de forragem é acelerada e resulta em aumento de produção (Harris, 1978). No entanto, particularmente em áreas pastejadas, variações substanciais no regime de desfolha possuem efeito pouco pronunciado sobre a taxa média de acúmulo de forragem ao longo do tempo (Bircham & Hodgson, 1983; Grant & King, 1983; Parsons et al., 1988; Hodgson, 1990). O estudo dos processos determinantes do acúmulo de forragem através da avaliação do fluxo de tecidos garante o entendimento das respostas de plantas forrageiras que ocorrem simultaneamente dentro de um ambiente de pastagem (Da Silva & Pedreira, 1997).

O crescimento, caracterizado pela emissão de novas estruturas (folhas e/ou hastes), é o principal determinante da produção de matéria seca. Contudo, o processo de senescência atua no mesmo ambiente e de forma antagônica ao crescimento, gerando um efeito compensatório e “homeostático” sobre a produção de forragem (Grant et al., 1983; Hodgson, 1990). Do ponto de vista ecológico esses mecanismos de compensação atuantes num mesmo indivíduo, o perfilho, podem ser visualizados como o aparecimento de novos pontos de crescimento e de atividade fotossintética nas plantas e o retorno de material orgânico em decomposição ao sistema solo:planta. Adicionalmente, plantas forrageiras em pastagens apresentam uma relação entre tamanho e número de perfilhos conhecida como mecanismo de compensação tamanho x densidade populacional de perfilhos, ou simplesmente lei do auto-desbaste (Yoda, 1963; Westoby, 1984; Matthew, 1992; Matthew et al., 1994; Sackville & Hamilton et al., 1995; Hernández Garay et al., 1999; Sbrissia, 2000). O diferencial entre

nascimento e morte de plantas gera uma densidade populacional final de perfilhos característica do método de desfolha adotado. Como consequência desse mecanismo de compensação, pastos submetidos a desfolhas freqüentes e intensas apresentam uma alta densidade populacional de perfilhos pequenos, e pastos submetidos a desfolhas lenientes apresentam uma baixa densidade populacional de perfilhos grandes, de forma que ambos tendem a regular e manter seu IAF relativamente constante para um dado ambiente através de variações em tamanho e número de perfilhos. A interação entre todos esses processos com a produção de matéria seca do pasto é obtida através da contribuição em massa de cada um dos perfilhos remanescentes na comunidade de plantas e da quantidade de tecido vegetal não colhido, gerando uma eficiência inerente a cada estratégia de manejo. A eficiência de utilização de forragem em sistemas de pastejo é definida como a proporção da produção de forragem que é colhida pelos animais em pastejo antes que esta inicie o processo de senescência (Hodgson, 1990).

As respostas das plantas à desfolha visam consistentemente assegurar a rebrota e otimizar o crescimento (Lemaire & Chapman, 1996). Contudo, o manejo da desfolha, dentro de um contexto de eficiência máxima de utilização, pode promover uma diminuição na quantidade de forragem efetivamente disponível aos animais, de forma que o desempenho individual é prejudicado e a eficiência de conversão da forragem em produto animal diminuída (Hodgson, 1990). A otimização da produção de pastagens não deve ser concebida, portanto, como a maximização da quantidade de forragem produzida ou somente consumida pelos animais pura e simplesmente, mas como o resultado do compromisso entre três processos de fluxo de tecidos especialmente relacionados às folhas: crescimento, senescência e consumo (Parsons, 1994). Assim, a eficiência de colheita da matéria seca acumulada é que acaba por determinar a massa de forragem existente na pastagem. Essa eficiência de uso deve ser analisada não somente em curto prazo, como função da maximização da razão entre forragem consumida e produzida mas, também, a longo prazo,

com o objetivo de manter a persistência e longevidade do pasto (Lemaire & Agnusdai, 1999).

As folhas podem atuar tanto como fonte ou como dreno de fotoassimilados para as plantas, dependendo de seu estágio de desenvolvimento. Logo após a desfolha ocorre um período onde crescimento e acúmulo de forragem são limitados pelo suprimento de fotoassimilados (Marshall, 1987) e que folhas atuam como drenos, embora a severidade dessa limitação dependa da espécie forrageira, da intensidade de desfolha e da quantidade de área foliar remanescente. Uma vez restabelecido um valor mínimo de IAF, o balanço de carbono (respiração x fotossíntese) volta a ser positivo e as folhas passam a atuar como fontes que geram produção e reservas para as plantas (Lemaire & Chapman, 1996). O pasto é considerado uma entidade dinâmica, na qual os processos de produção de novos tecidos, perdas por senescência e por pastejo ocorrem simultaneamente e quase que continuamente (Da Silva & Pedreira, 1997).

Os fatores que influenciam as taxas de crescimento e perdas são interrelacionados, até um ponto onde fica difícil separar suas importâncias relativas de forma a manejá-los independentemente um do outro. Em termos práticos, o manejo racional de pastagens corresponde a uma técnica que permita a colheita da máxima quantidade possível de matéria seca verde e assegure uma redução das perdas por senescência, morte e decomposição de tecidos a um mínimo. Este ponto de colheita pode ser determinado para as diferentes espécies e cultivares de plantas forrageiras através de estudos de fluxo de tecidos (dinâmica de acúmulo de matéria seca) (Da Silva & Pedreira, 1997). O ponto de colheita “ideal” seria aquele onde o acúmulo líquido fosse máximo (Parsons et al., 1988).¹ O crescimento aumenta com a rebrota até atingir um patamar a partir do qual não existe vantagem em incremento de produção, pois a quantidade de material senescente pode aumentar muito, levando, em condições extremas, a um acúmulo negativo de matéria seca (Parsons et al., 1988).² Um exemplo seria aquele onde variações em massa de

forragem inexistem como consequência de um equilíbrio dinâmico entre a taxa bruta de produção de tecidos de um lado e o somatório entre as taxas de consumo e senescência de outro.

Práticas agronômicas podem afetar tanto os processos de crescimento como de senescência e, por essa razão, é importante a avaliação de ambos a fim de propiciar condições adequadas para a explicação dos diferentes padrões de acúmulo de matéria seca (Korte & Sheath, 1979). A forragem produzida não pode ser simplesmente "armazenada" no pasto, pois a maioria dos tecidos verdes deixados num perfilho após desfolha senescem até a chegada do próximo pastejo, resultando em perdas e baixa eficiência de utilização do pasto (Hodgson, 1990).

2.2.1 Crescimento

O crescimento é função basicamente da elongação de hastes e expansão de folhas. As hastes podem contribuir pouco ou muito para o acúmulo de MS em função do hábito de crescimento da planta forrageira, além de participar da dieta dos animais em maior ou menor grau dependendo do regime de desfolha adotado. Nas situações onde participa em grandes proporções pode significar uma limitação de consumo por parte do animal (Flores et al., 1993).

O princípio básico da produção de plantas forrageiras é a transformação da energia solar em compostos orgânicos, via fotossíntese. Nesse processo, a umidade do solo, o CO₂ do ar, a capacidade fotossintética das folhas além, naturalmente, da luz solar, constituem os fatores capitais. O nível de fertilidade do solo também tem papel importante na produtividade das pastagens (Gomide, 1973). Em comunidades de plantas, a síntese de tecidos pode ser determinada apenas para as folhas ou para a planta inteira (Davies, 1993). Assim, as taxas de crescimento das plantas forrageiras podem ser

influenciadas tanto pelo suprimento de energia proveniente do processo de fotossíntese, refletindo o tamanho e eficiência fotossintética da área foliar do relvado, quanto pelo número e atividade dos pontos de crescimento (Davies, 1988). Na prática, umas das características mais importantes das gramíneas forrageiras no que se refere à sua habilidade em tolerar a remoção periódica de tecido foliar, é a localização de seus pontos de crescimento e regiões meristemáticas abaixo da altura de desfolha, exceto durante a fase reprodutiva (Davies, 1988). Para Robson et al. (1988), os pontos de crescimento vegetativos de plantas de hábito de crescimento prostrado ou rasteiro, de onde surgem as novas folhas, permanecem no nível do solo (ou muito próximos dele) durante a maior parte do ano, escapando, portanto, do corte ou pastejo e fazendo com que a renovação de folhas seja um processo rápido. As plantas do gênero *Cynodon* apresentam esse tipo de característica, fazendo com que a remoção de seus pontos de crescimento seja muito difícil.

O padrão de crescimento de folhas após sucessivas desfolhas vai depender do nível atual de reservas orgânicas, ou seja, carboidratos e compostos nitrogenados da planta (Lemaire & Chapman, 1996). Em situações onde as reservas são inicialmente insuficientes, as taxas de crescimento durante a fase inicial de rebrota são lentas, mas aumentam conforme vai havendo um incremento no índice de área foliar (IAF) do pasto (Brougham, 1956; Brougham 1957; Brougham 1959; Brown & Blaser, 1968; Hodgson, 1990). O uso de reservas ou assimilados pelos meristemas das folhas está diretamente relacionado com a temperatura, a qual rege as taxas de divisão e expansão celular (Bem-Haj-Salah & Tardieu, 1995) gerando uma demanda por carbono (C) e nitrogênio (N), necessários para garantir energia e compostos para formação de tecidos foliares.* Quando o aporte de assimilados é suficientemente grande para suplementar as necessidades dos tecidos meristemáticos, o crescimento, principalmente de folhas, pode atingir o potencial determinado pela temperatura e condições de meio ambiente.* O excesso de assimilados pode ser armazenado em órgãos de reserva para que

possa ser utilizado pela planta quando necessário (Lemaire & Agnusdei, 1999). -

Conforme a planta cresce, enquanto o suprimento de assimilados aumenta como consequência da expansão foliar (maior interceptação de luz), o tamanho e o número de meristemas também aumentam, de forma que um equilíbrio entre suprimento e demanda por assimilados é assegurado (Lemaire & Agnusdei, 1999). A garantia de suprimento de assimilados assegura o aparecimento de novas folhas e a manutenção e/ou recuperação da área foliar. Cada folha utiliza uma quantidade maior ou menor de assimilados dependendo do seu estágio de desenvolvimento. Existem, num mesmo perfilho, três tipos de folhas: as que estão completamente expandidas, onde a lígula está exposta; folhas onde o limbo foliar está parcialmente visível; e folhas que se encontram em formação, contidas pelas bainhas das folhas mais velhas (Milthorpe & Davidson, 1966). As primeiras realizam a fotossíntese com intensidade máxima e os assimilados por elas formados servem não apenas para sua própria nutrição, como para atender às necessidades do meristema apical, do sistema radicular e das folhas em formação. As folhas cujos limbos estão parcialmente expostos, não translocam assimilados para outras partes do perfilho, usando-os para o seu próprio desenvolvimento (Milthorpe & Davidson, 1966). As plantas forrageiras tendem a compensar as perdas de tecidos fotossinteticamente ativos através de modificações estruturais que visam evitar a remoção desses tecidos, e, com isso, assegurar o crescimento, a manutenção da área foliar e a longevidade do pasto (Hodgson, 1990). Independente do manejo adotado, seja lotação contínua ou rotacionada, as desfolhas tendem a se concentrar nas camadas mais superficiais do relvado (Hodgson, 1990). Portanto, a probabilidade de um perfilho grande ser desfolhado é maior do que a de perfilhos pequenos. Adicionalmente, as desfolhas são mais frequentes para as folhas mais jovens comparativamente às mais velhas, uma vez que estas estão colocadas nas porções inferiores do perfil do pasto. As folhas recém expandidas são as que mais contribuem para a economia de energia nos perfilhos por não mais atuarem como dreno, além de serem as mais eficientes

na realização de fotossíntese. Portanto, a sua remoção pode apresentar sérias conseqüências à continuação do desenvolvimento de novas folhas e, conseqüentemente, à produção de matéria seca (Hodgson, 1990).

O IAF acompanha o crescimento das plantas forrageiras. Brougham (1956) demonstrou que a taxa de acúmulo de matéria seca de azevém perene (*Lolium perene*, L.) guardava relação direta com o grau de interceptação de luz de suas folhas. O aumento em área foliar, no entanto, promoveu o sombreamento das folhas inferiores, que tiveram sua capacidade fotossintética e ritmo de crescimento diminuídos. Existe, portanto, um valor referência, chamado de IAF_{ótimo}, onde 95% da luz incidente estaria sendo interceptada e que geraria a máxima taxa média de acúmulo de matéria seca (Brougham, 1958). A eficiência fotossintética das folhas varia com a sua disposição na planta (ângulo e posição de inserção), idade, grupo anatômico, etc. (Gomide, 1973; Parsons et al., 1988). Quando o IAF é alto, folhas mais eretas (eritrófilas) resultam em maiores produções, enquanto que folhas horizontais (planófilas) são vantajosas para assegurar alta interceptação de luz com baixos valores de IAF. Para Hesketh & Baker (1967), a taxa fotossintética de uma população de plantas pode ser definida como sendo o produto entre a quantidade de luz que é interceptada e a eficiência do tecido interceptor. Portanto, a quantidade de luz interceptada passa a ser dependente da geometria e estrutura do dossel. A área foliar guarda, ainda, uma relação direta com o perfilhamento. O aumento na densidade populacional de perfilhos e o declínio do ângulo foliar que ocorrem em pastos desfolhados com baixa freqüência e alta intensidade pode manter um maior grau de interceptação luminosa (King et al., 1979). Também, níveis relativamente altos de irradiação na base dos perfilhos em pastos mantidos baixos e o aumento da proporção de folhas novas em relação às velhas podem resultar em um aumento na eficiência fotossintética por unidade de tecido foliar (Woledge, 1977). A arquitetura do dossel afeta não apenas a distribuição da luz dentro da comunidade de plantas, mas também a circulação de ar, que por sua vez afeta os processos de transferência de CO₂, vapor

d'água e calor (Da Silva & Pedreira, 1997). Assim, o perfilhamento é estimulado por altos níveis de radiação solar incidente, enquanto que em níveis baixos o crescimento de gemas axilares e basais é geralmente reduzido, uma vez que o carbono é preferencialmente alocado para a recuperação da área foliar das hastes já existentes (Phillips, 1969; Robson et al., 1988). Contudo, esses padrões de utilização de luz sofrem grande influência do método de pastejo empregado. Sob lotação contínua, se o dossel é mantido a baixos valores de IAF, a adaptação estrutural das plantas reduz a severidade relativa de desfolha, aumentando a densidade populacional de perfilhos e produzindo perfilhos menores e/ou mais prostrados (Da Silva & Pedreira, 1997). Fica claro, portanto, que alterações na população de perfilhos e estrutura da pastagem devido à adaptação das plantas ao sistema de desfolha leniente ou intenso, podem modificar sua área foliar e aumentar a eficiência fotossintética e o número de pontos de crescimento (Hodgson et al., 1981). Assim, uma comunidade de plantas forrageiras em pastagens é caracterizada pela ocorrência de uma série de equilíbrios entre processos e/ou objetivos aparentemente antagônicos. Como exemplo podem ser citados os balanços entre os requerimentos para uma interceptação luminosa efetiva e aqueles para alta eficiência fotossintética; entre as condições que asseguram altas taxas de crescimento e aquelas para a manutenção de uma população numerosa de perfilhos vigorosos para capacitação de futuros crescimentos; e entre os requerimentos para altas taxas de crescimento e aqueles necessários para elevados índices de utilização da forragem produzida (Hodgson, 1990). O manejo “ideal” seria aquele capaz de promover a melhor combinação entre esses processos de forma a gerar a maior produção de produto animal por unidade de área.

2.2.2 Senescência

A quantidade de material que é produzida em um ecossistema de

pastagens depende de todos os processos apresentados, mas existe nas plantas um ciclo de renovação de estruturas (tecidos). As folhas passam por uma sucessão de fases de desenvolvimento durante o seu período de vida, de forma que as folhas mais novas, especialmente aquelas que se encontram em processo de expansão, são as menos ativas e eficientes em termos de fotossíntese. Porém, passam a uma nova fase quando estão totalmente expandidas. Neste ponto, cessam a fase de crescimento e executam ativamente a fotossíntese, fase esta que corresponde à sua maior eficiência fotossintética. Após essa fase, iniciam o processo de envelhecimento e morte, denominado senescência (Hodgson, 1990).⁴ Existe, contudo, uma programação genética para a senescência, tanto em tecidos como em órgãos inteiros de uma planta (Salisbury & Ross, 1992). Em algumas partes da planta, como nas folhas, existe um amarelecimento (Wilman & Mares-Martins, 1977), consequência da perda de clorofila, RNA e proteínas (Lalonde & Dhindsa, 1990; Salisbury & Ross, 1992; Santos, 1997). Esse equilíbrio dinâmico e constante entre nascimento e morte de estruturas é que determina a eficiência de sistemas de produção baseados no uso de plantas forrageiras. O diferencial entre crescimento e senescência baseia-se, de um lado, na produção de novos pontos de crescimento e novas folhas para uma maior absorção de luz e, de outro, na morte e retorno de matéria orgânica ao complexo solo:planta.⁵ Mas como a produção de novos tecidos e sua morte subsequente acontecem em tempos distintos (Hernandéz Garay, 1995; Lemaire & Agnusdei, 1999), as primeiras folhas a morrerem são aquelas produzidas no início do período de rebrota. Normalmente, essas folhas são menores do que as produzidas subsequente, indicando que as perdas de tecido foliar apresentam um certo atraso em relação ao aparecimento de novas estruturas de crescimento (Robson, et. al., 1988; Parsons & Robson, 1981; Parsons, 1980).

Como o processo de morte é irreversível após o início da senescência, o ideal seria a colheita de todo o material produzido, o que em termos práticos é bastante difícil. A maioria das folhas verdes não consumidas em um perfilho

tende a senescer durante o intervalo entre desfolhas sucessivas e, portanto, ser perdida. Uma vez atingida a maturidade, as mudanças degenerativas do processo de senescência se instalam, sendo que folhas senescentes são geralmente evitadas pelos animais (Hodgson, 1990). No caso de azevém perene (*Lolium perenne* L.), uma folha atinge o estado de senescência quando três folhas se encontram expandidas no mesmo perfilho (Hodgson, 1990). Isso ocorre em consequência da limitada longevidade de folhas individuais, indicando que quando a folha atinge a maturidade, desencadeia os fenômenos fisiológicos que determinam o processo de senescência. Para Lemaire & Agnusdei (1999), a quantidade de tecido foliar que senesce diariamente deveria ser igual à quantidade de tecido obtida no intervalo de aparecimento de uma folha menos a quantidade desse tecido foliar consumido pelos animais, o que está altamente relacionado com a taxa de lotação. Portanto, quanto maior a massa de forragem deixada no campo após o pastejo, maior será a quantidade de material senescente. Existe, assim, uma relação direta entre a altura do pasto e a taxa de senescência. Quanto maior a massa de forragem, maior o IAF e, conseqüentemente, maiores as taxas de crescimento que, contudo, estão atreladas a maiores perdas por senescência (Davies, 1981; Parsons et al., 1988; Hodgson, 1990).

2.2.3 Influência do ambiente

O desenvolvimento de novos tecidos em plantas forrageiras a partir de seus pontos de crescimento é um processo contínuo, contanto que as condições climáticas permitam (Hodgson, 1990). As principais condições de ambiente que condicionam esse processo são: luminosidade, temperatura e disponibilidade de água. A quantidade de nutrientes minerais disponíveis às plantas influencia tanto o crescimento quanto a senescência. A luz incidente no relvado participa de forma decisiva no processo de fotossíntese, sendo sua

qualidade também muito importante, porque a luz que incide no topo do relvado não é a mesma que chega à sua base (Lemaire & Chapman, 1996). O sombreamento promovido pelas estruturas superiores gera um microclima diferenciado para as porções inferiores, levando a diferentes eficiências de utilização da luz e estabelecendo relações entre a morfologia e o acúmulo de forragem pela planta (Loomis & Williams, 1969). Processos fisiológicos tais como translocação, respiração e o controle hormonal da partição de fotoassimilados atuam na determinação da correlação entre a produtividade primária e a produção de matéria seca (Da Silva & Pedreira, 1997). A morfologia do dossel afeta não apenas a distribuição da luz dentro da comunidade de plantas, mas também a circulação de ar, que por sua vez afeta os processos de transferência de CO₂, vapor d'água e calor (Loomis & Williams, 1969). Por alterar a qualidade da luz dentro do dossel, aumentos em IAF podem modificar algumas variáveis morfogenéticas de plantas individuais como taxa de expansão foliar (TEF) e perfilhamento, que podem mudar algumas características estruturais do pasto como tamanho e densidade populacional de perfilhos (Deregibus et al., 1983; Kays & Harper, 1974; Thomas & Davies, 1978; Orr et al., 1988). Dependendo da estratégia de manejo adotada, a área foliar do pasto sofre algumas alterações que levam perfilhos individuais a uma maior ou menor competição por luz. Pastos sob lotação contínua, por exemplo, geram uma menor competição por luz, uma vez que sua área foliar é constantemente removida em função das desfolhas freqüentes que normalmente ocorrem.

A competição por luz pode levar algumas plantas à morte devido à grande mobilização de carbono pelo processo de respiração. Davies et al. (1983) demonstraram que uma maior quantidade de assimilados era alocada para o crescimento de perfilhos já existentes em detrimento ao desenvolvimento de novos perfilhos em situações de sombreamento. Em condições de disponibilidade limitada de luz, os perfilhos novos são os primeiros a morrer como consequência da sobreposição e do sombreamento causados por perfilhos maduros (Ong, 1978). Assim, conforme a luz penetra no

dossel do pasto, sua qualidade é modificada e as reações dependentes de fitocromos e da luz azul são alteradas (Lemaire & Chapman, 1996). Os fitocromos P660 e P730 absorvem a luz no comprimento de onda de 660 e 730nm, respectivamente. A luz vermelha (E 660nm), ou luz solar, apresenta uma relação entre P660:P730 superior a 1, e é precursora de reações que levam a uma maior produção de fitocromo na forma P730. Já a luz infravermelha (E 730nm), predominante dentro do dossel, especialmente em condições de sombreamento, leva ao aparecimento da forma P660 de fitocromo, o qual, segundo Ludlow (1978), inibe o desenvolvimento de gemas, promove a alongação de hastes, reduz o tamanho e a espessura das folhas, a produção de matéria seca, além de diminuir o tamanho do sistema radicular. A intensidade luminosa parece ter uma influência sobre o tempo de vida das folhas. Quanto maior a intensidade, maior a longevidade das folhas, como reportado por Woledge (1972) em experimento com *Lolium*.

A temperatura tem relação direta com a taxa de aparecimento de folhas (TAF) (Lemaire, 1988). A TEF também responde imediatamente a qualquer mudança em temperatura (Peacock, 1975a; Stoddart et al., 1986). As curvas de resposta de TEF à temperatura mudam rapidamente durante a transição do estágio vegetativo para o reprodutivo em plantas de clima temperado, especialmente durante a primavera (Peacock, 1975b; Parsons & Robson, 1980). Isso resulta em um potencial mais elevado de crescimento reprodutivo na primavera do que vegetativo para o verão ou outono (Gastal, et al., 1992). Para plantas temperadas, a relação entre TEF e temperatura é exponencial para temperaturas médias diárias entre 0°-12°C, e linear após esse intervalo, com um patamar por volta de 20°-25°C.

O período de vida das folhas também é altamente dependente da temperatura (Lemaire & Chapman, 1996), indicando que o número total de folhas por perfilho não é o parâmetro que determina a produção máxima (teto) do pasto, mas sim sua longevidade. Portanto, o fluxo de produção de novos tecidos acompanha exatamente as variações sazonais de temperatura. A

quantidade de tecido senescente não apresenta uma relação imediata com a temperatura. As partes mais velhas da planta senescem em épocas distintas da fase de crescimento, de forma que a quantidade de material senescente é reflexo do acúmulo de matéria seca no início do período de rebrota. Assim, qualquer modificação no ambiente e no manejo determina a velocidade com que os tecidos iniciam seu processo de senescência. Portanto, nos períodos de temperaturas mais baixas, como no outono, as proporções de tecido foliar que senescem são maiores do que as que são produzidas, gerando um balanço negativo entre crescimento e senescência (Lemaire & Agnusdei, 1999). Períodos de elevadas temperaturas, como na primavera, levam a um aumento nas taxas de crescimento, a qual é posteriormente compensada pelas perdas por senescência e morte (Hodgson, 1990). A quantidade de material em crescimento e em senescência leva a balanços positivos ou negativos de matéria seca para cada estação de crescimento. Em outras palavras, as folhas que são produzidas durante o outono senescem progressivamente durante o inverno e são posteriormente repostas por folhas menores, produzidas em ambientes de menor temperatura (Lemaire & Agnusdei, 1999). Existem relatos também de que haja uma correlação positiva entre a temperatura do solo e senescência (Culleton, 1988). Esses ciclos de produção estão sempre relacionados com a espécie vegetal e seu local de desenvolvimento, sendo que o ótimo de temperatura para o crescimento de cada espécie está associado ao ciclo fotossintético que as plantas realizam (Langer, 1964; Rodrigues & Rodrigues, 1987). O decréscimo nas taxas de crescimento por perfilho ao longo do ano pode estar associado com diminuições tanto em temperatura como em luminosidade que ocorrem conforme variam as estações (Hepp, 1989). A disponibilidade de água também afeta os processos de fluxo de tecidos em plantas forrageiras. A falta de água promove um aumento nas taxas de senescência (Bittman, 1985) e diminuição nas taxas de crescimento (Coughenour et al., 1985), podendo levar a situações onde são observados valores negativos de acúmulo líquido de matéria seca. Em contrapartida, altos

níveis de umidade no solo causaram uma redução nos níveis de oxigênio disponível, na massa de raízes e número de perfilhos em pastagens de *Matua prairie* (cv. *Bromus catharticus*) (Mwebaze, 1986). Eccles et al. (1990) mostraram que durante períodos de encharcamento houve uma diminuição na TEF de gramíneas de *Matua prairie* (cv. *Bromus catharticus*) e aumento nas taxas de senescência e contribuição da quantidade de material morto em relação ao peso total da planta. A quantidade de água afeta de várias formas o comportamento das plantas, seja em situações de excesso ou deficiência. No caso de déficit hídrico, a expansão foliar é mais afetada do que a divisão celular, podendo ocorrer um “crescimento compensatório” quando condições de disponibilidade adequada de água são restauradas (Parfitt et al., 1985).

O nitrogênio (N) também influencia o comportamento das plantas. A aplicação de N pode aumentar a produção do pasto sem, contudo, alterar a senescência e, portanto, alterar o balanço do fluxo de tecidos (Lemaire & Agnusdei, 1999). O N está presente na síntese de proteínas e tem relação direta com a atividade fotossintética de folhas jovens (Robson & Parsons, 1978). Como existe um redirecionamento de metabólitos dentro das plantas em função das relações entre fonte e dreno, o N pode ser remobilizado das partes sombreadas para aquelas situadas em um melhor ambiente luminoso de forma a assegurar a otimização do uso desse nutriente (Field, 1983). Essa remobilização de N das folhas mais velhas para as mais novas em expansão parece ser um processo essencial e que também acompanha a senescência foliar (Thomas & Stoddart, 1980). A partição de nutrientes dentro das plantas também sofre influencia do ambiente onde se desenvolvem. Em sistemas de desfolha baseados em lotação contínua, as folhas que se encontram em condições de melhor ambiente luminoso possuem uma maior quantidade de N. Contudo, são as mais susceptíveis à desfolha (Barthram & Grant, 1984; Clark et al., 1984), razão pela qual requerem uma maior quantidade de N para a produção de novas folhas. Esse N deve vir da solução do solo ou de reservas nitrogenadas da própria planta. Portanto, quanto mais severo o regime de

desfolha, maior a necessidade de aporte de nitrogênio (Lemaire & Chapmam, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Espécie vegetal

Segundo Mitidieri (1983), as espécies em estudo classificam-se, de acordo com o “Sistema Engler”, como: divisão Angiospermae; classe Monocotyledoneae; ordem Graminales; família Gramineae; subfamília Eragrostideae e tribo Chlorideae. São plantas pertencentes ao gênero *Cynodon*; espécie *Cynodon dactylon* cv ‘Florakirk’, *Cynodon* spp. cv ‘Tifton-85 e *Cynodon* spp. cv. ‘Coastcross’.

3.1.2 Local do experimento

O ensaio foi conduzido na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras (UEPF), em área do Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, localizado a 22° 42’ 30” latitude sul, 47° 38’ 00” longitude oeste e 546 m de altitude (Ometo, 1989). O período experimental foi de 12 de dezembro de 1998 a 17 de julho de 1999, sendo realizadas, durante esse período, quatro coletas de dados nas seguintes épocas: 12 a 18/12/98 (Dezembro); 02 a 08/02/99 (Fevereiro); 29/03 a 05/04/99 (Abril) e 03 a 17/07/99 (Julho).

3.1.3 Solo da área experimental

O experimento foi instalado em solo classificado como terra roxa estruturada eutrófica, com horizonte A moderado de textura argilosa/muito argilosa. O resultado da análise de solo realizada antes do estabelecimento dos pastos encontra-se na Tabela 1. Devido à elevada fertilidade não foram realizadas práticas de calagem nem adubações potássicas ou fosfatadas no momento da implantação do experimento.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	-----mmol _c -----						%
5,4	37,0	99	4,6	75	26	30	106	136	78,0

3.1.4 Clima

Conforme o sistema Köppen, o clima da região de Piracicaba pode ser classificado como Cwa, isto é, mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, onde a temperatura do mês mais frio é inferior a 18 °C e a do mês mais quente ultrapassa os 22 °C (Brasil, 1960). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos no posto meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ-USP, distante cerca de 500 m da área experimental, e encontram-se na Tabela 2 e Figuras 1, 2 e 3. A Figura 4 e Tabela 3 mostram o balanço hídrico mensal dos decêndios (média de 10 dias) dos meses de agosto de 98 a agosto de 99, onde é possível visualizar os períodos de déficit hídrico; especialmente no mês de novembro de 98. Os valores apresentados foram calculados com base em uma capacidade de armazenamento de água (CAD) de 50mm.

Tabela 2. Temperaturas médias mensais do ar (máxima média, mínima média e média), precipitação pluvial e insolação diária média durante o período experimental (de novembro/98 à julho/99) e comparação com os dados dos últimos 80 anos.

Mês/ano	Temperatura (°C)			Precipitação (mm chuva)	Insolação média* (h/dia)
	Máxima média	Mínima média	Média		
Outubro/98	27,06	16,33	21,70	183,10	5,43
Média (80 anos - outubro)	28,90	15,57	22,23	111,28	6,87
Novembro/98	30,04	16,45	23,24	26,60	7,79
Média (80 anos- novembro)	29,57	16,68	23,09	130,01	7,42
Dezembro/98	30,01	19,21	24,61	292,60	6,06
Média (80 anos- dezembro)	29,61	18,15	23,87	200,16	6,58
Janeiro/99	31,42	18,98	25,20	210,80	7,70
Média (80 anos – janeiro)	29,96	18,19	24,05	142,45	6,84
Fevereiro/99	30,73	20,05	25,41	198,30	5,37
Média (80 anos - fevereiro)	30,23	19,02	24,61	185,89	6,54
Março/99	31,42	18,98	25,20	210,80	7,70
Média (80 anos – março)	29,96	18,19	24,05	142,45	6,84
Abril/99	28,52	15,20	21,86	89,00	8,09
Média (80 anos – abril)	28,32	15,36	21,81	64,79	7,50
Maior/99	25,42	11,18	18,30	51,30	7,45
Média (80 anos – maio)	26,09	12,08	19,06	52,66	7,25
Junho/99	23,87	11,04	17,45	68,60	5,98
Média (80 anos – junho)	24,89	10,28	17,57	44,47	7,09
Julho/99	26,38	11,99	19,18	2,70	6,70
Média (80 anos – julho)	25,26	9,51	17,38	26,76	7,85

Fonte: Arquivos do Departamento de Ciências Exatas - ESALQ/USP (1999)

* Dados históricos de 77 anos

Figura 1 - Distribuição das temperaturas médias durante o período experimental (Outubro/98 a Julho/99) comparadas com aquelas dos últimos 80 anos.

Figura 2 - Distribuição da precipitação durante o período experimental (Outubro/98 à Julho/99) comparada com aquela dos últimos 80 anos.

Figura 3 - Distribuição das insolações médias durante o período experimental (Outubro/98 à Julho/99) comparadas com aquelas dos últimos 77 anos.

Figura 4 – Extrato do balanço hídrico dos decêndios mensais do período de agosto de 1998 a agosto de 1999.

Tabela 3. Balanço hídrico mensal do primeiro decêndio de agosto/98 ao terceiro decêndio de agosto/99.

Decêndio (10 dias)	Déficit hídrico (mm)	Excedente hídrico (mm)
Agosto – A1	0,0	0,0
Agosto – A2	-14,1	0,0
Agosto – A3	-20,0	0,0
Setembro – S1	0,0	0,0
Setembro – S2	0,0	0,0
Setembro – S3	-2,7	0,0
Outubro – O1	0,0	36,5
Outubro – O2	0,0	17,4
Outubro – O3	-0,2	0,0
Novembro – N1	-7,6	0,0
Novembro – N2	-10,2	0,0
Novembro – N3	-20,7	0,0
Dezembro – D1	0,0	15,3
Dezembro – D2	0,0	35,3
Dezembro – D3	0,0	40,3
Janeiro – J1	0,0	130,3
Janeiro – J2	0,0	27,4
Janeiro – J3	0,0	74,6
Fevereiro – F1	0,0	54,2
Fevereiro – F2	0,0	18,8
Fevereiro – F3	0,0	26,5
Março – M1	-10,5	0,0
Março – M2	0,0	69,8
Março – M3	0,0	7,0
Abril – A1	-9,8	0,0
Abril – A2	0,0	31,6
Abril – A3	-4,1	0,0
Maio – M1	0,0	0,0
Maio – M2	-1,4	0,0
Maio – M3	-2,4	0,0
Junho – J1	-3,3	0,0
Junho – J2	0,0	29,2
Junho – J3	-1,4	0,0
Julho – J1	-3,6	0,0
Julho – J2	-8,3	0,0
Julho – J3	-12,9	0,0
Agosto – A1	-11,4	0,0
Agosto – A2	-11,3	0,0
Agosto – A3	-24,2	0,0

Fonte: Arquivos do Departamento de Ciências Exatas - ESALQ/USP (1998/99).

3.1.5 Animais

Para implantação e manutenção dos tratamentos experimentais foram utilizados ovinos mestiços deslanados com grau variável de sangue da raça Santa Inês provenientes do rebanho do setor de Ovinocultura do Departamento de Produção Animal da ESALQ (Foto 1).

Foto 1 – Animais mestiços da raça Santa Inês utilizados no experimento.

3.1.6 Pastagens

Os pastos foram implantados em março de 1996 através de mudas, sendo que, devido às adversidades climáticas e ao baixo percentual de pegamento, fez-se o replantio de algumas parcelas durante os meses de fevereiro e março de 1997. Em várias ocasiões durante o estabelecimento fez-se necessário a limpeza da área em virtude da infestação com plantas invasoras, especialmente *Brachiaria decumbens* Stapf, *Cyperus rotundus* L. (tiririca), *Panicum maximum* Jacquin e *Cynodon dactylon* (Linnaeus) Persoon (grama-seda). Adubações nitrogenadas foram realizadas durante o decorrer do ano de 1997, as quais totalizaram 150 kg N ha⁻¹ na forma de sulfato de amônio.

Em janeiro de 1998 realizou-se um corte de uniformização a 3cm do nível do solo através de roçadora, seguido de uma adubação com 40 kg N ha⁻¹ na forma de sulfato de amônio, além do controle de invasoras. Em fevereiro de 1998 a área experimental sofreu uma infestação de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* Smith) e cigarrinha das pastagens (*Deois spp.* e *Zulia entreriana* Berg.), a qual foi controlada com o inseticida Deltamethrin, na dosagem de 7,5 gramas de ingrediente ativo/hectare, juntamente com *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok, na dosagem de 800 gramas/hectare, na data de 19 de fevereiro de 1998. Um novo corte de uniformização foi então realizado em março de 1998. No entanto, ocorreu um novo ataque da lagarta juntamente com a cigarrinha das pastagens (*Deois spp.* e *Zulia entreriana*), e nova aplicação de inseticida foi feita, em 2 de abril de 1998, utilizando-se, dessa vez, Chlorpyrifos, na dosagem de 1L/hectare. Após o controle da infestação de pragas as pastagens foram deixadas rebrotar até que as alturas especificadas para cada tratamento fossem atingidas, oportunidade na qual foi iniciado o pastejo. Foram decorridos cerca de seis meses (junho a dezembro/1998) com os pastos sendo mantidos sob os regimes de desfolha planejados antes que a primeira avaliação fosse realizada.

3.2 Métodos

3.2.1 Delineamento experimental e tratamentos

O ensaio foi realizado seguindo um delineamento de blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas (split-plot). Os tratamentos corresponderam a combinações entre três cultivares de *Cynodon spp.* ('Tifton-85', 'Florakirk' e 'Coastcross'), os quais foram alocados às parcelas, e quatro condições de pasto geradas por ovinos sob regime de lotação contínua e taxa de lotação variável, alocadas nas sub-parcelas. Cada condição de pasto correspondeu a uma altura média do relvado de 5, 10, 15 e 20 cm mantida

"constante" através da adição ou retirada de animais das unidades experimentais durante o transcorrer do experimento. Nesse arranjo foram utilizadas quatro repetições. Assim, o ensaio apresentou um total de 48 unidades experimentais (4 blocos x 12 unidades/bloco) com uma área de, aproximadamente, 400 m² cada, separadas por telas de 1,20 m de altura para delimitação dos piquetes (unidades experimentais) e contenção dos animais. A área experimental total compreendeu 2,0 ha (Figura 5, Foto 2).

BLOCO I			BLOCO II			BLOCO III			BLOCO IV		
T 10	F 15	C 10	F 05	T 10	C 10	F 20	T 15	C 10	T 20	F 05	C 05
T 15	F 10	C 05	F 10	T 15	C 20	F 05	T 20	C 15	T 15	F 10	C 20
T 20	F 05	C 15	F 15	T 20	C 15	F 15	T 10	C 20	T 10	F 20	C 10
T 05	F 20	C 20	F 20	T 05	C 05	F 10	T 05	C 05	T 05	F 15	C 15

Figura 5 - Representação esquemática da distribuição dos tratamentos na área experimental. T: Tifton 85; F: Florakirk; C: Coastcross. Alturas (cm): 5, 10, 15 e 20.

Foto 2 - Vista geral da área experimental após a implantação e início do experimento.

3.2.2 Instalação e monitoramento das condições experimentais

Em 3 de junho de 1998 os animais foram alocados às unidades experimentais que haviam atingido a altura predeterminada para cada tratamento. À medida que as demais unidades experimentais atingiam a altura desejada, animais eram colocados, dando início ao pastejo. No ano de 1998 foram realizadas 4 adubações nitrogenadas com sulfato de amônio. A primeira em 8 de julho (40 kg N ha^{-1}), a segunda em 19 de setembro (40 kg N ha^{-1}), a terceira em 21 de outubro (50 kg N ha^{-1}) e a quarta em 7 de dezembro (25 kg N ha^{-1}). Em 1999, até a última coleta de dados em julho, foram realizadas duas adubações nitrogenadas. A primeira em 23 de fevereiro (50 kg N ha^{-1}) e a segunda em 5 de março (75 kg N ha^{-1}). As quantidades de fertilizante aplicadas foram dimensionadas a fim de que um acúmulo mínimo de forragem pudesse ser obtido para manter pelo menos dois animais em cada unidade experimental.

A condição dos pastos (altura média do relvado) foi monitorada semanalmente através da tomada de 20 leituras em cada unidade experimental com o prato ascendente ou "*rising plate meter*", duas vezes por semana, obtendo-se a altura comprimida média. Uma vez por mês era feita a calibração entre a altura comprimida e a altura não comprimida (régua), gerando-se o valor de altura usado como referência para o monitoramento dos tratamentos (Foto 3). Animais foram adicionados ou removidos nas unidades experimentais no caso de a altura estar acima ou abaixo da desejada, respectivamente.

3.2.3 Calibração entre a altura comprimida e altura não comprimida

Uma vez por mês era realizada a calibração entre a altura comprimida e a altura não comprimida do pasto. Durante a calibração eram realizadas 20 medições com o "*rising plate meter*" e 12 leituras de altura não comprimida por unidade experimental. Esta última altura era medida utilizando-se uma

transparência que, quando colocada sobre a pastagem, tinha sua altura mais baixa e a mais alta em relação ao solo medidas com uma régua. Assim, cada leitura não comprimida correspondia à média entre os valores mais alto e mais baixo. Com os valores das alturas eram gerados fatores mensais de conversão que, multiplicados pelas alturas comprimidas, forneciam a altura da pastagem utilizada como referência para o monitoramento da condição do pasto e ajustes nas taxas de lotação (Foto 3).

Foto 3 - Medição da altura do pasto com transparência e régua (altura não comprimida) e com o "*rising plate meter*" (altura comprimida).

3.2.4 O período experimental

O período experimental foi dividido em quatro épocas de coleta das informações no campo. Cada época foi definida a partir de dados prévios de ensaios realizados com plantas do mesmo gênero (Carnevali & Da Silva, 1999), e foram espaçadas ao longo do período experimental de uma maneira que julgou-se abranger mudanças importantes nos padrões de crescimento e senescência. Cada coleta foi subdividida em três datas de amostragem (dia 0,

dia 1, dia 2) realizadas segundo intervalos constantes dentro do mesmo período amostral, porém variáveis em função da época do ano. A primeira avaliação foi de 12/12/98 a 18/12/98; a segunda de 02/02/99 a 08/02/99; a terceira de 29/03/99 a 05/04/99 e finalmente a última do dia 03/07/99 a 17/07/99, com intervalos entre datas de amostragem de 3/3, 3/3, 3/4 e 7/7 dias respectivamente. Esses intervalos foram dimensionados de forma a procurar assegurar-se um mínimo de dois intervalos de aparecimento de folhas por período de avaliação, utilizando-se como base os dados de Carnevalli & Da Silva (1999).

3.2.5 Avaliações de campo

A dinâmica de fluxo de tecidos foi avaliada em cada unidade experimental através da demarcação de duas seções transectas. Cada seção era demarcada por duas estacas colocadas em regiões próximas dos “cantos” dos piquetes, opostos ao portão de entrada e ao bebedouro d’água, porém em locais representativos da condição média do pasto. Por ocasião de cada avaliação utilizava-se uma régua com dois metros de comprimento. Nessa régua, foram marcados 10 pontos espaçados de 0,2m (Foto 4).

Foto 4 – Localização da régua transecta na unidade experimental.

Cada ponto correspondia a um perfilho marcado por anéis plásticos coloridos (2-5mm de diâmetro e 3-5mm de comprimento), identificado através de coordenadas de ângulo e distância em relação à régua para facilidade de localização. Um novo grupo de perfilhos era escolhido a cada época de avaliação (Foto 5).

Foto 5 – Detalhe de um perfilho marcado com anel plástico e sua localização na régua transecta.

Os perfilhos foram escolhidos de forma aleatória, mas evitando-se a marcação de plantas debilitadas ou injuriadas por qualquer razão. A cada época de avaliação eram contadas e medidas todas as folhas com auxílio de régua, sendo o aparecimento de novas folhas determinado e devidamente registrado. Nas folhas senescentes mediu-se o comprimento do limbo foliar verde, da lígula até a “linha limítrofe” com a porção senescida (amarelada/parda). As folhas maduras (com lígula exposta) e em expansão foram ainda subdivididas nas categorias “intacta” e “pastejada”. Nas folhas em expansão o comprimento do limbo foliar era medido da ponta da folha até a lígula da última folha totalmente expandida. Durante o processo de marcação as folhas foram identificadas por

números, sendo o número 1 destinado à folha mais velha, basal, e os demais seqüencialmente, subindo-se na axis do perfilho. Para otimização de tempo, esforços e recursos, além de evitar problemas com chuvas durante as avaliações, foram utilizados mini gravadores a pilha, sendo os dados posteriormente passados em fichas próprias elaboradas especificamente para a coleta de informações no campo. Os dados originalmente obtidos foram todos em unidade de comprimento (mm).

3.2.6 Processamento dos dados

Com a finalidade de permitir a expressão dos valores das taxas de expansão de folhas, alongamento de hastes, crescimento e senescência em kg MS/ha foi necessário a geração de um fator de conversão. No dia 2 de cada coleta, todos os perfilhos marcados foram cortados no nível do solo com o auxílio de tesouras de mão, colocados em pequenas sacolas de plástico previamente umedecidas internamente e levados a uma caixa de isopor com gelo para reduzir a desidratação e respiração dos perfilhos (Foto 6).

Foto 6 – Corte dos perfilhos no campo para as mensurações de laboratório.

Após medição de todos os componentes de haste e folhas, conforme realizado no campo nos dias 0 e 1 de cada coleta, todas as lâminas foliares de cada perfilho foram destacadas junto à lígula correspondente e as porções resultantes agrupadas em folhas em expansão, totalmente expandidas “intactas” ou “pastejadas” além de folhas senescentes e hastes, para a régua transecta toda (Foto 7).

Foto 7 – Mensurações de todos os componentes de haste e folhas realizados em laboratório

Cada um desses componentes foi levado então para estufa a 65°C por 48 horas. Após secagem, o material foi pesado e o peso de cada componente dividido pelo comprimento total correspondente na régua. Foi obtido assim um fator de conversão (mg/mm) utilizado para transformar todas as leituras de

campo, expressas em mm/perfilho.dia, em mg/perfilho.dia. A transformação final para kg MS/ha.dia foi realizada através da multiplicação desses valores pela densidade populacional média de perfilhos em cada unidade experimental (n° de perfilhos/m²). A densidade populacional de perfilhos foi determinada através do quociente entre massa de forragem e peso médio por perfilho em trabalho realizado na mesma área de forma concomitante por Sbrissia (2000).

3.2.7 Cálculo das variáveis experimentais

Para o cálculo de todas as variáveis estudadas foi elaborada uma planilha eletrônica com utilização do software “Microsoft Excel 98” versão 7.0. Nessa planilha, todos os dados de campo foram registrados em células específicas que, através de ligações entre planilhas sucessivas, possibilitaram o cálculo automático das variáveis que foram destinadas à análise estatística.

As variáveis estudadas foram divididas em três grandes grupos: variáveis descritivas (número total de folhas, número de folhas totalmente expandidas, número de folhas senescentes, número de folhas em expansão), variáveis quantitativas (taxa de expansão de folhas “intactas”, taxa de expansão de folhas “pastejadas”, taxa de alongamento de hastes, taxa de crescimento, taxa de senescência, taxa de acúmulo líquido) e variáveis morfogénicas (taxa de aparecimento de folhas e filocrono expresso em dias/folha e em graus-dia/folha).

3.2.7.1 Variáveis descritivas

As variáveis descritivas estudadas (número total de folhas, número de folhas totalmente expandidas, número de folhas senescentes, número de folhas em expansão) foram observadas a cada época de avaliação em perfilhos

individuais. Ao final de cada período de coleta foi possível determinar o número médio de cada um desses componentes por perfilho para cada tratamento.

3.2.7.2 Variáveis morfológicas

Para o cálculo da taxa de aparecimento de folhas (TAF) foi utilizado o número médio de folhas que apareceu em cada perfilho do dia 0 ao dia 2 em cada régua. Esse valor, dividido pelo número total de dias do período, resultou na TAF expressa em folhas/perfilho.dia.

Já para o cálculo do filocrono em dias/folha, utilizou-se o inverso da TAF ($1/TAF$), conforme descrito por Lemaire & Chapmam (1996). O filocrono expresso com base em graus-dia (GD) por folha teve o valor de GD calculado como sendo o somatório das diferenças entre a temperatura média diária e a temperatura basal assumida de 15°C durante cada época de avaliação. O valor obtido foi dividido pelo número de folhas surgidas durante o mesmo período. Os dados de temperatura utilizados foram coletados no Posto Meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP. O valor de temperatura basal escolhido baseou-se no fato de que plantas do gênero *Cynodon* praticamente cessam o seu crescimento em temperaturas inferiores a 15°C (Youngner, 1972).

3.2.7.3 Variáveis quantitativas

As variações em tamanho (mm) de cada folha e haste, a cada data de amostragem, possibilitou o cálculo das taxas de crescimento e senescência. Variações positivas em tamanho possibilitaram o cálculo das taxas de crescimento (mm/dia), tanto para folhas como para hastes, “intactas” ou “pastejadas”. No caso de diminuição da parte verde do limbo foliar (variações negativas em tamanho), ou seja, aumento na porção amarelada/parda das folhas, foi possível o acompanhamento das taxas de senescência de forma

análoga ao crescimento. A diferença entre essas duas variáveis (crescimento e senescência) possibilitou a estimativa das taxas de acúmulo líquido de matéria seca.

3.2.8 Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento GLM (*General Linear Models*) do pacote estatístico do SAS (Statistical Analysis System), versão 6.12 para Windows. Dentro desse procedimento, optou-se pelo sub-procedimento de medidas repetidas no tempo (*Repeated Measures*) (SAS Institute, 1988). Desta forma foi possível detectar-se os efeitos das causas de variação principais (cultivar, bloco, altura), as interações entre elas (bloco x cultivar e altura x cultivar), além dos efeitos de tempo (épocas de coleta) dentro de cada uma das causas de variação principais (tempo, tempo x cultivar, tempo x bloco, tempo x altura, tempo x cultivar x bloco, tempo x altura x cultivar).

Todos os conjuntos de dados foram testados, antes da análise geral global, com a finalidade de assegurar que as quatro prerrogativas básicas da análise de variância (aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias) estavam sendo respeitadas. Utilizou-se o “LSMEANS” para comparação de médias entre tratamentos e adotou-se um nível de significância de 10%.

3.2.9 Modelagem e parametrização dos dados

Os processos de crescimento e senescência de plantas forrageiras em pastagens são processos biológicos que apresentam um padrão conhecido de resposta à variação em estrutura do pasto, descrita pelo índice de área foliar, massa de forragem ou altura (Bircham & Hodgson, 1983). Com o objetivo de analisar os padrões de crescimento e senescência em plantas forrageiras tropicais e comparar com aqueles já descritos para plantas forrageiras de clima

temperado, especialmente azevém perene, uma análise exploratória dos dados seguida de análises de regressão (lineares e não lineares), testes de linearidade e ajuste dos modelos matemáticos utilizados foi realizada.

Um ajuste no conjunto de dados se fez necessário uma vez que medidas de crescimento e senescência baseadas em análise de perfis individuais tendem a ser superestimadas e, portanto, seus valores absolutos têm pouco significado prático. Por outro lado, os dados de acúmulo de forragem coletados mensalmente através da técnica de gaiola de exclusão em experimento concomitante (Carvalho, 2000) também apresentam limitações relativas à superestimativa de acúmulo em pastos baixos e subestimativa em pastos altos (Frame, 1981).

Para utilizar a proporcionalidade dos dados de fluxo de tecido e ajustar as super e subestimativas dos dados de gaiola, os valores originais de crescimento e senescência foram transformados em números relativos ao valor máximo observado para cada período e essa proporção aplicada aos dados provenientes das gaiolas. O resultado foi um ajuste geral dos dados e uma redução das limitações das duas técnicas experimentais. Os dados transformados foram aqueles utilizados para a geração dos modelos matemáticos que descreveram a relação funcional entre variações em estrutura do pasto, representadas por variações em altura, e crescimento e senescência, processos determinantes do acúmulo ou produção de forragem em pastagens.

Numa primeira etapa regressões lineares para crescimento e senescência em relação a altura do pasto (variável independente) foram desenvolvidas. As somas de quadrados geradas foram utilizadas para teste de linearidade da função conforme descrito por Draper (1981). Foi adotado um nível de significância de 10% nessa avaliação. Para os casos onde a análise apontou para modelos de respostas não lineares, foram testados outros três modelos: Mitcherlich (Gomes & Malavolta, 1949), Mitcherlich – segunda lei (Silva, 1980) e Wood (Wood, 1967). A escolha desses modelos foi feita com base nas tendências apresentadas em análises preliminares dos dados.

Posteriormente, utilizou-se o PROC NLIN do SAS para que fosse feita a parametrização das equações, ou seja, a estimação dos valores de β_0 , β_1 e β_2 das regressões. Uma vez gerados os diferentes modelos matemáticos a escolha do “melhor” modelo foi feita com base na avaliação dos coeficientes de determinação individuais, respeitando-se, sempre, a amplitude imposta pelas alturas de pasto estudadas, numa tentativa de interpolação dos dados para que se pudesse estabelecer um comportamento geral e não extrapolação dos resultados para alturas não estudadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis descritivas

O número total de folhas presentes em um perfilho corresponde ao somatório do número de folhas vivas (em expansão e totalmente expandidas) e de folhas senescentes. Para o número total de folhas por perfilho foram encontradas diferenças entre épocas de avaliação ($P=0,0001$). Houve uma ligeira tendência de diminuição do número total de folhas ao longo das épocas de avaliação para todos os cultivares, apesar dos valores serem relativamente próximos. Na avaliação de dezembro, o valor encontrado foi de 7,8 folhas. Para as outras épocas de avaliação os valores observados foram 7,0, 6,8 e 6,8 folhas para fevereiro, abril e julho, respectivamente. Essa ligeira variação no número total de folhas por perfilho pode ter sido consequência de variações no número de folhas em expansão, totalmente expandidas ou senescentes. Para folhas em expansão foi observada uma interação entre época de avaliação x cultivar ($P=0,0620$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Número de folhas em expansão por perfilho em cultivares de *Cynodon* spp..

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM*
Dezembro	1,8 ^a	1,8 ^a	1,7 ^b	1,8	0,04
Fevereiro	1,8 ^{ab}	1,9 ^a	1,7 ^b	1,8	0,06
Abril	1,7 ^{ab}	1,8 ^a	1,6 ^b	1,7	0,05
Julho	1,6 ^b	2,0 ^a	1,7 ^b	1,8	0,07
Média	1,7	1,9	1,7		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Como não houve efeito de cultivar, altura de pasto, nem de época de avaliação, o número de folhas em expansão permaneceu relativamente constante e em torno de 1,8 folha/perfilho. A interação entre época de avaliação e cultivar foi devida à redução no número de folhas em expansão por perfilho de Tifton-85 durante a avaliação de julho (Tabela 4). Os valores encontrados são próximos aos apresentados por Corsi et al. (1994) de 1,73, 1,64 e 1,76 folha em expansão por perfilho para as espécies *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf. cv. Marandu, *Brachiaria decumbens* Stapf. e *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schw., respectivamente.

Com relação ao número de folhas senescentes, foi detectado efeito de época de avaliação ($P=0,0484$) e interação entre época de avaliação x altura de pasto ($P=0,0524$) (Tabela 5).

Tabela 5 - Número de folhas senescentes por perfilho nas alturas de pasto estudadas.

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	1,7 ^a	1,2 ^b	1,4 ^{ab}	1,3 ^b	1,4	0,12
Fevereiro	1,3 ^a	1,4 ^a	1,4 ^a	1,5 ^a	1,4	0,14
Abril	1,4 ^b	1,8 ^a	1,6 ^{ab}	1,8 ^a	1,6	0,14
Julho	1,1 ^b	1,5 ^a	1,3 ^{ab}	1,6 ^a	1,4	0,11
Média	1,4	1,5	1,4	1,5		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Com relação às alturas de pasto, em dezembro, a menor altura (5cm) apresentou os maiores valores de folhas senescentes (1,7). Esse fato pode estar relacionado com o balanço hídrico negativo (déficit de água no solo) (Figura 4) ocorrido no mês de novembro/98, que pode ter acelerado os processos de senescência em plantas forrageiras submetidas a essas condições, especialmente porque a falta de água propicia aumentos na temperatura do solo, que possui uma correlação positiva com a senescência (Culleton, 1988). Numa situação de déficit hídrico, pastos mantidos baixos,

caracterizados por uma população numerosa de perfilhos pequenos, são mais susceptíveis à ocorrência de senescência e morte de perfilhos que pastos mais altos. Os dados de Carvalho (2000), provenientes de ensaio realizado de forma concomitante na mesma área experimental, revelaram esse fenômeno caracterizado por uma redução de aproximadamente 5% em densidade populacional de perfilhos para os pastos mantidos a 5 cm e um aumento de cerca de 6% para pastos mantidos a 20 cm de altura, de novembro para dezembro/98. Porém, a partir de fevereiro, onde não foram constatadas diferenças para nenhuma das alturas, todas as outras avaliações mostraram que pastos mantidos a partir de 10 cm apresentaram maiores valores de folhas senescentes. Apesar de não existir diferenças entre as alturas de 10, 15 e 20 cm, os dados revelaram uma ligeira tendência de aumento no número de folhas senescentes com o aumento da altura do pasto. Mesmo assim, as médias para todos os cultivares e todas as alturas foram muito próximas, mostrando que o número de folhas senescentes foi praticamente constante independente da altura que o pasto estava sendo mantido. Porém a taxa com que as folhas senescem pode diferir significativamente com variações na altura de pasto (Bircham & Hodgson, 1983; Grant & King, 1983; Hodgson, 1990). Com relação ao número de folhas totalmente expandidas, foi observado efeito de época de avaliação ($P=0,0001$) e interação entre época de avaliação x cultivar ($P=0,0286$) (Tabela 6).

Tabela 6 - Número de folhas totalmente expandidas por perfilho em cultivares de *Cynodon* spp..

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM*
Dezembro	4,3 ^b	4,6 ^{ab}	5,0 ^a	4,5	0,15
Fevereiro	3,6 ^b	3,9 ^{ab}	4,0 ^a	3,8	0,16
Abril	3,6 ^a	3,5 ^a	3,2 ^a	3,4	0,17
Julho	3,3 ^b	3,5 ^b	4,2 ^a	3,7	0,17
Média	3,7	3,9	4,1		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Apesar da ausência de diferenças entre cultivares, o cultivar Coastcross apresentou os maiores valores, seguido por Florakirk e Tifton-85. Observou-se, porém, uma tendência de diminuição no número de folhas totalmente expandidas por perfilho ao longo das épocas de avaliação. Essa mesma tendência foi observada por Carnevalli & Da Silva (1999) para o cultivar Coastcross. Já Oliveira et al. (1998), trabalhando com o cultivar Tifton-85, observaram que o número de folhas totalmente expandidas por perfilho aumentou com a idade de rebrota da planta. Vale ressaltar que o presente experimento foi realizado sob regime de lotação contínua e não intermitente. A interação entre épocas de avaliação e cultivar deve ter sido consequência dos resultados obtidos na avaliação de abril, onde Tifton-85 apresentou número de folhas expandidas maior que Florakirk e Coastcross apesar da ausência de significância estatística. Esta foi a única situação onde a classificação geral (Coastcross > Florakirk > Tifton-85) foi invertida e pode ter estado relacionada com o florescimento dos cultivares Coastcross e Florakirk e o hábito seletivo de pastejo dos ovinos. Parece, portanto, que o número de folhas totalmente expandidas foi o principal modificador do número total de folhas por perfilho. Essa mesma tendência foi observada com relação aos valores do número de folhas vivas por perfilho (em expansão mais as totalmente expandidas). Para essa variável foi observado efeito de época de avaliação ($P=0,0001$) e interação entre época de avaliação x cultivar ($P=0,0034$) (Tabela 7).

Tabela 7 - Número de folhas vivas por perfilho em cultivares de *Cynodon* spp..

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM*
Dezembro	6,1 ^b	6,5 ^{ab}	6,6 ^a	6,4	0,15
Fevereiro	5,4 ^b	5,8 ^a	5,7 ^a	5,6	0,14
Abril	5,3 ^a	5,3 ^a	4,6 ^b	5,1	0,21
Julho	4,8 ^b	5,6 ^a	5,5 ^{ab}	5,3	0,29
Média	5,4	5,8	5,6		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$).

O intervalo entre 4,6 e 6,6 folhas vivas por perfilho observado no presente estudo foi semelhante aos valores de 4,6 e 6,6 folhas vivas por perfilho em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. cv. Colônião e *Setaria anceps* Stapf. cv. Kazungula, respectivamente, obtido por Pinto (1993); 6,0 para *Panicum maximum* cv. Vencedor (Gomide, 1997); 5,0 a 7,0 para *Brachiaria decumbens* (Corsi et al., 1994; Gomide et al., 1997) e de 5,4 a 6,8 para *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott (Almeida et al., 1997). Oliveira et al. (1998) observaram um aumento no número de folhas vivas por perfilho para o cultivar Tifton-85 até a idade de 28 dias, atingindo um valor máximo de 10,7 folhas/perfilho, após o qual ocorreu uma redução em função do aumento do número de folhas senescentes. Carnevalli & Da Silva (1999), trabalhando com o cultivar Coastcross, encontraram valores próximos a esses e que variaram de 7,5 a 10,2 folhas vivas/perfilho.

Em gramíneas tropicais parece haver uma variação do número de folhas vivas por perfilho, muito provavelmente em função das interações existentes entre época do ano e cultivar. Para as gramíneas de clima temperado, o mesmo comportamento foi verificado para as diferentes estações de crescimento. Mazanti (1997) mostrou que o número de folhas vivas em *Lolium multiflorum* Lam. variou para as diferentes épocas do ano, com valores de 3,0, 2,6, 2,7 e 2,6 folhas vivas para o outono, inverno, primavera e verão, respectivamente. Esse mesmo autor mostrou que para as épocas de outono, primavera e verão, o número de folhas vivas para *Paspalum dilatatum* Poir. foi de 2,7; 3,7 e 3,7, respectivamente. Isso indica que a proporção da variação é praticamente a mesma (20 a 30%) quando comparado às gramíneas tropicais, sendo diferente somente a ordem de grandeza dos valores. A distribuição das categorias de folhas para cada cultivar e para as alturas de pasto estudadas é bastante consistente e mostra uma mesma tendência. As figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 são apresentadas apenas para uma melhor visualização dos resultados discutidos.

Figura 5 - Distribuição das categorias de folhas para o cultivar Tifton-85, para as quatro épocas de avaliação.

Figura 6 - Distribuição das categorias de folhas para o cultivar Florakirk, para as quatro épocas de avaliação.

Figura 7 - Distribuição das categorias de folhas para o cultivar Coastcross, para as quatro épocas de avaliação.

Figura 8 - Distribuição das categorias de folhas para a altura de 5cm do pasto.

Figura 9 - Distribuição das categorias de folhas para a altura de 10cm do pasto.

Figura 10 - Distribuição das categorias de folhas para a altura de 15cm do pasto.

Figura 11 - Distribuição das categorias de folhas para a altura de 20cm do pasto.

Observa-se que o número médio de folhas em expansão por perfilho (1,8) (Tabela 4) é ligeiramente superior àquele de folhas em senescência (1,4) (Tabela 5). Essas duas variáveis não apresentaram diferenças quanto a cultivar e altura do pasto, revelando-se números relativamente constantes, como descrito por Hodgson (1990), Lemaire & Chapmam (1996), Lemaire & Agnusdei (1999). Trata-se de características morfogenéticas da planta que revelam uma certa proporcionalidade mantida de forma consistente com o tempo entre folhas em expansão e em senescência. Hodgson (1990) apontou para o sincronismo existente entre os processos de emissão de novas folhas e senescência e morte de folhas velhas. Em situação de equilíbrio, como a do presente trabalho, era esperado que os processos de crescimento e senescência ocorressem de forma concomitante e fossem resultantes da manifestação de características morfogenéticas das plantas determinadas por condições de meio ambiente e de manejo. O número médio de folhas senescentes foi ligeiramente inferior àquele

de folhas em expansão (1,4 x 1,8 respectivamente). Essa diferença é muito pequena e pode-se considerar que existiu um equilíbrio entre o número de folhas em expansão e folhas em senescência. Neste caso, o diferencial positivo ou negativo entre os processos de crescimento e senescência será função do tamanho das folhas envolvidas e das taxas com que os processos de expansão e senescência ocorrem (Hodgson, 1990; Lemaire & Chapmam, 1996). Adicionalmente, o número de folhas em expansão é um número relativamente constante para cada planta forrageira e determinado geneticamente. O sincronismo entre aparecimento e morte de folhas implica que o número de folhas senescentes, em condições adequadas de ambiente, deva ser também constante. Assim, o ajuste em área foliar por perfilho só pode ser realizado através do ajuste em tamanho individual de folhas e/ou número de folhas totalmente expandidas. Este fato ficou evidenciado no presente estudo, onde a diferença no número médio de folhas por perfilho foi causada pela variação no número de folhas expandidas. A redução no número de folhas expandidas com o passar do tempo pode estar relacionada com a redução em luminosidade e o necessário ajuste (redução) em área foliar na comunidade de plantas. Vale a pena ressaltar que o número de folhas vivas no perfilho é o produto entre o tempo de vida das folhas e a taxa de aparecimento dessas folhas (Lemaire & Chapmam, 1996; Lemaire & Agnusdei, 1999). Assim, o decréscimo no número de folhas vivas por perfilho poderia também ser explicado por uma diminuição na taxa de aparecimento de folhas, consequência do ambiente luminoso de menor qualidade à medida que avança-se na estação de crescimento após o solstício de verão (menor disponibilidade de luz com uma maior proporção de radiação difusa em relação a direta).

4.2 Variáveis morfogênicas

As características morfogênicas da pastagem são responsáveis pelas variações que ocorrem na estrutura do pasto (Lemaire & Chapmam, 1996).

Uma dessas características morfogênicas é a taxa de aparecimento de folhas (TAF), que apresentou efeito de época de avaliação ($P=0,0001$) e interações entre época de avaliação x altura de pasto ($P=0,0225$) e entre época de avaliação x cultivar x altura de pasto ($P=0,0216$) (Tabela 8).

Tabela 8 - Taxas de aparecimento de folhas (folhas/dia) para os tratamentos experimentais (cultivares x alturas de pasto).

Altura (cm)	Cultivares			Média	EPM*
	Tifton - 85	Florakirk	Coastcross		
Dezembro/98:					
5	0,26 ^{aB}	0,28 ^{aAB}	0,29 ^{aA}	0,28 ^A	0,013
10	0,24 ^{aB}	0,28 ^{aAB}	0,26 ^{aA}	0,26 ^A	0,013
15	0,25 ^{aB}	0,31 ^{aA}	0,27 ^{aA}	0,28 ^A	0,013
20	0,33 ^{aA}	0,25 ^{bB}	0,27 ^{bA}	0,28 ^A	0,013
Média	0,27 ^a	0,28 ^a	0,27 ^a		
EPM*	0,009	0,009	0,009		
Fevereiro/99:					
5	0,27 ^{abA}	0,23 ^{bB}	0,29 ^{aA}	0,26 ^A	0,010
10	0,20 ^{aBC}	0,21 ^{aB}	0,22 ^{aB}	0,21 ^B	0,010
15	0,24 ^{abAB}	0,28 ^{aA}	0,23 ^{bB}	0,25 ^A	0,010
20	0,19 ^{bC}	0,26 ^{aAB}	0,20 ^{bB}	0,22 ^B	0,010
Média	0,22 ^a	0,24 ^a	0,23 ^a		
EPM*	0,009	0,009	0,009		
Abril/99:					
5	0,21 ^{abA}	0,26 ^{aAB}	0,17 ^{bB}	0,22 ^{AB}	0,013
10	0,21 ^{bA}	0,29 ^{aA}	0,18 ^{bB}	0,23 ^A	0,012
15	0,19 ^{aA}	0,21 ^{aB}	0,19 ^{aAB}	0,20 ^B	0,012
20	0,19 ^{aA}	0,22 ^{aB}	0,24 ^{aA}	0,22 ^{AB}	0,012
Média	0,20 ^b	0,24 ^a	0,19 ^b		
EPM*	0,011	0,011	0,011		
Julho/99:					
5	0,12 ^{aAB}	0,15 ^{aAB}	0,15 ^{aA}	0,14 ^A	0,008
10	0,11 ^{bAB}	0,15 ^{aAB}	0,11 ^{bB}	0,12 ^{AB}	0,008
15	0,13 ^{aA}	0,16 ^{aA}	0,13 ^{aAB}	0,14 ^A	0,008
20	0,09 ^{bB}	0,11 ^{abB}	0,13 ^{aAB}	0,11 ^B	0,008
Média	0,11 ^b	0,14 ^a	0,13 ^a		
EPM*	0,007	0,007	0,007		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas semelhantes e na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$).

Os dados de IAF coletados nas mesmas épocas do ano e área experimental, em trabalho realizado de forma concomitante por Sbrissia (2000), são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Índice de área foliar (IAF) em pastos de *Cynodon spp.* mantidos em quatro alturas do relvado.

Altura (cm)	Cultivares			Média	EPM*
	Tifton – 85	Florakirk	CoastCross		
Dezembro/98:					
5	1,95 ^{aB}	1,42 ^{aB}	1,75 ^{aA}	1,71 ^(B)	0,31
10	2,55 ^{aAB}	3,19 ^{aA}	2,43 ^{aA}	2,72 ^(A)	0,29
15	3,52 ^{aA}	2,42 ^{aAB}	2,63 ^{aA}	2,86 ^(A)	0,29
20	3,64 ^{aA}	2,56 ^{aAB}	2,55 ^{aA}	2,92 ^(A)	0,29
Média	2,91 ^(a)	2,40 ^(a)	2,34 ^(a)		
EPM*	0,25	0,25	0,27		
Fevereiro/99:					
5	1,90 ^{aC}	1,47 ^{aD}	1,39 ^{aC}	1,59 ^(C)	0,16
10	2,49 ^{bBC}	3,16 ^{aBC}	2,16 ^{bB}	2,60 ^(B)	0,15
15	2,75 ^{aAB}	2,74 ^{aB}	2,32 ^{aB}	2,60 ^(B)	0,15
20	4,16 ^{aA}	3,93 ^{aA}	3,16 ^{bA}	3,75 ^(A)	0,15
Média	2,82 ^(a)	2,82 ^(a)	2,26 ^(b)		
EPM*	0,13	0,13	0,14		
Abril/99:					
5	1,46 ^{aC}	1,61 ^{aC}	1,25 ^{aB}	1,44 ^(C)	0,22
10	2,47 ^{abB}	3,27 ^{aA}	2,24 ^{bA}	2,66 ^(B)	0,20
15	3,46 ^{aA}	3,47 ^{aA}	1,99 ^{bB}	2,97 ^(AB)	0,20
20	4,26 ^{aA}	2,48 ^{bB}	2,82 ^{bA}	3,17 ^(A)	0,20
Média	2,91 ^(a)	2,70 ^(a)	2,07 ^(b)		
EPM*	0,18	0,18	0,18		
Julho/99:					
5	2,50 ^{aC}	2,20 ^{aB}	2,15 ^{aB}	2,28 ^(B)	0,34
10	2,90 ^{aBC}	2,99 ^{aAB}	2,08 ^{aB}	2,66 ^(B)	0,31
15	4,48 ^{aA}	4,21 ^{aA}	2,04 ^{bB}	3,58 ^(A)	0,31
20	3,84 ^{aAB}	3,87 ^{aA}	4,77 ^{aA}	4,16 ^(A)	0,31
Média	3,43 ^(a)	3,32 ^(ab)	2,76 ^(b)		
EPM*	0,27	0,27	0,29		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas semelhantes e na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$).

Fonte: Sbrissia (2000).

É fato conhecido que a TAF possui uma relação inversa com o índice de área foliar (IAF) do pasto, ou seja, o aumento no IAF gera um decréscimo na TAF (Simon & Lemaire, 1987), já que o sombreamento causado por folhas e/ou estruturas colocadas nas porções superiores do dossel inibem a atividade de gemas comprometendo, assim, a formação de novas folhas e consequentemente de novos perfilhos (Frank & Hofman, 1994). Foi verificada uma ligeira tendência de diminuição dos valores de TAF ao longo das épocas de avaliação (Tabela 8). Para os meses de dezembro/98, fevereiro e abril/99 as médias das alturas estudadas apresentaram valores muito próximos, variando em no máximo 0,05 folha/dia. A análise estatística indicou que existiu um comportamento semelhante entre as alturas de 5 e 15cm a partir de fevereiro até julho/99. Analogamente, o mesmo foi verificado para as alturas de 10 e 20cm, caracterizando, assim, o efeito da intensidade de desfolha sobre a TAF. Essas mesmas variações foram encontradas para *Brachiaria decumbens*, onde aumentos na altura de desfolha de 20 para 30cm e de 30 para 40cm reduziram as TAF de 0,14 para 0,12 e de 0,12 para 0,10 folha/dia, respectivamente (Gomide et al. 1997).

Ao longo das épocas de avaliação verificou-se uma diminuição em TAF da ordem de 10% de dezembro/98 (0,28) a fevereiro/99 (0,24) e de fevereiro (0,24) a abril/99 (0,22). Porém, de abril (0,22) a julho/99 (0,13) essa redução foi da ordem de 40%. Para as três primeiras épocas de avaliação os valores médios de TAF (0,24) foram semelhantes aos encontrados para *Setaria anceps* cv. Kazungula (0,23) (Pinto et al. 1994). Em julho/99, onde observou-se os menores valores de TAF (0,11 a 0,14), os dados assemelharam-se aos encontrados para *Panicum maximum* cv. Mombaça (0,12), *Panicum maximum* cv. Vencedor (0,18) (Gomide & Gomide, 1997) e *Brachiaria decumbens* (0,10 a 0,14) (Gomide et al. 1997). Existe, portanto, um efeito da época do ano sobre a TAF. Trabalhos recentes com várias espécies de gramíneas tropicais mostraram uma variação de 0,15 a 0,19 folha/dia para *Brachiaria brizantha*, 0,16 a 0,25 folha/dia para *Brachiaria humidicola*, 0,14 a 0,18 folha/dia para

Brachiaria decumbens para as épocas de verão e primavera, respectivamente (Corsi et al. 1994), 0,12, 0,08, 0,10, 0,09 e 0,13 folha/dia para *Panicum maximum* cv. Tobiatã, para dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, respectivamente (Teixeira 1998), 0,12 e 0,10 folha/dia para *Panicum maximum* cv. Tanzânia, para os períodos de agosto-outubro e novembro-janeiro, respectivamente (Beretta et al. 1999). Já Carnevalli & Da Silva (1999) observaram para *Cynodon spp.* cv. Coastcross valores de 0,31, 0,33, 0,27 e 0,13 folha/dia para os meses de dezembro, fevereiro, abril e julho, respectivamente. Foi observada também uma interação entre época de avaliação x cultivar x altura de pasto. Para o cultivar Tifton-85, a maior alteração se deu para a altura de 20cm, de dezembro/98 a fevereiro/99. Em fevereiro/99, a TAF foi semelhante para as alturas de 5 e 15cm e, de forma análoga, para 10 e 20cm. A partir de abril/99, onde não foram observadas diferenças entre as alturas de pasto, até julho, as maiores variações foram observadas para as alturas de 10 e 20cm. A análise conjunta das tabelas 8 e 9 revelou uma forte associação entre a TAF e o IAF do pasto, uma vez que de dezembro/98 para fevereiro/99 a altura de 20cm apresentou, simultaneamente, o maior aumento em IAF e a maior redução na TAF. Além disso, durante o mês de dezembro/98, foi observada baixa insolação, abaixo até da média histórica da região, comprometendo, assim, a quantidade e a qualidade da luz nesse período (Figura 3). A partir de fevereiro/99, tanto o IAF quanto a TAF permaneceram constantes para essa altura de pasto. Já a partir de abril, onde não foram observadas diferenças entre as alturas, até julho/99, as principais causas de variação na TAF estiveram provavelmente relacionadas com os fatores climáticos. Assim, para essas outras épocas de avaliação, onde foi observado o mesmo comportamento associativo entre TAF e IAF para as outras alturas de pasto, os dados climatológicos mostraram que a quantidade de luz foi suficientemente satisfatória (Figura 3). Para o cultivar Florakirk, as alturas de 5 e 10cm foram consistentemente semelhantes para todas as épocas de avaliação. Porém, as maiores alturas foram as que apresentaram as maiores

amplitudes de variação entre as épocas de avaliação, especialmente para a altura de 20cm entre dezembro/98 e fevereiro/99, e para a de 15cm entre fevereiro e abril/99 e de abril a julho/99. Contudo, os padrões de associação entre TAF e IAF esperados não foram observados, provavelmente devido ao início do florescimento registrado para esse cultivar nessas épocas de avaliação. Já para o cultivar Coastcross, as alturas de 10 e 20cm foram as que mais variaram em termos de TAF, como pôde ser observado para o Tifton-85. A altura de 15cm apresentou um padrão constante de diminuição da TAF ao longo das épocas de avaliação, justificado pelo mesmo comportamento do IAF (Tabela 9). Comportamento semelhante foi observado para a altura de 5cm, que sempre apresentou os maiores valores de TAF, conseqüência dos menores valores de IAF (Tabela 9). Assim, as variações observadas para a altura de 20cm do mês de fevereiro para abril/99 mostraram que houve uma inversão na classificação da TAF, a qual também não pôde ser justificada pelo IAF em função de um comportamento de florescimento semelhante àquele apresentado pelo cultivar Florakirk. Contudo, os menores valores de TAF observados para os pastos mantidos às maiores alturas são normalmente acompanhados dos maiores valores de IAF, como descrito por Bircham & Hodgson (1983), Parsons et al. (1983), Hodgson (1990), Lemaire & Chapmam (1996). Essas variações também poderiam ser explicadas pela diferença de temperatura ocorrida entre os meses do ano, já que existe uma grande relação entre a TAF e a temperatura ambiente (Figura 1). Do mês de fevereiro/99 a abril/99 a diminuição da temperatura foi da ordem de 14% e de abril para julho/99 da ordem de 12% (Tabela 2). De fevereiro para julho/99 a diferença em temperatura foi de 6,23°C, o que é bastante significativo em termos de desenvolvimento vegetal.

O filocrono (FIL) corresponde ao inverso da TAF (dias/folha) (Lemaire & Agnusdei, 1999). Para essa variável foi observado efeito de época de avaliação ($P=0,0001$) e interações entre época de avaliação x altura de pasto ($P=0,0254$), época de avaliação x cultivar ($P=0,0382$) e época de avaliação x cultivar x altura de pasto ($P=0,0100$) (Tabela 10), seguindo um padrão semelhante àquele

ocorrido para TAF, exceto para a interação entre época de avaliação x cultivar. Tal comportamento seria esperado uma vez que uma variável foi calculada a partir da outra.

Tabela 10 - Valores de filocrono (dias/folha) calculados para os tratamentos experimentais (cultivares x alturas de pasto),

Altura (cm)	Cultivares			Média	EPM*
	Tifton - 85	Florakirk	Coastcross		
Dezembro/98:					
5	4,1 ^{aA}	3,7 ^{aA}	3,5 ^{aA}	3,8 ^A	0,19
10	4,3 ^{aA}	3,5 ^{aA}	3,8 ^{aA}	3,9 ^A	0,18
15	4,0 ^{aA}	3,3 ^{aA}	3,8 ^{aA}	3,7 ^A	0,18
20	3,1 ^{bB}	4,0 ^{aA}	3,7 ^{abA}	3,6 ^A	0,18
Média	3,9 ^a	3,6 ^a	3,7 ^a		
EPM*	0,16	0,16	0,16		
Fevereiro/99:					
5	3,8 ^{abC}	4,5 ^{aA}	3,5 ^{bB}	3,9 ^B	0,20
10	4,9 ^{aAB}	4,6 ^{aA}	4,5 ^{aA}	4,7 ^A	0,19
15	4,2 ^{abBC}	3,7 ^{bB}	4,6 ^{aA}	4,2 ^B	0,19
20	5,3 ^{aA}	3,9 ^{bAB}	5,0 ^{aA}	4,7 ^A	0,19
Média	4,5 ^a	4,2 ^a	4,4 ^a		
EPM*	0,17	0,17	0,17		
Abril/99:					
5	4,7 ^{bA}	4,0 ^{bAB}	6,2 ^{aA}	5,0 ^A	0,27
10	4,8 ^{aA}	3,5 ^{bB}	5,6 ^{aA}	4,6 ^A	0,27
15	5,3 ^{aA}	4,8 ^{aA}	5,6 ^{aA}	5,2 ^A	0,27
20	5,4 ^{aA}	4,8 ^{abA}	4,2 ^{bB}	4,8 ^A	0,27
Média	5,0 ^a	4,3 ^b	5,4 ^a		
EPM*	0,23	0,23	0,23		
Julho/99:					
5	8,3 ^{aB}	6,9 ^{aB}	6,3 ^{aB}	7,2 ^B	0,50
10	9,2 ^{aAB}	7,0 ^{bAB}	9,0 ^{abA}	8,4 ^{AB}	0,49
15	8,5 ^{aB}	6,5 ^{aB}	7,6 ^{aAB}	7,5 ^B	0,49
20	11,4 ^{aA}	9,0 ^{bA}	8,0 ^{bAB}	9,5 ^A	0,49
Média	9,3 ^a	7,3 ^b	7,7 ^b		
EPM*	0,43	0,42	0,42		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas semelhantes e na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$).

Para as duas primeiras épocas de avaliação (dezembro/98 e fevereiro/99) não foram observadas diferenças entre os três cultivares. No entanto, as médias calculadas seguiram uma classificação geral (Tifton-85 > Coastcross > Florakirk) que só foi invertida em abril/99. Nessa época de avaliação, o cultivar Coastcross apresentou os maiores valores de filocrono, especialmente para as alturas 5 e 10cm, que apresentaram um aumento no valor de FIL da ordem de 44% e 20%, respectivamente. Já para a altura de 20cm, houve uma redução dos valores de FIL da ordem de 16% de fevereiro a abril/99. Essas foram as alturas que diminuíram (5 e 10cm) e aumentaram (20cm) os valores de TAF durante o mesmo período (Tabela 8).

Um maior valor de TAF, como verificado para a altura de 20cm do cultivar Coastcross na terceira época de avaliação (Tabela 8), ou seja, um menor valor de FIL (Tabela 10), pode estar relacionado com outros eventos fenológicos da planta além das variações em IAF do pasto, como por exemplo o florescimento. Altas TAF (baixos valores de FIL) são um indicativo de período vegetativo curto e de estabelecimento precoce da fase reprodutiva (Van Esbroeck et al. 1997). Segundo Van Esbroeck et al. (1997), valores baixos e altos de FIL coincidem com o florescimento precoce e tardio, respectivamente. Observações de campo referentes à abril/99 indicaram o início de florescimento, especialmente para os cultivares Florakirk e Coastcross. Os dados de Carvalho (2000), coletados em experimento realizado também de forma concomitante na mesma área experimental, mostraram que esses dois cultivares foram os que apresentaram as maiores proporções de perfilhos florescidos. Esse mesmo autor afirmou que pastos mantidos mais altos (15 e 20cm) apresentaram maior ocorrência de florescimento. Isso deve ter sido consequência das menores lotações utilizadas nesses tratamentos (Carnevali, 1999), o que promoveu um menor consumo e controle de hastes reprodutivas, permitindo que estas se estabelecessem com maior facilidade. Esses resultados corroboram aqueles encontrados por Korte et al. (1984) e Xia et al.

(1990), os quais revelaram que o pastejo intenso diminuiu significativamente o número de perfilhos reprodutivos quando comparado ao pastejo leniente.

O FIL pode ser alterado de acordo com o desenvolvimento do perfilho. O aumento no filocrono é função do maior tempo necessário para que a folha percorra a distância entre o meristema apical, de onde origina-se, e a extremidade do pseudocolmo, formado pelas bainhas das folhas totalmente expandidas (Miglietta, 1991; Skinner & Nelson, 1994). Fatores de ambiente como luz, temperatura e disponibilidade de água também influenciam essa variável morfogenética (Dale, 1982). À medida que a fase de desenvolvimento vegetativo diminui, como consequência do início da fase reprodutiva, observa-se que a planta aumenta a distância dos entrenós, levando a um maior alongamento das hastes. Dessa forma, no final do processo de desenvolvimento do perfilho, o aumento nos entrenós das hastes faz com que o meristema apical se situe em posição mais elevada no perfilho, possibilitando maiores TAF (Skinner & Nelson, 1994) e, portanto, menores valores de FIL, consequência de folhas de tamanho reduzido. Os valores de FIL encontrados no presente estudo são condizentes com aqueles apresentados por Almeida et al. (1997) de 5,9 a 7,5 dias/folha para *Pennisetum purpureum* cv. Mott; 4,3 para *Panicum maximum* cv. Guiné (Pinto et al. 1994); 8,3 para *Panicum maximum* cv. Mombaça e 5,6 para *Panicum maximum* cv. Vencedor (Gomide & Gomide, 1997). Já Oliveira et al. (1997), trabalhando com Tifton-85, observaram que os valores de FIL aumentaram com a idade da planta, atingindo um máximo de 4,32 dias/folha por volta dos 63 dias de rebrota. O efeito de época do ano e da intensidade de desfolha sobre o FIL foi condizente com os resultados encontrados para outras espécies de plantas forrageiras tropicais. Corsi et al. (1994) observaram variações nos valores de FIL de 6,7 para 5,3, de 6,3 para 4,0 e de 6,9 para 5,5 dias/folha para as espécies de *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria decumbens*, respectivamente, para o mês de outubro e janeiro. O mesmo efeito foi observado para Coastcross, com variação de 3,0 a 5,8 dias/folha ao longo de 9 meses de avaliação (Carnevali & Da Silva,

1999), de 13,0 a 7,9 dias/folha de janeiro a abril para *Panicum maximum* cv. Tobiatã (Teixeira, 1998) e de 8,2 a 9,6 dias/folha para os períodos entre agosto-outubro e novembro-janeiro, respectivamente, para *Panicum maximum* cv. Tanzânia (Beretta et al. 1999). Contudo, o FIL também pode ser expresso em função de tempo térmico, ou seja, a quantidade de graus-dia necessária para a formação de uma folha (Tabela 11).

Tabela 11 - Valores de filocrono (graus-dia*/folha) calculados para os tratamentos experimentais (cultivares x alturas de pasto),

Altura (cm)	Cultivares			Média	EPM**
	Tifton - 85	Florakirk	Coastcross		
Dezembro/98:					
5	51,3 ^{aA}	46,2 ^{aA}	44,0 ^{aA}	44,2 ^A	4,19
10	53,2 ^{aA}	44,2 ^{aA}	47,9 ^{aA}	48,4 ^A	3,99
15	50,5 ^{aA}	41,7 ^{aA}	47,9 ^{aA}	45,7 ^A	3,99
20	39,0 ^{bB}	49,6 ^{aA}	46,5 ^{abA}	45,0 ^A	3,99
Média	48,5 ^a	45,4 ^a	46,6 ^a		
EPM**	2,00	2,00	2,10		
Fevereiro/99:					
5	48,7 ^{aC}	58,6 ^{aA}	44,6 ^{aB}	50,6 ^B	4,64
10	63,0 ^{aAB}	59,9 ^{aA}	57,9 ^{aA}	60,3 ^A	4,41
15	53,7 ^{aBC}	47,3 ^{aB}	58,8 ^{aA}	53,2 ^B	4,41
20	67,9 ^{aA}	50,5 ^{bAB}	65,1 ^{aA}	61,1 ^A	4,41
Média	58,3 ^a	54,1 ^a	56,6 ^a		
EPM*	2,21	2,21	2,33		
Março-Abril/99:					
5	60,2 ^{bA}	50,3 ^{bAB}	79,1 ^{aA}	63,2 ^A	6,08
10	60,5 ^{aA}	45,1 ^{bB}	70,7 ^{aA}	58,7 ^A	5,79
15	66,7 ^{aA}	61,4 ^{aA}	70,9 ^{aA}	66,3 ^A	5,79
20	68,9 ^{aA}	60,8 ^{abA}	53,6 ^{bB}	61,1 ^A	5,79
Média	64,1 ^a	54,4 ^b	68,6 ^a		
EPM*	2,89	2,89	3,05		
Julho/99:					
5	33,6 ^{aB}	28,0 ^{aB}	25,7 ^{aB}	29,1 ^B	3,57
10	37,1 ^{aB}	28,0 ^{bB}	36,3 ^{aA}	33,8 ^{AB}	3,40
15	34,4 ^{aB}	26,5 ^{aB}	30,7 ^{aAB}	30,5 ^B	3,40
20	45,9 ^{aA}	36,4 ^{bA}	32,3 ^{bAB}	38,2 ^A	3,40
Média	37,7 ^a	29,8 ^b	31,2 ^b		
EPM*	1,70	1,70	1,79		

* Temperatura basal igual a 15 °C. ** EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas semelhantes e na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$).

Para o filocrono expresso em graus-dia (FGD), foi observado efeito de época de avaliação ($P=0,0001$) e interações entre época de avaliação x altura de pasto ($P=0,0608$) e época de avaliação x cultivar x altura de pasto ($P=0,0161$). Para a interação entre época de avaliação x altura de pasto, não foram observadas diferenças entre as alturas para a primeira época de avaliação. Essa avaliação, quando comparada com as outras duas seguintes, apresentou valores menores de FGD. Uma possível explicação para esse comportamento estaria no balanço hídrico calculado (Figura 4 e Tabela 3). Segundo Morales et al. (1997), a diminuição da disponibilidade de água no solo leva a uma redução da emissão de novas ramificações, do tamanho médio dos folíolos e uma redução na emissão de folhas novas nas hastes já formadas. Essa estratégia de sobrevivência da planta pode levar a uma limitação da capacidade de competição por luz, levando a uma diminuição da área foliar e, portanto, um incremento nos valores de FGD (Morales et al. 1997). Os dados de balanço hídrico (Figura 4) mostraram que do mês de dezembro/98 ao mês de fevereiro/99 não houve diferenças na capacidade de armazenamento de água no solo (CAD). O mesmo não pôde ser observado de fevereiro para abril/99 (Figura 4 e Tabela 3), onde a CAD de abril foi significativamente menor que a do mês de fevereiro/99. A diminuição na CAD em abril pode ter sido responsável pelas variações em FGD, já que a diminuição na disponibilidade de água no solo aumenta os valores de FGD (Morales et al. 1997). Em termos de IAF, apesar de não ter existido diferença estatística entre as três primeiras épocas de avaliação, os dados mostraram uma tendência de diminuição do IAF, principalmente para as alturas de 5, 10 e 15cm (Tabela 9). Já para fevereiro/99, houve um aumento nos valores de FGD, principalmente para as alturas de 10 e 20cm. Os dados de IAF (Tabela 9) revelaram que o maior aumento observado foi para a altura de 20cm, de dezembro/98 para fevereiro/99. Para Carvalho et al. (1999), existe uma correlação entre o tamanho das folhas e o valor de FGD. Os dados desses autores sugerem que folhas formadas sob condições de temperaturas mais elevadas necessitariam de uma maior quantidade de

acúmulo térmico, já que são maiores do que as folhas formadas sob condições de temperaturas mais baixas. Portanto, o aumento em IAF nos pastos mantidos a 20cm justificaria um aumento no FGD, já que as folhas, maiores, necessitariam de uma maior quantidade de acúmulo térmico para completar o seu desenvolvimento. Além disso, do mês de dezembro/98 para fevereiro/99 foi observado um ligeiro aumento na temperatura ambiente, mas também uma queda na quantidade de insolação (Figura 1 e Tabela 2). A TAF é prejudicada em ambientes com menor quantidade de luz (Frank & Hofman, 1994). Essa diminuição da TAF pôde ser observada entre as duas primeiras épocas de avaliação (Tabela 8). De fevereiro para abril/99 observou-se a mesma tendência de aumento do FGD. Nesse período, a quantidade de insolação foi aumentada, não sendo mais considerada como um fator limitante. Por outro lado, a temperatura diminuiu acentuadamente (Tabela 2 e Figura 1), e pode ter influenciado o FGD. A maior variação em FGD de fevereiro para abril/99 foi observada para a altura de 15cm. Adicionalmente, o maior incremento em IAF entre essas duas épocas de avaliação também foi observado para a altura de 15cm. Fica evidente, assim, que a interação entre temperatura e disponibilidade de luz, associada, ainda, à disponibilidade de água no solo, determina o ritmo de crescimento da planta e, portanto, variação nos valores de FGD. Para a última época de avaliação foram observados os menores valores de FGD. Adicionalmente, observou-se que essa época do ano foi caracterizada por baixas temperaturas, baixa quantidade de água e CAD reduzida (Figura 1, 2 e 4). Porém, a quantidade de insolação foi praticamente igual a observada para o mês de dezembro/98 e maior que a do mês de fevereiro/99 (Figura 3). Os dados de IAF (Tabela 9) mostraram que houve um aumento da área foliar de abril para julho/99. Porém, a grande contribuição em termos de biomassa para esse período foi em função da densidade populacional de perfilhos, como relatado por Sbrissia (2000). Portanto, esse aumento em área foliar só poderia ser explicado por uma grande densidade populacional de perfilhos pequenos, constituídos por uma grande quantidade de pequenas folhas. O número de

perfilhos por planta também pode contribuir para o aumento do IAF (Pinto, 1993). Assim, o FGD diminuiu em função da menor necessidade de temperatura para que as folhas, menores, finalizassem o seu ciclo de desenvolvimento. Adicionalmente, foi também observada uma interação entre época de avaliação x cultivar x altura de pasto. Para o cultivar Tifton-85, a altura de 20cm foi a que mais contribuiu para alterações dos valores de FGD. No mês de dezembro/98 não foi observada diferença entre as alturas de pasto, exceto para 20cm. Na época de avaliação seguinte essa altura foi a que mostrou o maior aumento em FGD. Em abril/99 não foi observada diferença entre as alturas. Já em julho/99, a diferença foi observada novamente para a altura de 20cm. Essa altura foi a que também mostrou a maior variação em termos de IAF (Tabela 9), o que poderia explicar os maiores valores de FGD. Para o cultivar Florakirk, as alturas de 15 e 20cm proporcionaram as maiores variações em FGD na terceira época de avaliação. Para o cultivar Coastcross, a principal mudança foi observada para a altura de 5cm de fevereiro para abril/99. Essa altura apresentou o maior valor de FGD. Porém, para a mesma época, os dados de IAF (Tabela 9) mostraram que para a altura de 5cm não foram observadas variações significativas. Paralelamente, os dados de Sbrissia (2000) mostraram que para essa mesma altura e época de avaliação foi observada uma grande diminuição na densidade populacional de perfilhos. Conclui-se, assim, que para que o IAF permanecesse constante com uma diminuição na densidade populacional de perfilhos, só poderia ter ocorrido um aumento no tamanho das folhas, o que aumentaria o valor de FGD (Tabela 11). Tanto o cultivar Florakirk como o Coastcross foram os que apresentaram os menores valores de FGD ao longo das épocas de avaliação. Observações de campo mostraram que esses dois cultivares apresentaram uma alta proporção de perfilhos florescidos, principalmente a partir de maio-junho/99. O florescimento faz com que as plantas redirecionem seus assimilados para o desenvolvimento de estruturas reprodutivas (Van Esbroeck et al. 1997), especialmente enchimento de grãos e alongamento das hastes, o que acaba

por diminuir o tamanho das folhas e, conseqüentemente, os valores de FGD (Davies, 1974).

Os resultados obtidos neste estudo foram semelhantes àqueles observados por Oliveira et al. (1999), que utilizando uma temperatura basal de 10°C para Tifton-85 obtiveram valores de 25 a 46 GD/folha. Como todos os fatores de ambiente modificam-se ao longo do ano, variações nos valores de filocrono e taxa de aparecimento de folhas devem ser esperadas (Carnevali & Da Silva, 1999). Estes valores quando quantificados, podem auxiliar muito no manejo do pastejo, uma vez que poderão ser utilizados como indicadores da freqüência mais apropriada de desfolha, de forma a minimizar-se perdas por senescência e morte de tecidos não colhidos, otimizando-se a utilização da forragem produzida.

4.3 Variáveis quantitativas

As variáveis quantitativas determinam a proporção da participação que cada componente apresenta no processo de crescimento (somatório entre as taxas de expansão de folhas intactas, desfolhadas e hastes) e senescência (taxa de senescência). Para taxa de expansão de folhas intactas (TEFI) foi observado efeito de época de avaliação ($P=0,0001$) e interações entre época de avaliação x cultivar ($P=0,0632$) e época de avaliação x altura de pasto ($P=0,0527$) (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12 - Taxas de expansão de folhas intactas em pastos de *Cynodon* spp. (kg MS/ha.dia).

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM*
Dezembro	29,4 ^b	44,3 ^a	40,9 ^{ab}	38,2	5,7
Fevereiro	43,8 ^a	31,8 ^b	32,1 ^b	35,9	3,9
Abril	33,0 ^a	25,0 ^a	21,7 ^a	26,6	5,6
Julho	22,0 ^a	17,7 ^{ab}	10,4 ^b	16,7	3,5
Média	32,0	29,7	26,3		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Tabela 13 - Taxas de expansão de folhas intactas para as alturas de pasto estudadas (kg MS/ha.dia).

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	30,0 ^b	49,4 ^a	32,9 ^b	40,5 ^{ab}	38,2	6,6
Fevereiro	19,3 ^b	44,2 ^a	36,8 ^a	43,2 ^a	35,9	4,5
Abril	15,0 ^b	30,1 ^{ab}	28,1 ^{ab}	33,1 ^a	26,6	6,5
Julho	16,5 ^{ab}	9,7 ^b	24,1 ^a	16,4 ^{ab}	16,7	4,0
Média	20,2	33,3	30,5	33,3		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Os maiores valores de TEFi foram observados para o cultivar Tifton-85, exceto para a primeira época de avaliação. A taxa de expansão de folhas é um processo dependente de fatores de ambiente como temperatura, água, luz, nitrogênio etc., principalmente luminosidade (Lemaire & Chapmam, 1996; Lemaire & Agnusdei, 1999). Assim, a taxa de expansão de folhas, que acaba por determinar o seu tamanho final, apresenta grande influência sobre o IAF do pasto (Lemaire & Agnusdei, 1999). Os valores de peso específico medidos foram maiores para as folhas de Tifton-85 (g MS/cm) (Anexo 1). Como esse mesmo cultivar apresentou os maiores valores de IAF, apesar de não ter havido diferenças significativas entre as três primeiras épocas de avaliação (Tabela 9), as maiores densidades populacionais de perfilhos (Sbrissia, 2000), as menores taxas de natalidade (Carvalho, 2000) e os menores valores de número de folhas vivas por perfilho (Tabela 7), isso indica que o tamanho das folhas de Tifton-85 deva ter sido maior que a dos outros dois cultivares. O tamanho das folhas pode explicar as maiores taxas de expansão observadas (Tabela 12). Com relação a interação época de avaliação x altura de pasto (Tabela 13), observou-se que a altura de 10cm, a qual obteve os maiores valores de TEFi na primeira época de avaliação (dezembro/98), apresentou, posteriormente na última época de avaliação (julho/99), os menores valores de TEFi. Apesar disso, observou-se uma tendência de aumento das TEFi com o aumento da altura de pasto, o que pode estar associado a um maior IAF dos pastos mantidos mais altos. Outra

tendência observada foi a diminuição das TEFi ao longo dos meses do ano. No final da primavera (dezembro) e início do verão (fevereiro) as TEFi foram consideravelmente maiores que aquelas observadas no final do outono (abril) e início do inverno (julho). Esse fato pode ter sido consequência da diminuição da disponibilidade de fatores de ambiente determinantes do processo de crescimento, principalmente luminosidade (Parsons et al. 1983) e temperatura (Lemaire & Agnusdei, 1999) (Figuras 1, 3 e Tabela 2).

Com relação a taxa de expansão de folhas desfolhadas (TEFD) foi observada somente interação entre época de avaliação x cultivar ($P=0,0334$) (Tabela 14).

Tabela 14 - Taxas de expansão de folhas desfolhadas em pastos de *Cynodon* spp. (kg MS/ha.dia).

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM*
Dezembro	9,6 ^a	4,2 ^b	2,0 ^b	5,3	1,8
Fevereiro	3,6 ^a	5,1 ^a	3,8 ^a	4,2	1,8
Abрил	8,4 ^a	5,2 ^a	0,9 ^b	4,8	1,7
Julho	2,9 ^a	2,5 ^a	2,7 ^a	2,7	0,6
Média	6,1	4,2	2,3		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Novamente, o cultivar Tifton-85 apresentou os maiores valores de TEFD. Contudo, para a segunda época de avaliação (fevereiro/99), houve uma diminuição nas TEFD para esse cultivar, invertendo a classificação geral (Tifton-85 > Florakirk > Coastcross). Houve também uma diminuição das TEFD ao longo dos meses do ano, indicando que as folhas desfolhadas seguiram o mesmo padrão de resposta apresentado pelas folhas intactas com relação aos fatores de ambiente. Contudo, os valores de TEFD corresponderam, em média, a apenas 14% dos valores observados para TEFi. Um motivo para essa discrepância pode estar relacionado com a quantidade de tecido fotossinteticamente ativo de um tipo de folha para outro. As folhas desfolhadas

apresentam uma menor capacidade de interceptação de luz e, conseqüentemente, menor contribuição para a produção de biomassa do pasto. Outro aspecto importante é o fato de que a porção foliar remanescente após uma desfolha apresenta uma menor capacidade de expansão celular em relação à parte inicial da folha retirada pelo animal. Assim, a taxa de expansão de uma folha apresenta-se inicialmente acelerada, reduzindo-se, progressivamente, após a exteriorização do primeiro terço foliar (Pinto et al., 1994). Esse diferencial em taxas de expansão entre folhas desfolhadas e intactas foi também relatado por Bircham & Hodgson, (1983) para azevém perene. A soma entre TEFI e TEFD define a contribuição em termos de kg MS/ha.dia proveniente somente de folhas. Assim, os valores ficaram por volta de 38,0, 33,9 e 28,6 kg MS/ha.dia, respectivamente, para Tifton-85, Florakirk e Coastcross. Esses valores são semelhantes aos obtidos por Hernández Garay et al. (1997) com *Lolium perenne* cv. Grassland Nui, que variaram de 31,2, 39,3 e 14,2 kg MS/ha.dia para os meses de dezembro, fevereiro e março, respectivamente, e ligeiramente inferiores aos obtidos por Almeida et al. (1997) para *Pennisetum purpureum* cv. Mott, que variaram de 52,9 a 70,4 kg MS/ha.dia.

Porém, a maior contribuição para o crescimento foi proveniente de hastes. Com relação à taxa de elongação de hastes (TEH), foram observadas as interações entre época de avaliação x cultivar ($P=0,0398$) e época de avaliação x cultivar x altura de pasto ($P=0,0374$) (Tabela 15).

Para a interação época de avaliação x cultivar, não foram observadas diferenças entre os cultivares para as duas primeiras épocas de avaliação, apesar de ter sido observada uma inversão na classificação entre Tifton-85 e Coastcross. A partir de abril até julho/99, o cultivar Tifton-85 foi o que apresentou as maiores TEH, enquanto que os cultivares Florakirk e Coastcross não apresentaram diferenças. Portanto, esses dois cultivares não apresentaram diferenças entre si para nenhuma das épocas de avaliação. Foi observado um incremento muito grande em TEH para o Tifton-85, principalmente a partir de

abril/99 até julho. O mesmo não foi observado para o Coastcross que, após a grande redução em TEH verificada a partir de fevereiro, apresentou valores praticamente “constantes” para as outras épocas de avaliação. Para o cultivar Florakirk, o mesmo efeito foi observado a partir de fevereiro/99. Para esses dois últimos cultivares, observações de campo mostraram que a partir de abril/99, houve o início da fase de florescimento.

Tabela 15 - Taxas de alongação de hastes (kg MS/ha.dia) para os tratamentos experimentais (cultivares x alturas de pasto).

Altura (cm)	Cultivares			Média	EPM*
	Tifton - 85	Florakirk	Coastcross		
Dezembro/98:					
5	45,8 ^{aA}	43,7 ^{aB}	96,1 ^{aA}	61,9 ^B	32,6
10	100,2 ^{aA}	130,4 ^{aA}	94,2 ^{aA}	108,3 ^A	40,0
15	89,3 ^{aA}	81,2 ^{aAB}	122,6 ^{aA}	97,7 ^{AB}	40,0
20	100,8 ^{aA}	95,1 ^{aAB}	92,3 ^{aA}	96,1 ^{AB}	40,0
Média	84,0 ^a	87,6 ^a	101,3 ^a		
EPM*	15,5	15,5	15,8		
Fevereiro/99:					
5	31,2 ^{aB}	15,7 ^{aB}	34,7 ^{aAB}	27,2 ^B	13,7
10	79,2 ^{abAB}	108,8 ^{aA}	28,5 ^{bB}	72,2 ^A	13,4
15	110,6 ^{aA}	75,3 ^{aA}	94,4 ^{aA}	93,4 ^A	13,4
20	114,9 ^{aA}	68,0 ^{aAB}	84,7 ^{aA}	89,2 ^A	13,4
Média	84,0 ^a	67,0 ^a	60,6 ^a		
EPM*	11,8	11,6	11,6		
Abril/99:					
5	30,0 ^{aC}	29,4 ^{aA}	11,7 ^{aB}	23,7 ^D	12,3
10	59,0 ^{aBC}	70,8 ^{aA}	35,4 ^{aB}	55,1 ^C	12,0
15	235,8 ^{aA}	76,4 ^{bA}	63,9 ^{bB}	125,4 ^A	12,0
20	96,9 ^{abB}	36,9 ^{bA}	144,3 ^{aA}	92,7 ^B	12,0
Média	105,4 ^a	53,4 ^b	63,8 ^b		
EPM*	10,6	10,4	10,4		
Julho/99:					
5	79,6 ^{aB}	25,2 ^{aB}	41,3 ^{aA}	48,7 ^B	20,9
10	66,4 ^{aB}	55,8 ^{aAB}	38,9 ^{aA}	53,7 ^B	20,5
15	172,6 ^{aA}	113,0 ^{abA}	53,1 ^{bA}	112,9 ^A	20,5
20	245,8 ^{aA}	73,1 ^{bAB}	90,5 ^{bA}	136,7 ^A	20,5
Média	141,1 ^a	66,8 ^b	55,9 ^b		
EPM*	18,1	17,8	17,8		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas semelhantes e na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$).

Uma provável explicação para que a TEH permanecesse constante pode estar relacionada com o tipo de perfilho existente naquela época do ano. Os perfilhos originais, que apresentaram-se na forma reprodutiva, após terem sido decapitados pelo pastejo, priorizaram a formação de novos perfilhos pequenos nos nós de suas hastes, as “rosetas” (Carnevalli & Da Silva, 1999; Sbrissia, 2000; Carvalho, 2000). Dessa forma, os carboidratos estocados nas hastes reprodutivas, que seriam utilizados para a formação de inflorescências, foram realocados para a produção de perfilhos pequenos e vegetativos. Como o cultivar Tifton-85 não apresentou esse comportamento com relação ao florescimento, as plantas continuaram a utilizar os assimilados para a produção de novos tecidos, especialmente hastes.

Para a interação entre época de avaliação x cultivar x altura de pasto, o cultivar Tifton-85 foi o que apresentou os maiores valores de TEH, exceto para a primeira época de avaliação. As alturas de 15 e 20cm apresentaram os maiores valores de TEH, principalmente em fevereiro e abril/99, respectivamente. De abril para julho/99, as principais variações foram devidas à inversão na classificação entre 15 e 20cm. As outras alturas de pasto (5 e 10cm) não apresentaram diferenças em qualquer das épocas de avaliação estudadas. Já para o cultivar Florakirk, as alturas de 5 e 10cm apresentaram uma tendência de diminuição das TEH ao longo das épocas de avaliação. Já as alturas de 15 e 20cm foram as que mais contribuíram para os aumentos nas TEH, especialmente a partir de abril/99. A partir dessa época de avaliação, como descrito anteriormente, foram observadas as primeiras inflorescências, motivo pelo qual as plantas alongaram bastante as hastes no período pré-floral. Para o cultivar Coastcross foram observadas reduções generalizadas nas TEH para todas as alturas de pasto ao longo das épocas de avaliação, exceto para a altura de 20cm, que entre fevereiro e abril/99 apresentou um grande incremento na TEH. Contudo, como esse cultivar também apresentou o processo de florescimento a partir de abril/99, a redução em TEH para a altura de 20cm pode ter estado relacionada com a decapitação do meristema reprodutivo dos

perfilhos, resultando, também, na formação de vários perfilhos pequenos (rosetas) que contribuiriam bastante para a redução na TEH, como observado para o cultivar Florakirk. O alongamento do caule ou das hastes ocorre muito precocemente em algumas espécies como o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) (Andrade & Gomide, 1971) e mais tardiamente em outras, como por exemplo o *Tripsacum fasciculatum* Trin. cv. guatemala (Tardin et al., 1967).

A comparação entre os dados de TEH, TEFi e TEFD revelou que a contribuição das hastes no crescimento dessas plantas forrageiras foi considerável. Com relação à participação relativa das hastes no crescimento total do pasto (PRH), foi observado efeito de época de avaliação ($P=0,0001$) e de altura de pasto ($P=0,0055$) (Tabela 16).

Tabela 16 - Participação relativa (%) da elongação de hastes no crescimento de cultivares de *Cynodon* spp. para as alturas de pasto estudadas.

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	56,2 ^b	63,5 ^{ab}	70,1 ^a	66,9 ^{ab}	64,2	5,4
Fevereiro	49,0 ^c	53,2 ^{bc}	67,0 ^a	62,2 ^{ab}	57,8	4,4
Abril	46,2 ^b	65,6 ^{ab}	73,3 ^{ab}	79,3 ^a	66,1	11,2
Julho	63,4 ^b	80,7 ^a	79,0 ^a	85,4 ^a	77,1	4,6
Média	53,7	65,7	72,3	73,4		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$).

Houve uma tendência de aumento das PRH ao longo das épocas de avaliação, exceto de dezembro/98 para fevereiro/99. A maior PRH da primeira em relação à segunda época de avaliação revelou que o pasto apresentava-se exclusivamente vegetativo, priorizando o crescimento não só de hastes mas também de folhas em fevereiro (Tabela 13). Porém, existiu um efeito significativo com relação às alturas de pasto ao longo das épocas de avaliação. A altura de 5cm apresentou sempre os menores valores de PRH, enquanto que as alturas de 15 e 20cm apresentaram os maiores valores para os períodos

entre dezembro/98 e fevereiro/99, e abril e julho/99, respectivamente. Contudo, houve uma inversão na classificação geral ($15 > 20 > 10 > 5$) a partir de abril/99, quando a altura de 20cm passou a apresentar os maiores valores de PRH, além de uma alteração entre 15 e 10cm. Apesar disso, foi possível verificar que pastos mantidos mais altos apresentaram as maiores PRH no crescimento total. O aumento na PRH de abril para julho/99 pode ter sido consequência do início do florescimento observado para as maiores alturas de pasto (15 e 20cm), principalmente para os cultivares Florakirk e Coastcross. Esses cultivares apresentaram os menores valores de peso específico de hastes (Anexos 5 e 6), o que pode estar relacionado com uma maior deposição de componentes de parede celular, especialmente lignina, característicos das plantas forrageiras durante a fase reprodutiva (Blaser & Novaes, 1990). Os valores de PRH obtidos neste estudo (por volta de 65%) são semelhantes aos 61% obtidos por Gomide (1995) para *Melinis minutiflora* Pal. de Beauv. e aos 72% obtidos por Hillesheim (1987) com *Pennisetum purpureum*. Portanto, há um acréscimo na proporção de caule em relação à quantidade de folha na pastagem (Leite & Euclides, 1995) durante a estação de crescimento, associado à senescência natural da planta forrageira, bem como o acúmulo de material morto. Isso implica em um menor valor nutritivo da forragem disponível, uma vez que a folha verde é a sua parte mais nutritiva quando comparada ao caule e ao material morto (Leite & Euclides, 1995), ao mesmo tempo que as quantidades de fibra e de lignina aumentam com o avançar da idade da planta (Blaser & Novaes, 1990). Portanto, conforme a produção aumenta ao longo da estação de crescimento, maior será a porcentagem final de perfilhos florescidos (Herling, 1998), caso esses não venham a ser decapitados pelo processo de pastejo. Com relação às taxas de crescimento do pasto (TC), foi observado interação entre época de avaliação x cultivar ($P=0,0781$) (Tabela 17).

Tabela 17 - Taxas de crescimento de pastos de *Cynodon* spp. (kg MS/ha.dia).

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM*
Dezembro	123,1 ^a	136,2 ^a	130,7 ^a	130,0	18,6
Fevereiro	131,4 ^a	103,8 ^{ab}	94,4 ^b	110,0	14,2
Abril	146,9 ^a	83,5 ^b	86,9 ^b	105,8	12,9
Julho	166,0 ^a	87,0 ^b	61,6 ^b	104,9	21,0
Média	141,8	102,6	93,4		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

A partir de dezembro/98, época em que não foram observadas diferenças entre os três cultivares, as TC seguiram um padrão geral de classificação (Tifton-85 > Florakirk > Coastcross). Contudo, o cultivar Tifton-85 foi o que apresentou as menores variações das TC ao longo das épocas de avaliação. Por outro lado, os cultivares Florakirk e Coastcross foram os que apresentaram as maiores reduções nas TC durante o mesmo período. Contudo, os dados de acúmulo de MS provenientes do uso de gaiolas de exclusão em avaliações paralelas de outros experimentos concomitantes (Fagundes et al., 1999; Camevalli, 1999; Carvalho, 2000) mostraram uma redução mais acentuada nas taxas de acúmulo para o cultivar Tifton-85, em relação à Florakirk e Coastcross. Esse comportamento inverso aos valores de crescimento obtidos através da técnica de fluxo de tecidos (Tabela 17) utilizados no presente estudo, levaram à necessidade de um ajuste entre as duas técnicas de avaliação do pasto (ver discussão em modelos matemáticos, seção 4.4). Já os dados de densidade populacional de perfilhos obtidos por Sbrissia (2000) mostraram que, apesar de terem sido observadas diferenças somente para a segunda época de avaliação, o principal precursor do aumento em biomassa dos pastos a partir de abril/99 foi o aumento no número de perfilhos, especialmente para o cultivar Tifton-85. Contudo, esses perfilhos eram muito pequenos e de curta duração. Assim, os pastos de Tifton-85

permaneceram praticamente vegetativos o ano todo; o oposto foi observado para Florakirk e Coastcross, que apresentaram uma grande quantidade de perfilhos florescidos, especialmente para as maiores alturas de pasto. Perfilhos reprodutivos não decapitados pelos animais apresentam uma menor contribuição para o crescimento quando comparados aos vegetativos, principalmente devido ao fato de que com o alongamento do caule reprodutivo, menor é a brotação proveniente dos meristemas apicais (pontos de crescimento), o que resulta em uma rebrota menos vigorosa (Gomide, 1973) e, conseqüentemente, menores valores de TC. Vale ressaltar que os valores obtidos para TC através da técnica de fluxo de tecidos foram muito elevados e provavelmente superestimados, uma vez que foram selecionados perfilhos de plantas vigorosas e, portanto, com maior potencial de produção de matéria seca. Contudo, os valores encontrados neste estudo (61,6 a 166 kg MS/ha.dia) são semelhantes aos encontrados para outras espécies de plantas forrageiras tropicais. Gomide et al. (1997) obtiveram valores de 154 kg MS/ha.dia para uma disponibilidade de forragem de 4.400 kg/ha de biomassa. Já Almeida et al. (1997) obtiveram 59,0, 93,6, 149,2 e 159,4 kg MS/ha.dia para ofertas de forragem de 3,8, 7,5, 10,5 e 14,7 kg MS de lâmina verde/100kg de peso vivo, respectivamente. Já Restle et al. (1997), trabalhando com aveia preta (*Avena strigosa* Sereb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), obtiveram valores um pouco inferiores aos deste estudo, por volta de 35,48 e 40,21 kg MS/ha.dia para os tratamentos com sulfato de amônio e uréia (200kg N/ha, para ambas as fontes de nitrogênio), respectivamente. Porém, estudos com gramíneas de clima temperado mostram que as TC são alteradas em função das diferentes épocas do ano. Trabalhos com azevém perene (*Lolium perenne* L.) mostraram valores de 68,15 a 88,25kg MS/ha.dia (Binnie & Chesnutt, 1994), 70,0 kg MS/ha.dia (Grant et al., 1988), 75,47, 39,72, 32,74 kg MS/ha.dia, para agosto, setembro e outubro, respectivamente (Hepp et al., 1996) e entre 25,8 e 46,1 kg MS/ha.dia para o período da primavera (Xia et al., 1993). Assim, apesar de pastos pastejados de forma mais leniente (maiores alturas) terem apresentado

os maiores valores de crescimento, uma maior proporção da forragem produzida foi destinada para a manutenção da altura de pastejo e, conseqüentemente, com maiores possibilidades de perdas pelos processos de senescência e morte, enquanto que nos pastos mantidos nas menores alturas (maiores taxas de lotação) menor foi a proporção de tecido senescente, já que ambos os processos (crescimento e senescência) são antagônicos e o diferencial positivo ou negativo entre eles é determinado pelas características de estrutura do pasto (Hodgson, 1990). Para taxa de senescência (TS) foi observado efeito de época de avaliação ($P=0,0001$) e interações entre época de avaliação x altura de pasto ($P=0,0035$), época de avaliação x cultivar ($P=0,0209$) e época de avaliação x cultivar x altura de pasto ($P=0,0228$) (Tabela 18).

Houve um aumento nos valores de TS ao longo das épocas de avaliação. Para a interação entre época de avaliação x altura de pasto não foram observadas diferenças entre as alturas para a primeira e segunda épocas de avaliação, exceto para a altura de 20cm, que em fevereiro/99 apresentou um grande incremento na TS. Em abril/99, a altura de 15cm apresentou um grande incremento na TS, promovendo, dessa forma, uma inversão na classificação geral das médias ($20 > 15 > 10 > 5$). Finalmente, para a quarta época de avaliação, houve um comportamento semelhante entre as alturas de 5 e 10cm, mas que diferiram estatisticamente das alturas de 15 e 20cm. Contudo, foi restabelecido o padrão inicial observado na primeira época de avaliação, onde os maiores valores de TS foram observados para as maiores alturas de pasto. Portanto, as menores alturas de pasto foram as que menos apresentaram variações nas TS ao longo das épocas de avaliação.

Tabela 18 - Taxas de senescência (kg MS/ha.dia) para os tratamentos experimentais (cultivares x alturas de pasto).

Altura (cm)	Cultivares			Média	EPM*
	Tifton - 85	Florakirk	Coastcross		
Dezembro/98:					
5	24,5 ^{aA}	12,9 ^{abB}	5,1 ^{bB}	14,2 ^A	3,9
10	20,1 ^{aA}	16,0 ^{aB}	12,1 ^{aB}	16,1 ^A	3,8
15	18,7 ^{abA}	11,9 ^{bB}	33,2 ^{aA}	21,3 ^A	3,8
20	8,8 ^{bA}	37,0 ^{aA}	16,6 ^{bB}	20,8 ^A	3,8
Média	18,0 ^a	19,4 ^a	16,7 ^a		
EPM*	3,3	3,3	3,3		
Fevereiro/99:					
5	19,9 ^{aA}	5,5 ^{aB}	5,7 ^{aB}	10,4 ^B	5,0
10	35,2 ^{aA}	22,2 ^{abB}	6,4 ^{bB}	21,3 ^B	4,9
15	20,1 ^{aA}	12,7 ^{aB}	20,9 ^{aAB}	17,9 ^B	4,9
20	20,3 ^{bA}	69,2 ^{aA}	30,4 ^{bA}	40,0 ^A	4,9
Média	23,9 ^{ab}	27,4 ^a	15,8 ^b		
EPM*	4,3	4,2	4,2		
Abril/99:					
5	7,5 ^{aC}	12,8 ^{aB}	10,8 ^{aA}	10,4 ^C	7,5
10	23,2 ^{aBC}	40,9 ^{aAB}	19,9 ^{aA}	28,0 ^{BC}	7,4
15	67,9 ^{aA}	63,6 ^{aA}	24,2 ^{bA}	51,9 ^A	7,4
20	46,9 ^{aAB}	32,4 ^{aB}	31,9 ^{aA}	37,1 ^{AB}	7,4
Média	36,4 ^a	37,4 ^a	21,7 ^a		
EPM*	6,5	6,4	6,4		
Julho/99:					
5	29,7 ^{aB}	13,0 ^{aB}	5,6 ^{aA}	16,1 ^B	13,0
10	15,0 ^{aB}	32,7 ^{aAB}	31,9 ^{aA}	26,5 ^B	12,7
15	155,0 ^{aA}	42,0 ^{bAB}	33,2 ^{bA}	76,7 ^A	12,7
20	141,4 ^{aA}	95,5 ^{aA}	5,8 ^{bA}	80,9 ^A	12,7
Média	85,3 ^a	45,8 ^b	19,1 ^b		
EPM*	11,2	11,0	11,0		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas semelhantes e na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$).

A altura de 5cm apresentou valores praticamente constantes de TS, por volta de 13,0 kg MS/ha.dia. A altura de 10cm, que apresentou um pequeno aumento nas TS ao longo das épocas de avaliação, foi ligeiramente superior à altura de 5cm, com um valor médio de 23,0 kg MS/ha.dia. Já a altura de 15cm apresentou um grande incremento nas TS da segunda para a terceira época de

avaliação (17,9 para 51,9 kg MS/ha.dia) (Tabela 18). Esse grande aumento pode ter sido relacionado com a elevação observada em TC para essa altura na mesma época (Anexo 15). As TC observadas aumentaram de 133,8 para 163,0 kg MS/ha.dia, ou seja, um aumento de 22%. Esse aumento no crescimento foi acompanhado por um aumento correspondente em TS, já que altas taxas de crescimento tendem a ser compensadas por altas taxas de senescência (Bircham & Hodgson, 1983; Hodgson, 1990). Assim, as maiores variações em TS foram observadas para as maiores alturas de pasto. Para a interação entre época de avaliação x cultivar, as relações entre crescimento e senescência também existiram. Não foram observadas diferenças entre os cultivares na primeira época de avaliação. Apesar de terem sido observadas diferenças entre os cultivares somente na segunda época de avaliação, a classificação geral (Florakirk > Tifton-85 > Coastcross) não foi invertida em nenhuma das épocas de avaliação, exceto em julho/99, onde o cultivar Tifton-85 apresentou os maiores valores para TS. Os dados de crescimento do pasto (Tabela 17) mostraram que esse foi o cultivar que apresentou o maior incremento nas TC de abril para julho/99. Consequentemente, os valores das TS aumentaram, mostrando novamente a relação direta entre esses dois processos dinâmicos e concomitantes em comunidades de plantas.

Para a interação entre época de avaliação x cultivar x altura de pasto, o cultivar Tifton-85 apresentou um padrão de senescência inverso aos apontados por Bircham & Hodgson (1983), onde as maiores alturas de pasto apresentam, normalmente, as maiores TS. Esse mesmo efeito foi observado por Binnie & Chesnutt (1994) para trevo branco (*Trifolium repens* L.) em pastagens consorciadas de trevo branco e azevém. O período de déficit hídrico observado no mês de novembro/98 (Figura 4) pode ter contribuído ainda mais para um aumento nas TS na menor altura de pasto (5cm) em dezembro/98. Para os pastos mantidos mais baixos e que consequentemente apresentaram as maiores densidades populacionais de perfilhos (Carvalho, 2000), um período de restrição de água levou a uma maior senescência e morte desses perfilhos.

Assim, o equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência para essa época de avaliação, pode ter sido atribuído à água e não à luz. Para Grant et al. (1988), as maiores diferenças em termos de TS foram observadas em períodos de seca, e ressaltaram que isso não deveria ser confundido com aspectos de manejo. A partir de fevereiro/99, época em que não foram observadas diferenças entre as alturas de pasto, o cultivar Tifton-85 passou a apresentar um padrão de resposta das TS condizente com aquele descrito por Bircham & Hodgson (1983), Hodgson (1990), Lemaire & Chapmam (1996), já que o fator regulador voltou a ser a luz e não mais a água. O cultivar Tifton-85 apresentou um grande aumento nas TC em abril/99 (Tabela 17), o que explica o incremento nas TS observadas, principalmente para a altura de 15cm. Assim, a partir da terceira para a quarta época de avaliação, as maiores alturas de pasto foram as que apresentaram as maiores TS. Já para o cultivar Florakirk, as maiores variações também foram observadas para as maiores alturas de pasto. Apesar de ter apresentado valores inferiores às alturas de 5 e 10cm na segunda época de avaliação, a altura de 15cm apresentou um grande aumento nas TS em abril/99. Contudo, o padrão de senescência apresentado para a altura de 20cm foi irregular ao longo do ano. O decréscimo observado de fevereiro para abril/99 pode ter sido ocasionado pelas variações observadas na estrutura do pasto, principalmente com relação aos fatores ligados ao seu crescimento. Os dados de Sbrissia (2000) mostraram que houve um aumento da densidade populacional de perfilhos nessa mesma época do ano. Contudo, a redução no número de folhas vivas por perfilho (Tabela 7) e das TC (Tabela 17) observadas também para o mesmo intervalo entre as épocas de avaliação indica que o aumento em densidade populacional foi em função de um grande número de perfilhos pequenos. Essa pode ter sido uma estratégia desse cultivar de priorizar a formação de novos perfilhos reduzindo o número de folhas vivas, antes que se desse início ao processo de florescimento, o qual foi comprovado através de observações de campo. Para o cultivar Coastcross, de dezembro/98 para fevereiro/99, foi observado um padrão constante de senescência para a

altura de 5cm, uma redução para as alturas de 10 e 15cm, mas um grande incremento para a altura de 20cm, como observado para o cultivar Florakirk. De fevereiro para abril/99 todas as alturas mostraram o mesmo padrão de resposta para TS, porém com valores absolutos diferentes. Nessa fase, a classificação geral de senescência esperada foi observada ($20 > 15 > 10 > 5$). Contudo, de abril para julho/99 ocorreu uma grande redução nas TS para a altura de 20cm. Como não foi observado incremento na densidade populacional de perfilhos, a redução nas TC (Tabela 17) pode ter sido o resultado da pequena contribuição das rosetas no crescimento do pasto, também observado para esse cultivar. O incremento na PRH (Anexo 14) a partir de abril/99 seria um indício de que a planta priorizou a alocação de suas reservas para a fase reprodutiva. Os valores de TS observados neste estudo mostraram haver uma grande influência da época do ano e da altura do pasto sobre os diferentes cultivares avaliados. Esse mesmo comportamento foi observado por Grant et al. (1988) para *Lolium perenne*. Gomide et al. (1997), trabalhando com fluxo de tecidos em *Brachiaria decumbens*, obtiveram valores de TS de 154, 232, 223, 287 e 179 kg MS/ha.dia para uma disponibilidade de forragem expressa em biomassa de 4.400, 6.300, 7.900, 11.700 e 15.200 kg MS/ha, respectivamente. Almeida et al. (1997) observaram que a TS aumentou com o aumento da oferta de forragem, ou seja, as maiores TS foram observadas para as maiores alturas de pasto. Esse mesmo comportamento foi observado por Binnie & Chesnutt (1994) em pastos de azevém perene manejados sob regime de lotação contínua. Esses autores observaram um aumento nas TS de 10,55 para 25,37 kg MS/ha.dia para as alturas de 3 e 9cm, respectivamente. Hepp et al. (1996) obtiveram valores de TS de 24,85, 15,33 e 11,52 kg MS/ha.dia. para os meses de agosto, setembro e outubro, respectivamente. Isso indica que quanto maiores as TC dos pastos, maiores os valores correspondentes de TS. Plantas forrageiras tropicais apresentam valores maiores de TC e, conseqüentemente, maiores valores de TS. O aumento no acúmulo líquido de forragem, determinado pela diferença entre os processos de crescimento e de senescência (Hodgson, 1990), pode

resultar em um aumento nos níveis de alimentação e de produção animal (Da Silva, 1994). Para as taxas de acúmulo líquido de forragem (TACL) foi observado efeito de época de avaliação ($P=0,0012$), cultivar ($P=0,0654$), altura de pasto ($P=0,0192$) e interação entre cultivar x altura de pasto ($P=0,0815$). (Tabelas 19).

Tabela 19 – Taxas de acúmulo líquido de matéria seca (kg MS/ha.dia) para os tratamentos experimentais (cultivares x alturas de pasto).

Altura (cm)	Cultivares			Média	EPM*
	Tifton - 85	Florakirk	CoastCross		
Dezembro/98:					
5	62,6 ^{aA}	69,6 ^{aB}	124,4 ^{aA}	85,5 ^B	22,17
10	109,2 ^{aA}	184,4 ^{aA}	143,4 ^{aA}	145,7 ^A	20,69
15	102,1 ^{aA}	112,3 ^{aAB}	124,6 ^{aA}	113,0 ^{AB}	20,69
20	146,4 ^{aA}	100,6 ^{aAB}	117,1 ^{aA}	121,4 ^{AB}	20,69
Média	105,1 ^a	116,7 ^a	127,4 ^a		
EPM*	35,84	35,84	37,65		
Fevereiro/99:					
5	49,6 ^{aB}	18,4 ^{aB}	43,6 ^{aA}	37,2 ^B	18,54
10	115,1 ^{abAB}	137,3 ^{aA}	54,4 ^{bA}	102,3 ^A	17,30
15	124,4 ^{aA}	106,0 ^{aAB}	117,4 ^{aA}	115,9 ^A	17,30
20	141,1 ^{aA}	44,1 ^{bB}	107,0 ^{abA}	97,4 ^A	17,30
Média	107,6 ^a	76,5 ^a	80,6 ^a		
EPM*	29,97	29,97	31,48		
Abril/99:					
5	48,1 ^{aB}	36,2 ^{aA}	23,8 ^{aB}	36,0 ^C	16,18
10	96,4 ^{aB}	76,1 ^{abA}	27,0 ^{bB}	66,5 ^{BC}	15,09
15	206,9 ^{aA}	47,6 ^{bA}	78,7 ^{bAB}	111,1 ^A	15,09
20	90,5 ^{aB}	24,6 ^{bA}	132,8 ^{aA}	82,6 ^{AB}	15,09
Média	110,5 ^a	46,1 ^b	65,6 ^b		
EPM*	26,15	26,15	27,47		
Julho/99:					
5	77,4 ^{aA}	26,7 ^{aAB}	49,6 ^{aAB}	51,2 ^A	18,76
10	63,4 ^{aA}	36,3 ^{aAB}	19,5 ^{aB}	39,7 ^A	17,51
15	59,6 ^{aA}	97,4 ^{aA}	36,1 ^{aAB}	64,4 ^A	17,51
20	122,7 ^{aA}	4,5 ^{bB}	94,5 ^{aA}	73,9 ^A	17,51
Média	80,8 ^a	41,2 ^b	49,9 ^{ab}		
EPM*	30,32	30,32	31,85		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas semelhantes e na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$).

Foi observada uma redução das TACL ao longo das épocas de avaliação. Isso está relacionado com o incremento das TS (Tabela 18) e a redução das TC (Tabela 17), já que as TACL são obtidas através da diferença entre essas duas variáveis. O cultivar Tifton-85 apresentou pouca variação nas TACL (Tabela 19), exceto para o mês de julho/99, onde foi observada uma grande redução dos valores de TACL. Já os cultivares Florakirk e Coastcross não apresentaram diferenças durante nenhuma das épocas de avaliação. Os maiores valores de TACL para esses cultivares foram observados para o mês de dezembro/98, diminuindo consistentemente para os meses seguintes. Com relação às alturas de pasto, todas as alturas mostraram uma redução das TACL ao longo das épocas de avaliação, exceto a altura de 5cm, de abril para julho/99, onde foi observado um aumento nas TACL.

Para a interação entre cultivar x altura de pasto, foram observados aumentos nas TACL até a altura de 15cm, consequência de altos valores de interceptação luminosa ($IL > 90\%$) (Fagundes et al., 1999) exceto para o mês de dezembro/98, onde houve uma inversão na classificação geral ($15\text{cm} > 10\text{cm} > 5\text{cm}$). A altura de 20cm apresentou valores inferiores de TACL aos observados para 10cm, tanto para dezembro/98 quanto para fevereiro/99, devido às elevadas TS observadas (Tabela 18) para a mesma época de avaliação. A redução na TACL de 15 para 20cm observadas em fevereiro e abril/99, pode ter sido relacionada com as elevadas TS observadas para a altura de 20cm (Tabela 18), o que poderia comprometer o desempenho dos animais em pastejo (Carnevalli et al. 1999). As variações das TACL ao longo das épocas de avaliação indicaram que as taxas de lotação devem variar ao longo do ano, de tal forma que o equilíbrio entre oferta e demanda de forragem seja atingido sem prejudicar o desempenho dos animais (Da Silva & Pedreira, 1997). Esses valores foram inferiores aos 119 e 216 kg MS/ha.dia para uma biomassa de 4.400 e 6.300 kg MS/ha obtidos por Gomide et al (1997) . Já plantas de clima temperado apresentam o mesmo padrão de resposta, porém com menores valores absolutos. Hepp et al. (1996), trabalhando com azevém perene,

obtiveram valores de TACL de 50,6, 24,4 e 21,2 kg MS/ha.dia para os meses de agosto, setembro e outubro, respectivamente. Valores muito próximos à esses foram obtidos em outros estudos com essa mesma planta forrageira (*Lolium perenne*) variando de 40 a 50 kg MS/ha.dia (Grant et al. 1988), 55,3 a 62,7 kg MS/ha.dia (Binnie & Chesnutt 1994) e de 23,9 a 56,2 kg MS/ha.dia (Xia et al. 1994).

4.4 Modelos matemáticos

O acúmulo ou produção de forragem em pastagens é o resultado líquido de dois processos antagônicos; o crescimento e a senescência/morte de tecidos (Bircham & Hodgson, 1983; Hodgson, 1990; Lemaire & Chapman, 1996). Práticas agronômicas podem interferir de maneiras distintas sobre esses processos (Korte & Sheath, 1979), razão pela qual torna-se importante conhecer a relação funcional entre eles e as características do pasto passíveis de manejo. Existe uma associação muito forte entre variações em estrutura do pasto, representada no presente estudo pela altura do pasto, e os processos de crescimento e senescência (Hodgson, 1990). Assim, foram desenvolvidos modelos matemáticos com o objetivo de permitir uma visualização e compreensão da dinâmica de respostas das comunidades de plantas dentro dos limites de altura de pasto impostos. As figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19 mostram as relações obtidas e revetam os modelos matemáticos que “descrevem” o comportamento do crescimento e senescência em função das variações em altura do pasto. Não foram gerados modelos para acúmulo líquido uma vez que este é calculado a partir dos dados de crescimento e senescência, razão pela qual apenas as curvas de resposta são representadas nos gráficos.

Figura 12 – Modelos de crescimento (kg MS/ha.dia) em diferentes épocas do ano para o cultivar Tifton-85.

Figura 13 – Modelos de senescência (kg MS/ha.dia) em diferentes épocas do ano para o cultivar Tifton-85.

Figura 14 – Representação das curvas de acúmulo líquido obtidas através da diferença entre os modelos de crescimento e de senescência para Tifton-85.

Figura 15 – Modelos de crescimento (kg MS/ha.dia) em diferentes épocas do ano para o cultivar Florakirk.

Figura 16 – Modelos de senescência (kg MS/ha.dia) em diferentes épocas do ano para o cultivar Florakirk.

Figura 17 – Representação das curvas de acúmulo líquido obtidas através da diferença entre os modelos de crescimento e de senescência para Florakirk.

Figura 18 – Modelos de crescimento (kg MS/ha.dia) em diferentes épocas do ano para o cultivar Coastcross.

Figura 19 – Modelos de senescência (kg MS/ha.dia) em diferentes épocas do ano para o cultivar Coastcross.

Figura 20 – Representação das curvas de acúmulo líquido obtidas através da diferença entre os modelos de crescimento e de senescência para Coastcross.

Através do estudo dos parâmetros que compõem cada um dos modelos matemáticos utilizados (β_0 , β_1 , β_2) e dos coeficientes de determinação (R^2), foi escolhido o modelo de Wood como o mais apropriado para explicar as curvas de crescimento e de senescência do pasto. Contudo, para algumas épocas de avaliação o teste de linearidade mostrou-se significativo ($P < 0,10$) para todos os cultivares, indicando que algumas das curvas de crescimento e de senescência poderiam, também, ser explicadas por uma equação linear. Para o cultivar Tifton-85, as curvas de crescimento lineares obtidas foram: $C_{Dez} = 3,123 \cdot \text{Alt} + 59,13$ ($R^2=0,81$); $C_{Fev} = 3,386 \cdot \text{Alt} + 40,19$ ($R^2=0,69$); $C_{Jul} = 0,094 \cdot \text{Alt} + 0,11$ ($R^2=0,79$), para dezembro/98, fevereiro e julho/99, respectivamente. Já para a senescência foram obtidas as seguintes curvas lineares: $S_{Dez} = -0,775 \cdot \text{Alt} + 24,07$ ($R^2=0,89$); $S_{Abr} = 1,059 \cdot \text{Alt} - 1,41$ ($R^2=0,63$); $S_{Jul} = 0,074 \cdot \text{Alt} - 0,26$ ($R^2=0,70$), para dezembro/98, abril e julho/99, respectivamente. Para o cultivar Florakirk, não foram obtidas curvas de crescimento linear. Já para a senescência foram obtidas duas curvas lineares; $S_{Dez} = 0,629 \cdot \text{Alt} + 1,12$ ($R^2=0,55$) e $S_{Jul} = 0,528 \cdot \text{Alt} - 1,89$ ($R^2=0,88$), para os meses de dezembro/98 e julho/99, respectivamente. Finalmente, para o cultivar Coastcross as curvas de crescimento lineares obtidas foram: $C_{Fev} = 5,17 \cdot \text{Alt} + 1,27$ ($R^2=0,87$); $C_{Abr} = 4,96 \cdot \text{Alt} - 13,35$ ($R^2=0,93$) e $C_{Jul} = 0,49 \cdot \text{Alt} + 3,48$ ($R^2=0,88$) para os meses de fevereiro, abril e julho/99, respectivamente. Para senescência, foi observada somente uma única curva com comportamento linear, $S_{Abr} = 0,86 \cdot \text{Alt} + 0,82$ ($R^2=0,96$), para o mês de abril/99.

Apesar do resultado dos testes de linearidade, a avaliação dos coeficientes de determinação revelou que o modelo de Wood (1967) foi o mais adequado para representar as curvas de resposta para a amplitude de alturas utilizadas neste estudo. Além disso, sabe-se que fenômenos biológicos, particularmente crescimento, não podem apresentar um padrão linear de resposta. O que pode ter ocorrido é que para algumas épocas de avaliação, os valores de crescimento e senescência gerados corresponderam à fase linear da curva proposta de Wood (1967). Foi observado que para a maioria das curvas

de resposta o máximo de crescimento ocorreu para o intervalo entre 15 e 20cm de altura do pasto, para todos os cultivares. As variações nas taxas de crescimento observadas ao longo das épocas de avaliação mostraram uma aparente estacionalidade de produção de forragem (deslocamento vertical das curvas). Assim, o cultivar Tifton-85 mostrou a maior estacionalidade de produção, uma vez que esse cultivar apresentou as maiores diferenças de produção entre as épocas de avaliação. No mês de dezembro/98, o máximo de crescimento não pôde ser observado dentro do intervalo de alturas de pasto estudadas, indicando que o maior crescimento deveria ter ocorrido para uma altura superior a 20cm. Já para o mês de fevereiro e abril/99, o máximo do crescimento foi observado para a altura de 15cm (Figura 12). Isso indica que de dezembro/98 para fevereiro/99, houve um deslocamento das curvas de crescimento no sentido horizontal para a esquerda, de 20cm para 15cm, a qual foi mantida de fevereiro para abril/99 e, posteriormente, o mesmo comportamento observado em dezembro/98 foi observado novamente para o mês de julho/99. Assim, a produção do pasto mostrou uma redução ao longo das épocas de avaliação (deslocamento vertical das curvas) devido, principalmente, a variações em fatores de ambiente (Figuras 1, 2 e 3). Para o cultivar Florakirk, as curvas de crescimento mostraram que de dezembro/98 a abril/99, o máximo de crescimento foi observado no intervalo entre as alturas de 10 e 15cm de pasto (Figura 15). Já em julho/99, foi observado um deslocamento horizontal para a direita, com valores máximos de crescimento para o intervalo entre 15 e 20cm. Porém, como observado para o Tifton-85, os valores absolutos de crescimento (kg MS/ha.dia) diminuíram ao longo das épocas de avaliação (deslocamento vertical), exceto de fevereiro para abril/99, onde foi observado um aumento no crescimento. Esse aumento das taxas de crescimento de fevereiro para abril/99 pode ter sido função do início da fase de florescimento do pasto, juntamente com o aumento em densidade populacional de perfilhos relatado e descrito por Sbrissia (2000). Os dados desse autor mostraram que a densidade populacional de perfilhos passou de 10930 para

13230 perfilhos/m² de fevereiro para abril, respectivamente. Já para o cultivar Coastcross, foi possível observar que o máximo crescimento ocorreu para as maiores alturas de pasto com o passar do tempo (Figura 18). Em dezembro/98, o máximo crescimento foi observado entre as alturas de 10 e 15cm. De dezembro/98 para fevereiro/99, foi observado um aumento nas taxas de crescimento, que esteve associado a um deslocamento para o intervalo entre as alturas de 15 e 20cm. Isso indica que devem ter ocorrido modificações na estrutura do pasto, principalmente aquelas relacionadas com variações em ambiente luminoso (Figura 3), aumento na densidade populacional de perfilhos (Sbrissia, 2000) e, também, desenvolvimento reprodutivo, caracterizado pelo aumento na quantidade de perfilhos florescidos, resposta esta também observada para o cultivar Florakirk.

Portanto, para todos os cultivares, as maiores alturas de pasto (15 e 20cm) foram responsáveis pelas maiores taxas de crescimento, uma vez que existe uma grande relação entre a produção do pasto e o IAF_{ótimo} (95% interceptação da luz incidente no relvado) (Parsons et al., 1988). Os dados de Fagundes et al. (1999), obtidos a partir dos mesmos tratamentos na mesma área experimental, corroboram essa associação entre IAF e acúmulo de forragem. Maiores taxas de crescimento estão normalmente associadas a maiores taxas de senescência e morte de tecidos (Hodgson, 1990). Contudo, para o cultivar Tifton-85 as curvas de senescência observadas nas duas primeiras épocas de avaliação (dezembro/98 e fevereiro/99) apresentaram um padrão de resposta inverso ao descrito por Hodgson (1990) (Figura 13). Os valores de taxa de senescência diminuíram com o aumento nas alturas de pasto (Figura 13 e Tabela 18). Esse comportamento pode ter sido condicionado pelo déficit hídrico ocorrido no mês de novembro/98 (Figura 4). Para esse cultivar, a menor altura de pasto estudada (5cm), além de ter sido submetida a um grande estresse causado pelas maiores taxas de lotação utilizadas para controle do estado do pasto, pode ter sido a mais prejudicada com a falta de água e, portanto, ter apresentado as maiores taxas de senescência. Esse fato

baseia-se na idéia de que uma população numerosa de perfilhos pequenos seria mais susceptível a condição de déficit hídrico que uma população de perfilhos maiores. Observou-se, posteriormente, que as taxas de senescência em fevereiro/99 apresentaram o mesmo comportamento, porém com valores absolutos diferentes aos de dezembro/98. A partir de abril/99, os padrões de senescência esperados foram obtidos, com um máximo observado para o intervalo entre as alturas de 15 e 20cm. Em julho/99, esse mesmo padrão de resposta foi observado, porém com valores absolutos menores. Assim, os dados obtidos mostraram que as TS possuem uma alta correlação com as condições de crescimento estabelecidas em épocas anteriores, indicando que esse processo de senescência e morte de tecidos ocorra de certa forma “atrasada” ao processo de crescimento. Portanto, existe uma possibilidade de manejo desse cultivar relacionada com maiores alturas de pasto quando possa existir alguma condição de déficit hídrico instalada na área.

Já para o cultivar Florakirk, as curvas de senescência apresentaram as maiores taxas para as maiores alturas de pasto (Figura 16). Porém, para todas as épocas de avaliação, exceto abril/99, o máximo de senescência não pôde ser observado para o intervalo de alturas de pasto estudado. Em abril/99, as maiores taxas de senescência foram observadas no intervalo entre as alturas de 10 e 15cm. Esse comportamento pode ser explicado pelas maiores taxas de crescimento observadas para esse cultivar para esse mesmo intervalo de alturas (Figura 15), confirmando novamente que quanto maiores forem as taxas de crescimento, maiores serão as taxas de senescência. Para o cultivar Coastcross, o máximo de taxa de senescência esteve sempre associado ao intervalo entre 10 e 15cm de altura, exceto para o mês de fevereiro/99, quando deve ter excedido a altura máxima estudada de 20cm (Figura 19). Isso pode ter estado relacionado com o aumento nas taxas de crescimento observado para a mesma época de avaliação (Figura 18). Para o mês de abril/99, foram observadas ainda altas taxas de senescência, o que levou a grandes reduções nas taxas de acúmulo líquido do pasto (Tabela 19). Já para o mês de julho/99,

as maiores taxas de senescência foram relativas ao intervalo entre as alturas de 10 e 15cm de pasto, havendo, portanto, uma redução para a altura de 20cm. Este fato pode ter estado relacionado com o grande aumento em densidade populacional de perfilhos pequenos para esse cultivar observado entre abril e julho/99, e relatado por Sbrissia (2000). Assim, a redução nas TS pode ter estado relacionada com o menor tamanho das folhas presentes nesses perfilhos.

O acúmulo líquido de matéria seca, resultado do balanço entre os processos de crescimento e senescência, apresentou os maiores valores para as maiores alturas de pasto (Figuras 14, 17 e 20). Foram essas alturas (15 e 20cm) que apresentaram as maiores taxas de crescimento e senescência. Assim, poderia se inferir que o manejo da pastagem deveria estar associado à essas condições de pasto para que a maior produção de forragem fosse obtida e, provavelmente, os melhores valores de desempenho animal observados, função de uma oferta mais generosa de alimento por animal (Carnevalli, 1999). Contudo, apesar de existir um padrão consistente de resposta entre cultivares, alturas de pasto e o máximo de acúmulo líquido, ajustes em taxas de lotação deveriam ser feitos também em função da redução da produção do pasto, caracterizada pela estacionalidade de produção de forragem observada ao longo das épocas de avaliação.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos foi possível elaborar as seguintes conclusões:

- Os padrões de senescência foram condizentes com as curvas de crescimento, já que as maiores alturas de pasto também apresentaram as maiores taxas de senescência. Este fato revela a validade de conceitos e interações descritas para plantas de clima temperado num contexto de plantas do gênero *Cynodon*, respeitando-se, devidamente, características e particularidades intrínsecas de cada espécie.
- Os períodos caracterizados pela falta de água geraram uma alteração no padrão de resposta da senescência para as diferentes alturas do pasto revelando assim, a necessidade de novos estudos que avaliem melhor o efeito dessas condições de ambiente sobre o processo de acúmulo de forragem e a importância relativa da disponibilidade de luz como determinante dos equilíbrios em comunidades de plantas.
- O manejo do pastejo mais apropriado para as condições experimentais avaliadas seria aquele onde pastos fossem mantidos num intervalo de alturas entre 15 e 20cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.X.; SETELICH, E.A.; MARASCHIN, G.E. Oferta de forragem e variáveis morfogenéticas em capim-elefante anão cv. Mott. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora, 1997. **Anais**. Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.240-242.
- ANDRADE, I.F.; GOMIDE, J.A. Curva de crescimento e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) 'A-146 Taiwan'. **Revista Ceres**, v.18, n.100, p.431-447, 1971.
- AROSTEGUY, J.C. The dynamics of herbage production and utilization in swards grazed by cattle and sheep. Edinburgh, 1982. 303p. Thesis (Ph.D.), University of Edinburgh.
- BARTHRAM, G.T.; GRANT, S.A. Defoliation of ryegrass-dominated swards by sheep. **Grass and Forage Science**, v.39, p.211-219, 1984.
- BEN-HAJ-SALAH, M.; TARDIEU, F. Temperature affects expansion rate of maize leaves without change in spatial distribution of cell length. **Plant Physiology**, v.109, p.861-870, 1995.

- BERETTA, L.G.R.; KANNO, T.; MACEDO, M.C.M. Morfogênese foliar e taxas de crescimento de pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia 1 em solos do cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Santa Maria, 1999. **Anais**. Santa Maria: SBZ, 1999. (CD-ROM).
- 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, p.192-202, 1994.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.38, p. 323-331, 1983.
- BITTMAN, S.; SIMPSON, G.M.; MIR, Z. Effect of drought on leaf senescence and forage quality of three temperate grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, Japan, 1985. **Proceedings**. Japan: Science Council of Japan and Japanese Society of Grassland Science, 1985. v.15, p.360-362.
- BLASER, R.E.; NOVAES, L.P. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.) **Pastagens: fundamentos da exploração racional**, Piracicaba: FEALQ, 1994. v.2, p.279-335.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de São Paulo. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim, 12).

BROUGHAM, R.W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.7, p.377-387, 1956.

BROUGHAM, R.W. Pasture growth rate studies in relation to grazing management. **Proceedings. New Zealand Society of Animal Production**, v.17, p.46-55, 1957.

BROUGHAM, R.W. The effect of frequency and intensity of grazing on the productivity of a pasture of short rotation ryegrass and red and white clover. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.2, p.1232-1248, 1959.

BUTTERWORTH, M.H. **Beef cattle nutrition and tropical pastures**. New York: Longman, 1985. 500p.

CARNEVALLI, R.A. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de *Cynodon* spp. submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. Piracicaba, 1999. 90p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agronômicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. 'Coast-Cross-1'. **Scientia Agricola**, v.56, p.489-499, 1999.

CARVALHO, C.A.B. Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. manejadas em quatro intensidades de pastejo. Piracicaba, 2000. 96p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- CARVALHO, D.D.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Leaf morphogenesis and site filling in the establishment period in three Guinea grass (*Panicum maximum*) cultivars. 1999 (dados no publicados).
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.) **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. cap.3, p. 55-64.
- CLARK, D.A.; CHAPMAN, D.F.; LAND, C.; DYMOCK, N. Defoliation of *Lolium perenne* and *Agrostis* spp. tillers and *Trifolium repens* stolons in set-stocked and rotationally grazed hill pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.27, p.289-301, 1984.
- CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.A.; SANTOS, P.M. Da SILVA, S.C. Bases para o estabelecimento de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DAS PASTAGENS, 11., Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1994, p.249-266.
- COUGHENOUR, M.B.; McNAUGHTON, S.J.; WALLACE, L.L. Responses of an african tall-grass (*Hyparrhenia filipendula* stapf.) to defoliation and limitations of water and nitrogen. **Oecologia**, v.68, p.80-86, 1985.
- CULLETON, N. Autumn management : How does it affect grass growth in spring? **Farm and Food Research**, An Foras Taluntais, February, 1988.
- Da SILVA, S.C. A study of spring management effect on summer-autumn pasture and milk production of perennial ryegrass x white clover dairy swards. Palmerston North, 1994. 217p. Thesis (Ph.D.) – Massey University.

Da Silva, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.1-62.

DALE, J.E. **The growth of leaves**. London: Edward Arnold (Ed), 1982. 60p.

DALE, J.E. How does leaves grow? **Bioscience**, v.42, p.423-432, 1992.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, v.82, p.165-172, 1974.

DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: J.HODGSON; R.D.BAKER; A.DAVIES; A.S. LAIDLAW AND J.D. LEAVER (Ed.) **Sward measurement handbook**., Hurley: British Grassland Society, 1981. cap.9, p.179-208.

DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.) **The grass crop**. London: Chapman and Hall, 1988.p.85-127.

DAVIES, A. White clover. **Biologist** v.39, p.129-133. 1992.

DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A.; LAIDLAW, A.S. (Ed.) **Sward measurement handbook**. Reading: The British Grassland Society, 1993. cap.9, p.183-216.

DAVIES, A.; THOMAS, H. Rates of leaf and tiller production in young spaced perennial ryegrass plants in relation to soil temperature and solar radiation. **Annals of Botany**, v.51, p.591-597, 1983.

DAVIES, A.; EVANS, M.E.; EXLEY, J.K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, v.101, p.131-137, 1983.

DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, v.72, p.900-912, 1983.

DRAPER, N.R. SMITH, H. Applied regression analysis. 2 ed. London: John Wiley, 1981, 709p.

ECCLES, W.J.; MATTHEW, C.; CHU, A.C.P. Response of Mutua prairie grass and Ellett perennial ryegrass to excess soil moisture in sand, silt and clay soils. **Proceedings. New Zealand Grassland Association**, v.51, p.127-130, 1990.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Departamento de Ciências Exatas. Médias mensais e total de chuvas. <http://www.ciagri.usp.br/~emdabreu/MEDIAS.TXT> (20 set.1999).

FAGUNDES, J.L.; Da 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, 1999.

FIELD, C. Allocating leaf nitrogen for the maximization of carbon gain: leaf age as a control on the allocation program. **Oecologia**, v.56, p.341-347, 1983.

FLORES, E.R.; LACA, E.A.; GRIGGS, T.C.; DEMMENT, M.W. Sward height and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. **Agronomy Journal**, v.85, n.3, p.527-532. 1993.

FRAME, J. Herbage mass. In: HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A.S.; LEAVER, J.D. (Ed.) **Sward measurement handbook**. Berkshire: British Grassland Society, 1981. cap.3, p.39-67.

FRANK, A.B.; HOFMAN, L. Light quality and stem numbers in cool-season forage grasses. **Crop Science**, v.34, n.2, p.468-473, 1994.

GARWOOD, E.A. Seasonal tiller populations of grass and grass/clover swards with and without irrigation. **Journal of the British Grassland Society**, v.24, p.333-334, 1969.

GASTAL, F.; BÉLANGER, 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.

GILLET, M.; LEMAIRE, G.; GOSSE, G. Essai d'élaboration d'un schéma global de croissance des graminées fourragères. **Agronomie**, v.4, p.75-82, 1984.

GOMIDE, C.A.M. Morfogênese e análise de crescimento de quatro cultivares de *Panicum maximum* cultivadas em vaso. Viçosa, 1997. 53p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

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, 34., Juiz de Fora, 1997. **Anais**. Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.117-119.

- GOMIDE, J.A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.) **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p.1-14.
- GOMIDE, J.A. Sistemas de manejo de gramíneas do gênero *Melinis*. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed) **Plantas forrageiras de pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.1-16.
- GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, 1997. **Anais**. Viçosa: UFV, 1997b, p.97-115.
- GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Morphogenesis and growth analysis of *Panicum maximum* cultivars. In: INTERNATIONAL GRASSLANG CONGRESS, 18., Canada, 1997. **Proceedings**. Canada: Plant physiology and growth, 1997, p.65-66.
- GRANT, S.A.; KING, J. Grazing management and pasture production: the importance of sward morphological adaptations and canopy photosynthesis. **The Hill Farming Research Organisation**, v.83, p.119-129, 1983.
- GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; ELSTON, A. Comparision of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, v.43, p.29-39, 1988.
- GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; SMITH, H.K. Sward management, lanima turnover and tiller population density in continuously stocked *Lolium perenne* - dominated swards. **Grass and Forage Science**, v.38, p.333-334, 1983.

- HARRIS, W. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: WILSON, J.R. **Plant relations in pastures**. Melbourne: CSIRO, 1978. p.67-85.
- HEPP, C. Interactions between sward conditions and the intake and grazing behaviour of sheep in autumn. M.Phil, 1989. 150p. Thesis (PhD.) - University of Edinburgh.
- HEPP, C.; MILNE, A.; ILLIUS, A.W.; ROBERTSON, E. The effect of summer management of perennial ryegrass-dominant swards on plant and animal responses in the autumn when grazed by sheep. 1. Tissue turnover and sward structure. **Grass and Forage Science**, v.51, p.250-259, 1996.
- HERLING, V.R.; SILVA, J.R.; GODOY, R.; PRIMAVESI, A.C.A.; LUZ, P.H.C.; MELIS, M.H.V.; CARRER, C.R.O.; GOMIDE, C.A.; LIMA, C.G. Estudo de alguns parâmetros agronômicos de cultivares de aveia (*Avena* spp.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais**. Botucatu: SBZ, 1998. p.524-526.
- HERNÁNDEZ GARAY, A. Defoliation management, tiller density and productivity in perennial ryegrass swards. Palmerston North, 1995. 228p. Thesis (Ph.D.) – Massey University.
- HERNÁNDEZ GARAY, A.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Effect of spring management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures. 1. Tissue turnover and herbage accumulation. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.40, p.25-35, 1997.

- HERNÁNDEZ GARAY, A.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Tiller size-density compensation in ryegrass miniature swards subject to different defoliation heights and a proposed productivity index. **Grass and Forage Science**, v.54, n.4, p.347-356, 1999.
- HESKETH, J.; BAKER, D. Light and carbon assimilation by plant communities. **Crop Science**, v.7, p.285-293, 1967.
- HILLESHEIM, A. Fatores que afetam o consumo e perdas de capim-elefante. (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob pastejo. Piracicaba, 1987. 94p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Essex: Longman Scientific & Technical, 1990.
- HODGSON, J.; WADE, M.H. Grazing management and herbage production. **Proceedings**. British Grassland Society winter meeting, 1978.
- HODGSON, J.; BIRCHAM, J.S.; GRANT, S.A.; KING, J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: WRIGHT C.E. (Ed.) **Plant physiology and herbage production**. London: British Grassland Society. 1981. (Occasional Symposium, 13).
- HOPKINS, W.G. **Introduction to plant physiology**. New York: John Willey, 1995, 464p.
- HUNT, L.A.; BROUGHAM, R.W. Some aspects of growth in an undefoliated stand of *Italian ryegrass*. **Journal of Applied Ecology**, v.5, p.21-28, 1966.

- KAYS, S.; HARPER, J.L. The regulation of plant and tiller density in a grass sward. **Journal of Ecology**, v.62, p.97-105, 1974.
- KING, J.; LAMB, W.I.C.; MCGREGOR, M.T. Regrowth of reye grass swards subject to different cutting regimes and stocking densities. **Grass and Forage Science**, v.34, p.107-118, 1979.
- KORTE, C.J.; WATKIN, B.R. & HARRIS, W. Effects of the timing and intensity of spring grazing on reproductive development, tillering, and herbage production of perennial ryegrass dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.27, p.135-149, 1984.
- KORTE, C.J.; SHEATH, G.W. Herbage dry matter production: the balance between growth and death. **Proceedings. The New Zealand Grassland Association**, v.40, p.152-161, 1979.
- LALONDE, L. ; DHINDSA, R.S. Altered protein synthesis during *in situ* oat leaf senescence. **Physiologia Plantarum**, v.80, p.619-623, 1990.
- LANGER, R.H.M.; RYLE, S.M.; JEWISS, O.R. The changing plant and tiller populations of timothy and meadow fescue swards. I. Plants survival and the pattern of tillering. **Journal Applied and Ecology**, v.1, p.197-208, 1964.
- LEITE, G.G.; EUCLIDES, V.P. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.267-325.

- LEMAIRE, G. Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb.) pendant l'hiver et le printemps. Effects des facteurs climatiques. Caen, 1985. Thèse (Doctorat) és Sciences Naturelles, Université de Caen.
- LEMAIRE, G. Sward dynamics under different management programmes. European Grassland Federation. 1988. **Proceedings**, p.7-22.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND ECOLOGY", 1., Curitiba, 1999. **Anais**. Curitiba: UFPR, 1999. p.165-183.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) **The ecology and management of grazing systems**. Guildford: CAB International, 1996. cap.1, p.3-36.
- LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Productivity and the morphology of crop stands: patterns with leaves. In: EASTIN, J.D. **Physiological aspects of crop yield**. Madison: ASA;CSSA;SSSA, 1969. p.27-47.
- LUDLOW, M.M. Light relations in pasture. In: WILSON, J.R. (Ed.) **Plant relations in pastures**. Melbourne: CSIRO, 1978. p.35-49.
- MARASCHIN, G.E. Manejo de "Coast-Cross" – 1 Sob Pastejo. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, Juiz de Fora. 1996. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 1996. p.93-110.
- MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed grasslands**. Amsterdam: Elsevier, 1987. cap.4, p.29-46.

- MARTHA JÚNIOR, G.B. Filocrono e número de folhas por perfilho em pastagens de gramíneas tropicais. / Apresentado à LZT-5718 – Princípios de Ecologia do Pastejo, Piracicaba, 1999/
- MATTHEW, C. A study of seasonal root and tiller dynamics in swards of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Palmerston North, 1992. 247p. Thesis (Ph.D.) – Massey University.
- MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE HAMILTON, N.R. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v.68, 1994.
- MAZZANTI, A. Adaptacion de especies forrajeras a la defoliacion. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, Maringá, 1997. **Anais**. Maringá: Coper Graf - Artes Gráficas, 1997. p.75-84.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, v.49, p.111-120, 1994.
- MIGLIETTA, F. Simulation of weath ontogenesis. I – Appearance of main stem leaves in the field. **Climate Research**, v.1, p.145-150, 1991.
- MILTHORPE, F.L.; DAVIDSON, J.L. Physiological aspects of regrowth in grasses. In: MILTHORPE & IVINS (Ed) **The growth of cereals and grasses**. 1966, p.241-254.

- MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para os pastos tropicais**. São Paulo: Nobel, 1983. 198p.
- 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., Juiz de Fora, 1997. **Anais**. Juiz de Fora: SBZ, 1997, p.124-126.
- MWEBAZE, S. Factors affecting the regrowth of Matua prairie grass (*Bromus willdenowii* vahl.). Unpubl. DipAgrSc thesis, Massey University, New Zealand. 1986.
- NABINGER, C. Eficiência de uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DAS PASTAGENS, 14., Piracicaba, 1997. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1997b, p.213-251.
- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGENS, 13., Piracicaba, 1996. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1997a, p.15-96.
- NEUTEBOOM, J.H. & LATINGA, E.A. Tillering potential and relationship between leaf and tiller production in perennial ryegrass. **Annals of Botany**, v.63, p.265-270, 1989.
- OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; HUAMAN, C.A.M.; SILVEIRA, P.R. Morfogênese de folhas do Tifton-85 (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais**. Botucatu: SBZ, 1998. p.302-303.

OMETO, J.C. **Registros e estimativas dos parâmetros meteorológicos da região de Piracicaba, S.P.** Piracicaba: FEALQ, 1989. 76p.

ONG, C.J. The physiology of tiller death in grasses. 1. The influence of tiller age, size and position. **Journal of the British Grassland Society**, v.33, p.197-203, 1978.

ORR, R.J.; PARSONS, A.J.; TREACHER, T.T. and PENNING, P.D. Seasonal patterns of grass production under cutting or continuous stoking managements. **Grass and Forage Science**, v.43, p.199-207, 1988.

PARFITT, R.L.; JOE, E.N.; COOK, F.J. Water use and pasture growth on judgeford silt loam. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.28, p.393-401, 1985.

PARSONS, A.J. The physiological basis of seasonal differences in the growth of perennial ryegrass. Reading, 1980. Thesis (Ph D). University of Reading.

PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZEMBY A. (Ed.) **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman-and Hall, 1988. p.129-177.

PARSONS, A.J. Exploiting resource capture – grassland. In: MONTEITH J.L.; UNSWORTH M.H. (Ed.) **Resource capture in crops**. Nottingham: University Press, 1994. p.315-322.

- PARSONS, A.J.; ROBSON, M.J. Seasonal Changes in the physiology of S24 perennial ryegrass.1. Response of leaf extension to temperature during the transition from vegetative to reproductive growth. **Annals of Botany** v.46, p.435-444, 1980.
- PARSONS, A.J.; ROBSON, M.J. Seasonal Changes in the physiology of S24 ryegrass (*Lolium perenne* L.).2. Potential leaf and canopy photosynthesis during the transition from vegetative to reproductive growth. **Annals of Botany**, v.47, p.249-258, 1981.
- PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLET, B.; PENNING, P.D.; LEWIS, J. The physiology of grass production under grazing II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.127-139, 1983.
- PEACOCK, J.M. Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. 1. The thermal microclimate: its measurement and relation to plant growth. **Journal of Applied Ecology** v.12, p.115-123, 1975a.
- PEACOCK, J.M. Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. 3. Factors affecting seasonal differences. **Journal of Applied Ecology**, v.12, p.685-697, 1975b.
- PHILLIPS, I.D.J. Apical dominance. In: WILKINS, M.B. **Physiology of plant growth and development**. London: Mcgraw-Hill, 1969. p.165-202.
- PIMENTEL GOMES, F.; MALAVOLTA, E. Considerações matemáticas sobre a Lei de Mitscherlich. **Boletim da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.3, p1-24, 1949.

- PINTO, J.C. Crescimento e desenvolvimento de *Andropogon gayanus* Kunt., *Panicum maximum* Jacq. e *Setaria anceps* Stapf. Ex Massey cultivadas em vasos, sob diferentes doses de nitrogênio. Viçosa, 1993. 149p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.
- 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 da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.327-332, 1994.
- PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979. 343p.
- RESTLE, J.; SOARES, A.B.; ROSO, C. Dinâmica de uma pastagem de aveia preta (*Avena strigosa*) e avezém (*Lolium multiflorum*) submetida a fontes de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora, 1997. **Anais**. Juiz de Fora: SBZ, 1997, p.179-181.
- ROBSON, M.J.; PARSONS, A.J. Nitrogen deficiency in small closed communities of S24 ryegrass. 1. Photosynthesis, respiration, dry matter production and partition. **Annals of Botany** v.42, p.1185-1197, 1978.
- ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.A.; WOLODGE, J. The grass plant – its form and function. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman and Hall, 1988. cap.2, p.25-83.
- RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Ed) **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFÓS, 1987. cap.12, p.203-230.

- ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forragens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.) **Pastagens**: fundamentos da exploração racional, 2. Ed. Piracicaba: FEALQ, 1994, p.533-565.
- S.A.S. INSTITUTE**. SAS user's guide: release. 6.03, Cary, 1998. 1028p.
- SACKVILLE HAMILTON, N.R.; MATTHEW, C.; LEMAIRE, G. In defence of the $-3/2$ boundary rule: a re-evaluation of self-thinning concepts and status. **Annals of Botany**, v.76, p.569-577, 1995.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4 ed. Wadsworth Publish. 1992. 682p.
- SANTOS, P.M. Estudo de características de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo. Piracicaba, 1997. 62p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz./USP.
- SBRISSIA, A.F. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastagens de *Cynodon* spp. Piracicaba, 2000. 80p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SILSBURY, J.H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grasslands**. v.4, p.17-36, 1970.
- SILVA, M.A.P. Métodos de estimação dos parâmetros do modelo $y=A(1-10^{-\alpha})10^{-\beta x^2}+e$ com aplicação a dados de maturação de cana-de-açúcar. Piracicaba, 1980. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- SIMON J.C.; LEMAIRE, G. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. **Grass and Forage Science**, v.42, n.4, p.373-380, 1987.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Effect of tiller trimming on phyllochron and tillering regulation during tall fescue development. **Crop Science**, v.34, n.5, p.1267-1273, 1994.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35. p.4-10, 1995.
- SPEDDING, C.R.W. The physiological basis of grazing management. **Journal of the British Grassland Society**. v.20, p.7-14, 1965.
- STODDART, J.L.; THOMAS, H.; LLOYD, E.J.; PALLOCK, C.J. The use of a temperature-profiled position transducer for the study of lowtemperature growth in Graminae. **Planta**, v.167, p.359-363, 1986.
- TARDIN, A.C.; CALLES, C.H.; GOMIDE, J.A. Desenvolvimento vegetativo do capim guatemala. **Experientiae**, v12, n.1, p.1-31, 1967.
- TEIXEIRA, E.I. Avaliação de características morfofisiológicas e nutricionais do capim Tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã) sob sistema de pastejo rotacionado. Piracicaba, 1988. 87p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- THOMAS, H.; DAVIES, A. Effect of shading on the regrowth of *Lolium perennes*wards in the field. **Annals of Botany**, v.42, p.705-715, 1978.
- THOMAS, H.; STODDART, J.L. Leaf senescence. **Annual Review of Plant Physiology**, v.31, p.83-111, 1980.

- VAN ESBROECK, G.A.; HUSSEY, M.A.; SANDERSON, M.A. Leaf appearance rate and final leaf number of Swithgrass cultivars. **Crop Science**, v.37, n.3, p.864-870, 1997.
- VICKERY, P.J. Pasture growth under grazing. In: MORLEY, F.W.H. (Ed.) **Grazing animals**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1981. p.55-77 (World Animal Science. BI).
- WESTOBY, M. The self-thinning rule. **Advances in Ecological Research**, v.14, p.41-76. 1984.
- WILHELM, D.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, p.1-3, 1995.
- 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.
- WILMAN, D.; SHRESTHA, S.K. Some effects of canopy height on perennial ryegrass and white clover in a field sward. **Journal of Agricultural Science**, v.105, p.79-84, 1985.
- WOLEDGE, J. The effect of shading on the photosynthetic rate and longevity of grass leaves. **Annals of Botany**, v.36, p.551-561, 1972.
- WOLEDGE, J. The effects of shading and cutting treatments on the photosynthetic rate of ryegrass leaves. **Annals of Botany**, v.41, p.1279-1286, 1977.

- WOOD, P.D.P. Algebraic Model of the lactation curve in cattle. **Nature**, v.216, n.14, p.164, 1967.
- XIA, J.X.; HODGSON, J.; CHU, A.C.P. Effects of severity of grazing on tissue turnover in Matua prairie grass dairy pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.37, p.41-50, 1994.
- YODA, K.; KIRA, T.; OGAWA, H.; HOZUMI, H. Intraspecific competition among higher plants. XI Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. **Journal of Institute of Polytechnics**. Series D, v.14, p.107-129, 1963.
- YOUNGNER, V.B. **The biology and utilization of grasses**. In: Physiological ecology. Youngner and C.M. Markell (Eds.) Academic Press: New York, 1972, 426p.

APÊNDICE 1

Apêndice 1 : Peso específico de folhas em expansão por perfilho em cultivares de *Cynodon* spp. (g/ cm).

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coast-Cross	Média	EPM*
Dezembro	0,001054	0,001125	0,000945	0,001041	0,0000690
Fevereiro	0,000981	0,000914	0,001012	0,000969	0,0000809
Abril	0,000973	0,000753	0,000704	0,000811	0,0000723
Julho	0,001321	0,000992	0,001115	0,001143	0,0001481
Média	0,001082	0,000946	0,000944		

* EPM - Erro padrão da média.

Apêndice 2 : Peso específico de folhas em expansão por perfilho nas alturas de pasto estudadas (g/ cm).

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	0,00099	0,001119	0,001033	0,001020	0,001041	0,0000797
Fevereiro	0,00080	0,001004	0,001090	0,000982	0,000969	0,0000935
Abril	0,00073	0,000833	0,000755	0,000925	0,000811	0,0000835
Julho	0,00108	0,001152	0,001351	0,000988	0,001143	0,0001709
Média	0,00090	0,001027	0,001057	0,000979		

* EPM - Erro padrão da média.

Apêndice 3 : Peso específico de folhas senescentes por perfilho em cultivares de *Cynodon* spp. (g/ cm).

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coast-Cross	Média	EPM*
Dezembro	0,010850	0,010490	0,000876	0,007405	0,0009486
Fevereiro	0,000887	0,001105	0,000876	0,000956	0,0001504
Abril	0,001162	0,000932	0,001088	0,001061	0,0002759
Julho	0,003719	0,002588	0,002212	0,002840	0,0004970
Média	0,004155	0,003779	0,001263		

* EPM - Erro padrão da média.

Apêndice 4 : Peso específico de folhas senescentes por perfilho nas alturas de pasto estudadas (g/ cm).

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	0,004962	0,005930	0,007922	0,010810	0,007405	0,0010950
Fevereiro	0,001110	0,001660	0,000823	0,001231	0,000956	0,0001737
Abril	0,000784	0,001445	0,001100	0,000914	0,001061	0,0003185
Julho	0,002743	0,002292	0,003841	0,002482	0,002840	0,0005739
Média	0,002400	0,002832	0,003422	0,003859		

* EPM - Erro padrão da média.

Apêndice 5 : Peso específico de hastes em cultivares de *Cynodon* spp. (g/ cm).

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coast-Cross	Média	EPM*
Dezembro	0,007329	0,006581	0,005342	0,006417	0,0003744
Fevereiro	0,005393	0,006435	0,005249	0,005692	0,0003114
Abril	0,005172	0,004804	0,004115	0,004697	0,0002530
Julho	0,007269	0,006182	0,005470	0,006307	0,0003990
Média	0,006291	0,006001	0,005044		

* EPM - Erro padrão da média.

Apêndice 6 : Peso específico de hastes nas alturas de pasto estudadas (g/ cm).

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	0,005228	0,005967	0,007022	0,007452	0,006417	0,0004323
Fevereiro	0,004359	0,005306	0,006798	0,006307	0,005692	0,0003596
Abril	0,004031	0,004894	0,005062	0,004801	0,004697	0,0002921
Julho	0,005618	0,006115	0,006907	0,006596	0,006307	0,0004616
Média	0,004809	0,005571	0,006447	0,006289		

* EPM - Erro padrão da média.

Apêndice 7 : Número total de folhas por perfilho em cultivares de *Cynodon* spp..

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coast-Cross	Média	EPM*
Dezembro	7,4 ^b	8,0 ^a	8,0 ^a	7,8	0,16
Fevereiro	6,5 ^b	7,2 ^a	7,4 ^a	7,0	0,20
Abril	6,8 ^a	7,0 ^a	6,6 ^a	6,8	0,19
Julho	6,2 ^b	7,1 ^a	7,2 ^a	6,8	0,20
Média	6,7	7,3	7,3		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Apêndice 8 : Número total de folhas por perfilho nas alturas de pasto estudadas.

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	8,1 ^a	7,5 ^b	7,7 ^{ab}	7,9 ^a	7,8	0,18
Fevereiro	6,9 ^a	7,1 ^a	7,1 ^a	7,1 ^a	7,0	0,24
Abril	6,7 ^b	6,5 ^b	6,7 ^b	7,3 ^a	6,8	0,22
Julho	6,5 ^b	6,8 ^b	6,5 ^b	7,4 ^a	6,8	0,23
Média	7,0	7,0	7,0	7,4		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Apêndice 9 : Número de folhas em expansão por perfilho nas alturas de pasto estudadas.

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	1,7 ^a	1,8 ^a	1,8 ^a	1,7 ^a	1,8	0,05
Fevereiro	1,8 ^a	1,8 ^a	1,8 ^a	1,7 ^a	1,8	0,08
Abril	1,7 ^a	1,7 ^a	1,8 ^a	1,6 ^a	1,7	0,06
Julho	1,7 ^a	1,8 ^a	1,8 ^a	1,7 ^a	1,8	0,08
Média	1,7	1,8	1,8	1,7		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Apêndice 10 : Número de folhas senescentes por perfilho em cultivares de *Cynodon* spp..

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coast-Cross	Média	EPM*
Dezembro	1,3 ^b	1,5 ^a	1,3 ^b	1,4	0,10
Fevereiro	1,2 ^b	1,4 ^{ab}	1,6 ^a	1,4	0,12
Abril	1,5 ^a	1,7 ^a	1,7 ^a	1,6	0,12
Julho	1,4 ^{ab}	1,5 ^a	1,2 ^b	1,4	0,09
Média	1,3	1,5	1,4		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Apêndice 11 : Número de folhas totalmente expandidas por perfilho nas alturas de pasto estudadas.

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	4,6 ^{ab}	4,5 ^{ab}	4,4 ^b	4,9 ^a	4,6	0,17
Fevereiro	3,7 ^a	3,8 ^a	3,9 ^a	3,9 ^a	3,8	0,18
Abril	3,6 ^{ab}	2,9 ^c	3,3 ^{bc}	3,9 ^a	3,4	0,20
Julho	3,7 ^{ab}	3,5 ^b	3,4 ^b	4,1 ^a	3,7	0,20
Média	3,9	3,7	3,8	4,2		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Apêndice 12 : Número de folhas vivas por perfilho nas alturas de pasto estudadas.

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	6,28	6,35	6,27	6,67	6,39	0,17
Fevereiro	5,57	5,66	5,69	5,59	5,63	0,16
Abril	4,99	4,69	5,07	5,54	5,07	0,24
Julho	4,84	5,30	5,21	5,84	5,30	0,34
Média	5,42	5,50	5,56	5,91		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Apêndice 13 : Taxas de expansão de folhas desfolhadas para as alturas de pasto estudadas (kg MS/ha.dia).

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	7,8 ^a	4,1 ^a	3,7 ^a	5,6 ^a	5,3	2,1
Fevereiro	1,1 ^b	7,1 ^a	3,6 ^{ab}	4,9 ^{ab}	4,2	2,1
Abril	3,6 ^b	8,8 ^a	4,3 ^{ab}	2,7 ^b	4,8	1,9
Julho	2,1 ^b	2,8 ^{ab}	4,1 ^a	1,9 ^b	2,7	0,7
Média	3,6	5,7	3,9	3,8		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Apêndice 14 : Participação relativa (%) da alongação de hastes no crescimento de pastos de *Cynodon* spp. (kg MS/ha.dia),

Época de Avaliação	Tifton-85	Florakirk	Coast-Cross	Média	EPM*
Dezembro	67,4 ^a	55,4 ^b	69,7 ^a	64,2	4,7
Fevereiro	57,8 ^a	58,7 ^a	57,1 ^a	57,9	3,8
Abril	64,6 ^a	59,3 ^a	74,5 ^a	66,1	9,7
Julho	78,9 ^a	75,6 ^a	76,8 ^a	77,1	4,0
Média	67,2	62,2	69,5		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$)

Apêndice 15 : Taxas de crescimento para as alturas de pasto estudadas (kg MS/ha.dia).

Época de Avaliação	Altura (cm)				Média	EPM*
	5	10	15	20		
Dezembro	81,8 ^b	161,7 ^a	134,3 ^{ab}	142,2 ^a	130,0	21,5
Fevereiro	44,8 ^b	123,5 ^a	133,8 ^a	137,3 ^a	110,0	16,4
Abril	45,9 ^c	94,5 ^b	163,0 ^a	119,7 ^b	105,8	14,9
Julho	57,4 ^b	66,2 ^b	141,1 ^a	154,8 ^a	104,9	24,2
Média	57,5	111,5	143,0	138,5		

* EPM - Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras semelhantes não diferem entre si ($P \geq 0,10$).

Apêndice 16 : Parâmetros utilizados para comparação dos modelos para crescimento do pasto

Modelos	Tifton-85				Florakirk				Coastcross			
	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Jul/99	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Jul/99	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Jul/99
Wood												
B0	40,1521	6,165346	2,97E-05	3,99E-06	0,000544	0,408571	0,000423	2,79E-05	0,000215	9,87E-05	3,32E-05	13,47502
B1	0,367556	1,561417	8,772433	6,731771	8,037489	3,697139	8,067759	7,594906	8,00904	7,549543	7,326698	-0,78574
B2	0,000528	0,095971	0,597028	0,351947	0,656294	0,324776	0,646759	0,496429	0,57688	0,442036	0,368311	-0,12073
R ²	0,82781	0,904778	0,881558	0,80713	0,646206	0,986058	0,846693	0,880705	0,649672	0,905446	0,987627	0,999767
Mitcherlich												
B0	139,388	96,30153	64,16433	7355,373	71,14859	62,88918	63,32172	12,73218	76,47061	188,6776	502853,5	35684,53
B1	-0,07856	-0,62044	-0,25301	-1,3E-05	-5,0623	-4,62013	-6,78432	-0,17036	-4,45201	-0,04276	-9,9E-06	-1,4E-05
B2	-0,33088	2,49827	0,96561	-1,5E-05	24,54492	22,89839	33,19795	0,500697	21,10573	0,076168	2,65E-05	-9,8E-05
R ²	0,821176	0,973473	0,510428	0,796702	0,537766	0,869624	0,421585	0,707504	0,823087	0,878883	0,934527	0,878594
Mitcherlich II												
B0	78,99041	12018,38	623,5216	11,61336	821,3937	19922,13	25985,94	3107,162	27394,58	17782,63	11931,53	3328,574
B1	0,343116	0,001119	0,011684	0,008068	0,019146	0,000461	0,000593	0,000386	0,000602	0,000329	0,000176	0,000315
B2	-0,02079	0,04851	0,037017	-0,00878	0,071598	0,055579	0,087681	0,034046	0,076169	0,00626	-0,03902	0,022396
R ²	0,848052	0,845585	0,296138	0,828971	0,19392	0,270872	0,147915	0,599809	0,888507	0,862519	0,98054	0,824522

Apêndice 17 : Parâmetros utilizados para comparação dos modelos para senescência do pasto

Modelo	Tifton-85				Florakirk				Coastcross			
	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Jul/99	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Jul/99	Dez/98	Fev/99	Abr/99	Jul/99
Wood												
B0	11,19259	1,289007	7,3E-06	4,14E-07	95,07249	64,23812	0,002079	1,633989	0,000551	0,000716	0,000979	1,24E-08
B1	0,715595	2,103132	8,400338	8,400338	-2,62938	-2,99389	6,092738	-0,53194	5,901012	4,702982	5,245376	13,20294
B2	0,121224	0,210745	0,52741	0,52741	-0,30679	-0,41501	0,444971	-0,16879	0,391619	0,189205	0,299159	1,067478
R ²	0,885374	0,671418	0,950445	0,745869	0,879352	0,905824	0,929291	0,975689	0,7467	0,970312	0,868645	0,993601

APÊNDICE 2

Apêndice 18 – Calibração entre a massa de forragem x altura do prato ascendente (altura comprimida) em pastos de Tifton-85.

Mês	Equação	R²
Dezembro/98	2491 + 189 h	0,90
Fevereiro/99	800 + 195 h	0,86
Abril/99	1685 + 169 h	0,73
Julho/99	2239 + 140 h	0,53

Apêndice 19 – Calibração entre a massa de forragem x altura do prato ascendente (altura comprimida) em pastos de Florakirk.

Mês	Equação	R²
Dezembro/98	3077 + 130 h	0,78
Fevereiro/99	1615 + 122 h	0,79
Abril/99	1873 + 144 h	0,80
Julho/99	2675 + 150 h	0,71

Apêndice 20 – Calibração entre a massa de forragem x altura do prato ascendente (altura comprimida) em pastos de Coastcross.

Mês	Equação	R²
Dezembro/98	1939 + 139 h	0,82
Fevereiro/99	801 + 168 h	0,91
Abril/99	1400 + 133 h	0,85
Julho/99	2128 + 142 h	0,70