**PADRÕES DEMOGRÁFICOS DE PERFILHAMENTO E
ACÚMULO DE FORRAGEM EM PASTAGENS DE *Cynodon* spp.
MANEJADAS EM QUATRO INTENSIDADES DE PASTEJO**

CARLOS AUGUSTO BRANDÃO DE CARVALHO

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.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo – Brasil
Janeiro – 2000

**PADRÕES DEMOGRÁFICOS DE PERFILHAMENTO E
ACÚMULO DE FORRAGEM EM PASTAGENS DE *Cynodon* spp.
MANEJADAS EM QUATRO INTENSIDADES DE PASTEJO**

CARLOS AUGUSTO BRANDÃO DE CARVALHO
Zootecnista

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.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo – Brasil
Janeiro – 2000

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

Carvalho, Carlos Augusto Brandão de
Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em
pastagens de *Cynodon spp.* manejadas em quatro intensidades de pastejo /
Carlos Augusto Brandão de Carvalho. – – Piracicaba, 2000.
96 p. : il.

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

1. Cinodonte 2. Coastcross 3. Densidade populacional 4. Florakirk 5.
Forragem 6. Mortalidade 7. Natalidade 8. Pastagem 9. Perfilhação 10.
Tifton-85 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 Cézar Antônio Homem de Carvalho e Marilú de Faria Brandão Carvalho, minha tia Dirce Faria Brandão, meus irmãos, demais familiares queridos e minha namorada Gisele Ferreira Amaral.

OFEREÇO:

Ao grande mestre e amigo José Bonifácio de Oliveira Xavier de Menezes.

Ao amigo/irmão André Fischer Sbrissia.

**Há homens que lutam por um dia e são bons.
Outros que lutam por um ano e são melhores.
Porém, existem aqueles que lutam a vida inteira.
Esses, são imprescindíveis (Bertolls Brest).**

AGRADECIMENTOS

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa de estudos de Mestrado.

Ao orientador e amigo Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva, por sua competente orientação, dedicação e paciência nos momentos mais difíceis durante a condução deste trabalho.

Aos demais professores e a todos os funcionários do Departamento de Produção Animal pelo auxílio na condução deste trabalho.

Aos colegas de mestrado do GEPPF, André Fischer Sbrissia, Roberta Aparecida Carnevali, Luiz Felipe de Moura Pinto, Jaílson Lara Fagundes e Frederico Alberto de Andrade Rosseto que se tornaram amigos e quase irmãos no tempo em que convivemos juntos e dividimos as alegrias, tristezas, dificuldades, glórias e realizações que este curso nos proporcionou.

A todos os estagiários do GEPPF e amigos do curso de graduação que trabalharam em conjunto para a realização dos experimentos conduzidos.

Ao amigo e grande companheiro Leandro Portz, com quem dividi minha moradia, alegrias e desabafos durante a maior parte do tempo em que residi nesta cidade.

Aos vizinhos João Batista Rodrigues, Moizéis da Silva Nery e famílias pela solidariedade e amizade.

Aos vizinhos, colegas de curso e amigos Getulio P. F. B. Guimarães e Sérgio Juchen, pelo companheirismo solidário durante os momentos de estudo, encontros de trabalho e diversões.

À Vila Estudantil da ESALQ-USP e a todos os seus moradores que souberam me acolher com grande coleguismo, foram prestativos e tornaram possível minha estada durante os três primeiros meses nesta cidade.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Conceituação e Desenvolvimento de Perfilhos.....	4
2.2 Fatores que Afetam o Perfilhamento.....	5
2.2.1 O controle do genótipo.....	5
2.2.2 A dominância apical, controle hormonal e translocação de reservas.....	6
2.2.3 Fatores de ambiente.....	8
2.3 Perfilhamento e Produtividade de Forragem	13
2.4 Manejo do Perfilhamento e Produtividade da Pastagem.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Material.....	24
3.1.1 Espécie vegetal.....	24
3.1.2 Local e período do experimento.....	24
3.1.3 Solo da área experimental.....	25
3.1.4 Clima.....	25
3.1.5 Animais	25
3.1.6 Pastagens.....	28
3.2 Métodos.....	29
3.2.1 Delineamento experimental e tratamentos.....	29
3.2.2 Instalação e monitoramento dos tratamentos experimentais.....	31
3.2.3 O período pré-experimental.....	32
3.2.4 O período experimental.....	35
3.2.5 Densidades populacionais, taxas de natalidade e mortalidade de perfilhos.....	37
3.2.6 Calibração: altura do pasto x massa de forragem.....	38
3.2.7 Acúmulo de forragem.....	39
3.2.8 Análise estatística.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Demografia Populacional de Perfilhos.....	41
4.1.1 Taxas de natalidade de perfilhos.....	41

4.1.2 Taxas de mortalidade de perfilhos.....	44
4.1.2.1 Mortalidade de perfilhos por geração.....	49
4.1.3 Proporção de perfilhos florescidos.....	57
4.2 Densidade Populacional de Perfilhos.....	59
4.2.1 Variação estacional em densidade populacional de perfilhos.....	65
4.3 Acúmulo de Forragem.....	71
4.3.1 Taxas de acúmulo de matéria seca.....	71
4.3.2 Acúmulo de matéria seca.....	75
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
6 CONCLUSÕES	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

PADRÕES DEMOGRÁFICOS DE PERFILHAMENTO E ACÚMULO DE FORRAGEM EM PASTAGENS DE *Cynodon* spp. MANEJADAS EM QUATRO INTENSIDADES DE PASTEJO

Autor: Carlos Augusto Brandão de Carvalho

Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva

RESUMO

A produção de forragem é fortemente influenciada pelo número e tamanho de perfilhos. Estes, variam em função das condições climáticas, edáficas e de espécie forrageira, razão pela qual seu estudo e conhecimento são fundamentais para a elevação da produtividade animal em pastagens. O presente ensaio foi conduzido no Departamento de Produção Animal da ESALQ/USP, em Piracicaba (SP), entre 18/08/98 e 08/03/99, com o objetivo de avaliar os padrões demográficos de perfilhamento e o acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp.. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de três cultivares de *Cynodon* spp. (Tifton-85, Florakirk e Coastcross) e quatro alturas de pasto (5, 10, 15 e 20 cm), mantidas por pastejo de ovinos em regime de lotação contínua e taxa de lotação variável. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados em arranjo de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas corresponderam aos cultivares¹ e as subparcelas às alturas de pasto. Foram analisadas as variáveis taxa de natalidade, taxa de mortalidade, densidade populacional de perfilhos, taxa de acúmulo de forragem e produção de matéria seca. O cultivar Tifton-85 apresentou as maiores densidades populacionais, menores taxas de mortalidade e maior sobrevivência de perfilhos por geração. A menor altura de pasto (5 cm) promoveu as maiores densidades populacionais, maiores taxas de mortalidade e menor sobrevivência de perfilhos por geração. As taxas e o acúmulo de forragem durante o período experimental foram semelhantes em todos os tratamentos. O período

---

¹ Verbo e/ou substantivo do sexo masculino; conforme o Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa, editado pela Academia Brasileira de Letras, última edição (1998).

de coleta de dados (tempo) influenciou os resultados de todas as variáveis analisadas, sendo que a ocorrência de verânico em novembro/98 promoveu fortes efeitos sobre as mesmas. As taxas de mortalidade foram determinantes básicos das diferenças em densidades populacionais de perfilhos observadas para cultivares e/ou alturas de pasto. A observação de florescimento foi marcante para os cultivares Coastcross e Florakirk durante as estações de final de inverno e primavera, respectivamente. Tifton-85 demonstrou ser mais tolerante a pastejos mais intensos que os demais cultivares. Pastejo intenso (5 cm) após um período de alta mortalidade de perfilhos promoveu queda acentuada nas densidades populacionais durante o período subsequente.

**DEMOGRAPHIC PATTERNS OF TILLERING AND HERBAGE
ACCUMULATION IN *Cynodon* spp. SWARDS UNDER FOUR GRAZING
INTENSITIES**

Author: Carlos Augusto Brandão de Carvalho

Advisor: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva

ABSTRACT

Herbage dry matter production from pastures is strongly influenced by tiller number and tiller size in plant communities. These factors vary according to climatic and edaphic conditions as well as grass species, highlighting the need for understanding the way they relate to each other in order to increase animal productivity on pastures. The present experiment was carried out at the Animal Production Department, ESALQ/USP, Piracicaba-SP, from 18/08/98 until 08/03/99, aiming at evaluating the demographic patterns of tillering and herbage accumulation in *Cynodon* spp. swards. Treatments comprised all combinations between three *Cynodon* spp. cultivars (Tifton-85, Florakirk and Coastcross) and four sward estate conditions (5, 10, 15 and 20 sward surface height – SSH) generated by sheep under continuous stocking and variable stocking rate. The experimental design used was a complete randomised block, with treatments arranged in split-plot and replicated four times. Grass cultivars were assigned to plots and SSH to sub-plots. Pasture responses evaluated were: tiller natality and mortality rates, tiller population densities, herbage accumulation rates and dry matter production. Tifton-85 presented the highest values for tiller population densities, the smallest tiller mortality and the highest tiller survival rates. Herbage accumulation rates as well as dry matter production did not differ among treatments throughout the experimental period. There was a time effect on all variables studied and a dry spell in November/98 caused a decrease in tiller population and herbage accumulation rates. Tiller mortality rates were important determinants of the differences observed in tiller population densities for cultivars and/or SSH. Reproductive growth was a feature for Coastcross and Florakirk during late winter and spring, respectively. Tifton-85 presented

a higher tolerance to hard grazing than Coastcross and Florakirk. Hard grazing (5cm) after a period of high mortality rate caused a strong reduction in tiller population densities.

1 INTRODUÇÃO

A atividade pecuária no Brasil é baseada no uso de pastagens como recurso alimentar e vem sofrendo mudanças significativas nos últimos anos, em função da busca por sistemas de produção economicamente viáveis e mais rentáveis, principalmente devido a maior competitividade observada atualmente. Como o incremento da eficiência de uma atividade demanda a geração e difusão de novas tecnologias, o conhecimento dos fatores que regem a produtividade dos pastos torna-se indispensável para que, sistemas que buscam a máxima eficiência e lucratividade dessa atividade de produção animal, tornem-se viáveis.

Devido à sua grande importância no contexto técnico-econômico dos sistemas de produção animal em pastagens, a planta forrageira tropical tem sido cada vez mais detalhadamente estudada e utilizada no cenário produtivo. Uma planta forrageira, para proporcionar alta produtividade animal, deve apresentar características fundamentais ao processo ingestivo, digestivo e produtivo. Para tanto, suas necessidades quanto a aspectos nutricionais, edáficos e climáticos devem ser atendidas. Os fatores de meio interferem no processo dinâmico de acúmulo de forragem dessas plantas e conferem respostas muito variáveis em termos de produtividade e qualidade da pastagem. Portanto, há necessidade de maior entendimento de todos os fatores que determinam a natureza das respostas do complexo planta-animal em pastagens a fim de que práticas de manejo racional possam ser idealizadas e sistemas de produção animal em pastagens mais competitivos e sustentáveis possam ser planejados.

Estudos avaliando a produção de matéria seca, produção animal e valor nutritivo da planta são encontrados na literatura com frequência, porém quase sempre

analisados individualmente, sem considerar a interação ambiente-planta-animal. Em países desenvolvidos de clima temperado, estudos têm sido realizados acerca da fisiologia e morfologia de plantas forrageiras, encontrando-se num estágio bastante evoluído, que têm assegurado, não somente uma base sólida de manejo de pastagens, como também auxílio nos trabalhos de melhoramento genético e de produção de sementes das mesmas.

Sendo o perfilhamento uma forma de crescimento que as gramíneas desenvolveram em sua evolução, como mecanismo de produção e sobrevivência sob situação de desfolha, este apresenta-se como resposta da planta a diversos fatores de ambiente e manejo, de forma a assegurar a longevidade e a perenização das pastagens. Logo, o estudo e entendimento da dinâmica populacional de perfilhos bem como de suas taxas de natalidade, mortalidade, sobrevivência e florescimento tornam-se de suma importância para o bom manejo das pastagens, uma vez que os perfilhos se constituem nas unidades vegetativas básicas das gramíneas forrageiras e, via de regra, suas densidades e pesos possuem correlação positiva com a produção de forragem (Hodgson, 1990). Torna-se necessário, então, que pesquisas sejam conduzidas em nosso país objetivando avaliar aspectos relacionados à planta, tais como disponibilidade de forragem, composição botânica, dinâmica populacional de perfilhos, fluxo de tecidos e taxas de acúmulo de matéria seca, bem como a interferência do animal e do meio nesses parâmetros.

O perfilhamento é um fenômeno determinante da produção das pastagens e é afetado por muitos fatores, alguns controláveis (nutrição, manejo de corte ou pastejo, densidade de plantio, etc.) e outros não (luz, temperatura, fotoperíodo). Assim, a maior produtividade de uma pastagem será obtida quando o máximo de fatores interferentes estiverem atuando positivamente. Contudo, é essencial saber utilizar eficientemente a produção obtida. Para tanto, conhecer a planta e manipular o perfilhamento de forma a favorecer a produção de forragem, sem prejudicar a persistência das pastagens, é um compromisso que une conhecimento técnico, talento e dedicação daqueles que buscam o desenvolvimento dos sistemas de produção, visando o eficiente ajuste entre demanda e

oferta de alimentos proveniente de um complexo solo-planta-animal circunscritos a um dado ambiente.

Evidencia-se, portanto, que o entendimento dos processos dinâmicos que ocorrem em nível de perfilho e interação na comunidade de plantas, bem como aqueles que consideram as variações relativas à interface planta-animal-ambiente em pastagens, tornam-se de grande importância para o desenvolvimento de técnicas de manejo que visem maior produtividade do sistema como um todo. A otimização de sistemas de pastejo não pode ser atingida a partir da maximização da quantidade de forragem produzida ou da ingestão pelos animais de forma independente, mas sim como o resultado de um compromisso entre os processos dinâmicos e concomitantes que ocorrem no pasto, quais sejam crescimento, senescência e consumo. Para que este objetivo seja atingido, torna-se necessário que exista uma visão mais ampla quanto à manutenção e persistência da planta forrageira e, para tanto, as adaptações estruturais, morfológicas e botânicas do pasto, para um sistema de pastejo utilizado, devem ser consideradas (Lemaire & Agnusdei, 1999).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os efeitos da intensidade de pastejo sobre a dinâmica, a densidade populacional de perfilhos e o acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp., utilizando-se ovinos em regime de lotação contínua.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conceituação e Desenvolvimento de Perfilhos

Conceituado como a unidade vegetativa básica das gramíneas (Hodgson, 1990), o perfilho possui importância ímpar no que diz respeito à produtividade e sustentabilidade dos sistemas de pastejo utilizados com quaisquer plantas forrageiras. Este agrega e sustenta todos os demais órgãos que, em última análise, constituem as formas de crescimento das plantas forrageiras (exceto as raízes), sejam estes as folhas completamente expandidas e fotossinteticamente ativas, folhas em expansão que ainda não atingiram sua capacidade fotossintética total, folhas que ainda não emergiram, meristema apical e gemas axilares (Rodrigues & Rodrigues, 1987). Portanto, a produção total de forragem de um pasto será determinada pela contribuição relativa de cada unidade que constitui o dossel e pelo conjunto de unidades (população) que constituem a comunidade de plantas (Nelson & Zarrough, 1981; Volenec & Nelson, 1983).

Quando se considera comunidades de plantas em pastagens já estabelecidas e manejadas, sob algum sistema de pastejo, encontra-se mais de um tipo de perfilho em diferentes fases de desenvolvimento, que, segundo suas classificações (Langer, 1963), podem ser: aqueles que surgiram inicialmente a partir da emergência das plântulas, sendo chamados de perfilhos-pai ou principais, aqueles surgidos a partir destes, constituindo os primários e os que se originaram destes últimos, ditos secundários, e assim sucessivamente. Já, quanto a localização da gema de crescimento, ou local de origem de seu desenvolvimento, os perfilhos podem ser denominados como basais ou laterais (Langer, 1963). Quanto ao estágio de desenvolvimento os mesmos são chamados de vegetativos ou reprodutivos, sendo estes últimos caracterizados pela

emissão de inflorescência (Jewiss, 1972). Em relação ao período de florescimento existem perfilhos ditos anuais, os quais florescem e morrem no mesmo ano de seu aparecimento, os bianuais, que florescem e só morrem no ano seguinte ao seu aparecimento e também aqueles que não completam seu florescimento, cuja vida pode variar de poucas semanas a até mais de um ano (Langer, 1956).

2.2 Fatores que Afetam o Perfilhamento

Em gramíneas o embrião geralmente contém gemas microscopicamente visíveis na axila dos coleóptiles, possuindo de uma a duas folhas nesta fase. Em um determinado estágio, após a germinação, a nova planta inicia a produção de seus brotos laterais ou perfilhos e subsequentes gemas axilares a partir destes. Com exceção dos coleóptiles, os perfilhos aparecem na ordem natural da sucessão foliar determinada geneticamente, mas são as condições de ambiente, juntamente com a expressão genética da planta, que decidem qual gema será a primeira a se desenvolver (Langer, 1956).

2.2.1 O controle do genótipo

As espécies vegetais diferem quanto à taxa de produção de perfilhos uma vez que o perfilhamento é uma característica controlada geneticamente (Langer, 1963). Assim, esta seria uma primeira característica a ser considerada quando do estudo de plantas forrageiras em uma relação com os outros fatores externos (Langer, 1979). Mitchell (1953b) demonstrou que o perfilhamento foi afetado pela intensidade de luz e temperatura, e que o efeito de ambos era dependente do genótipo da planta. Nabinger & Medeiros (1995) afirmaram ser o genótipo das plantas forrageiras que determina a velocidade de expansão de folhas e o potencial de perfilhamento das mesmas, desde que não haja condições limitantes de crescimento.

Com a produção de uma nova folha primordial, o meristema apical produz uma nova gema axilar que possui a potencialidade de crescer e produzir um novo perfilho (Jewiss, 1972). Uma vez que, o tempo entre o aparecimento de um determinado número de folhas (dependente da espécie em questão) é relativamente constante para que haja o surgimento de um novo perfilho, torna-se possível calcular diretamente o máximo número de perfilhos que pode aparecer durante o intervalo (tempo, horário, graus-dia, etc.) entre o mesmo estágio de crescimento em duas folhas sucessivas (filocrono) (Wilhelm & McMaster, 1995). Este número de perfilhos corresponde ao conceito de “site filling” (Davies, 1974; Zarroug et al., 1984; Neutboom & Latinga, 1989) ou “site usage” (Skinner & Nelson, 1994a).

Considerando que os perfilhos surgem das gemas axilares e que estas se desenvolvem na base de cada folha, pode-se inferir que a taxa de perfilhamento é determinada tanto pelo filocrono como pela taxa de desenvolvimento das gemas em perfilhos. Contudo, deve-se considerar a reconhecida sensibilidade do perfilhamento à desfolha e ao ambiente luminoso (Gautier et al., 1999) onde, para plantas espaçadas, o perfilhamento depende principalmente do filocrono (Davies & Thomas, 1983). Em relvados mais densos, o maior perfilhamento ocorre essencialmente em função do maior desenvolvimento das gemas (Gautier et al., 1999). Estes comportamentos são dependentes da qualidade de luz recebida pelas plantas individuais integrantes de uma comunidade (Deregibus et al., 1985).

2.2.2 A dominância apical, controle hormonal e translocação de reservas

Em gramíneas o controle da gema apical sobre os meristemas laterais parece ser exercido através de uma auxina (possivelmente o ácido indolacético) sintetizada na região apical e transportada para os meristemas laterais (Phillips, 1972; Clifford, 1977).

Na tentativa de responder a algumas questões relativas a qual ou quais fenômenos podem causar a parada e o reinício do perfilhamento, Jewiss (1972) obteve três respostas possíveis. A primeira estaria relacionada com a ação da dominância apical,

onde o ápice do caule agiria como um absorvente metabólico, competindo com as gemas axilares e obtendo maior sucesso que estas no momento do alongamento dos internódios. A segunda possibilidade seria uma inibição das gemas laterais por alguma auxina, originando o desenvolvimento do ápice ou dos meristemas intercalares responsáveis pela extensão do caule. Já a terceira e mais ampla explicação seria uma combinação das duas primeiras respostas, onde tanto o controle do desenvolvimento das gemas laterais como a regulação do suprimento de assimilados até a gema agiriam em conjunto, controlando a divisão e expansão celular.

A aplicação de citoquininas nos meristemas resulta no seu desenvolvimento e sua liberação do controle apical, demonstrando que ocorre uma deficiência de citoquininas nos meristemas laterais inibidos (Jewiss, 1972; Awad & Castro, 1983).

A morfogênese de plantas pode ser definida como a dinâmica de geração (*gênesis*) e expansão da forma da planta (*morfo*) no espaço (Chapman & Lemaire, 1993). Segundo Gillet et al. (1984), pode-se considerar que as plantas têm uma morfogênese geneticamente programada, com uma taxa que é dependente da temperatura. Este programa morfogenético determina as flutuações e coordenações dos meristemas em termos das taxas de produção e expansão de novas células que, por sua vez, definem a dinâmica de expansão de órgãos em crescimento (folha, internódio, perfilho) e as demandas de C e N necessárias para preencher o volume expandido. Desta forma, o programa morfogenético pode ser acoplado a um processo trófico que determina a quantidade de assimilados supridos (Lemaire & Agnusdei, 1999).

Em muitas espécies de gramíneas, as altas temperaturas reduzem o perfilhamento, sugerindo que uma depleção nos carboidratos de reserva, através do rápido crescimento e/ou altas taxas de respiração, atua para reduzir a iniciação da gema em perfilho (Matthew et al., 1999). Mitchell (1953a) concluiu que o perfilhamento é dependente da interação entre auxina e nível de carboidratos de reserva da planta. Já Corsi et al. (1994) relatam que, após a desfolha, os metabólitos para produção de novos perfilhos, folhas e raízes provém da fotossíntese ou de reservas acumuladas nas raízes e bases dos colmos, nos intervalos entre cortes. Em trabalho conduzido com *Festuca arundinacea* (Schreb), Skinner & Nelson (1994b) concluíram que o aumento em

perfilhamento não foi limitado pelo nível de carboidratos de reserva, e que a competição por carboidratos não afetou a elongação das folhas e a iniciação de perfilhos.

Tanto o número como o tamanho dos perfilhos aumentam quando se eleva a translocação de carboidratos de reserva, contudo, isto somente ocorrerá se os produtos da fotossíntese e/ou metabolismo, bem como os carboidratos não estruturais estocados, sofrerem uma redistribuição dos perfilhos pais para os filhos (Da Silva, 1994). Nos casos onde os perfilhos pais são removidos inteiramente ou a translocação destes para os filhos é reduzida devido à competição com o desenvolvimento da inflorescência, o número e o tamanho dos novos perfilhos são reduzidos (Matthew & Chu, 1991).

2.2.3 Fatores de ambiente

Os principais fatores de ambiente relacionados ao perfilhamento são temperatura, luz, suprimento de água e nutrição mineral (Langer, 1979). Estudos conduzidos acerca da influência destes no perfilhamento, possibilitaram verificar que o efeito de um fator qualquer está associado à magnitude ou intensidade dos outros (Laude, 1972).

A produção de gemas laterais não é muito afetada pelas condições de ambiente, mas o desenvolvimento e emergência dos perfilhos é altamente dependente dessas gemas. Em condições de ambiente ótimas para o crescimento das plantas, o desenvolvimento das gemas laterais é regido pelo controle genético em plantas vegetativas. Porém, sob condições adversas, o perfilhamento é muito mais afetado do que a produção de folhas e as gemas dos perfilhos, então, se acumulam, podendo desenvolver-se, algum tempo depois, quando as condições de ambiente se tornarem favoráveis novamente (Mitchell, 1953a).

O ótimo de temperatura para o crescimento das espécies está associado ao ciclo fotossintético que as plantas realizam (Langer, 1963; Rodrigues & Rodrigues, 1987). A taxa de perfilhamento é positivamente influenciada pela temperatura e o ótimo de

temperatura para o perfilhamento normalmente é menor que para o aparecimento de folhas (Parsons & Williams, 1982).

A intensidade luminosa parece ser o fator de ambiente mais limitante na dinâmica do perfilhamento em gramíneas, pois muitas espécies têm sido examinadas e, sem exceção, as maiores intensidades luminosas favoreceram o perfilhamento (Langer, 1979). De acordo com Robson et al. (1988), o perfilhamento é estimulado por altos níveis de radiação solar incidente já que em níveis baixos o crescimento de gemas axilares e basais é igualmente reduzido. Observações feitas em pastos de azevém perene, cortados de forma não frequente, mostraram que o número de perfilhos por planta e por unidade de área aumenta rapidamente (alta taxa de nascimento) durante o final do inverno e início da primavera e atinge seu valor máximo em abril, o que foi atribuído à maior disponibilidade de luz e temperatura (Colvill & Marshall, 1984).

Plantas forrageiras utilizadas em sistemas de pastejo estão sujeitas a sucessivos eventos de desfolha e sob desfolha. Em situação de desfolha frequente, existe uma pequena competição por luz devido à constante remoção da área foliar das plantas. Já em situação de desfolha infrequente, a competição por luz torna-se intensa e aumenta à medida que aumenta o período entre desfolhas sucessivas (Gautier et al., 1999).

A competição reduz a interceptação de luz pela planta (reduz a intensidade do fluxo fotossintético) e também muda a composição do “espectro de luz” (diminuindo a luz azul e a razão vermelho: infra-vermelho). Esta mudança na qualidade de luz resulta em respostas morfogênicas da planta mediadas por diferentes foto-receptores, principalmente os fitocromos sensíveis à razão vermelho: infra-vermelho e demais pigmentos fotossintéticos (Gautier et al., 1999). Os efeitos morfogênicos da qualidade da luz também controlam o perfilhamento através do sistema fitocromo reversível, principalmente nas porções que estão sujeitas ao sombreamento devido ao desenvolvimento do dossel (Deregibus et al., 1985). Assim, as plantas estão frequentemente sujeitas a variações na razão vermelho: infra-vermelho na energia luminosa incidente. A proporção de vermelho (600-700 nm): infra-vermelho (700-800 nm) da luz que atinge as plantas ou partes das plantas no dossel será uma consequência do número de folhas, seu ângulo de disposição e a contribuição relativa da radiação

difusa e direta recebidas (Smith, 1981). Testando os efeitos do enriquecimento da parte baixa do dossel com luz vermelha (660 nm), Deregibus et al. (1985) observaram diferenças significativas na população de perfilhos por planta de *Paspalum dilatatum* (Poir.) ao longo das estações de crescimento, quando comparadas com o tratamento controle (ambiente natural). O aumento no aparecimento de perfilhos, em resposta ao aumento da razão vermelho: infra-vermelho da luz incidente, tem sido demonstrado para um grande número de gramíneas, incluindo *Lolium multiflorum* (Lam.) e *Lolium perenne* (L.) (Gautier et al., 1999). Uma diminuição da razão vermelho: infra-vermelho associada com a densidade de plantas reduz o perfilhamento através do atraso do desenvolvimento das gemas em perfilhos sem mudanças no filocrono (Deregibus et al., 1985).

Em relvados pastejados sob regime de lotação intermitente, o dossel aumenta sua área foliar logo após a desfolha devido ao efeito da formação de novos perfilhos e o crescimento das folhas pertencentes aos perfilhos já existentes (Matthew et al., 1999). Um sinal para a liberação das gemas e produção de novos perfilhos pode ser a alta relação vermelho: infra-vermelho do “espectro” da luz incidente e, como a diminuição nesta razão ocorre bem antes da diminuição na densidade de fluxo do fóton fotossintético, esta previne o desenvolvimento de perfilhos antes de qualquer redução na assimilação de carbono, favorecendo o crescimento dos perfilhos existentes. Mais tarde, quando a intensidade luminosa fotossintética dentro do dossel é reduzida, o perfilhamento irá também ser reduzido pela diminuição no número de gemas locais (devido exclusivamente à intensidade luminosa fotossintética) e pela falta de desenvolvimento de algumas gemas já existentes (devido ao efeito combinado da baixa razão vermelho: infra-vermelho e da menor intensidade luminosa fotossintética) (Gautier et al., 1999). Portanto, é esperado que flutuações estacionais na quantidade de energia luminosa recebida produzam uma variação estacional da área foliar e, com isso, mudanças estacionais em densidades populacionais de perfilhos, considerando que a média de vida de um perfilho seja menor que um ano (Matthew et al., 1999).

A partir de estudos de ambientes controlados e experimentos de sombreamento em condição de campo, determinou-se que o principal efeito da redução na radiação,

sobre o crescimento e desenvolvimento de gramíneas, é a redução na produção de perfilhos (Langer, 1963). Cada perfilho possui sua própria dinâmica de renovação de folhas, crescimento e produtividade dependendo, conseqüentemente, da contínua produção de novas folhas e perfilhos para reposição daqueles que morreram ou foram cortados. A vida momentânea das folhas individuais ou perfilhos está relacionada com o aparecimento de seus pontos de crescimento e, sob condições de estresse como sombreamento, a taxa de mortalidade de folhas é acelerada, podendo levar à morte todos os perfilhos (Marshall, 1987).

Tal como em outras plantas, o florescimento em gramíneas, com exceção de algumas espécies de dias neutros, é, em última análise, controlado pelo comprimento do dia, ou seja, pelo fotoperíodo, e este parece ser o fator que afeta mais diretamente o florescimento. Contudo, alguns outros fatores de ambiente são necessários para completar a resposta do fotoperíodo (Langer, 1956).

Ryle (1966) estudou os efeitos do fotoperíodo no perfilhamento de gramíneas perenes (*Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* Huds.) em câmaras de crescimento e observou que todas as espécies desenvolveram mais perfilhos em dias curtos (8 horas de luz) do que em dias longos (16 horas de luz). Observou também que o peso final por planta foi maior em fotoperíodo longo do que em curto em função do peso individual dos perfilhos ter aumentado, embora seu número tivesse diminuído. De acordo com esse autor, a competição entre os centros de divisão e expansão celular ativos por fotossintetizados poderia explicar o decréscimo na taxa de produção de folhas e perfilhos, frequentemente encontrada em fotoperíodos longos. A taxa de expansão de primórdios foliares e folhas não emergidas poderia provavelmente diminuir pelo aumento na competição por assimilados.

Santos (1997) trabalhando com *Panicum maximum* (Jacq.) cultivares Mombaça e Tanzânia, constatou que houve efeito de época do ano sobre a densidade populacional de perfilhos para ambos os cultivares. As maiores densidades populacionais foram de 245 e 359 perfilhos/m² encontradas no final da primavera (novembro/dezembro) e as menores de 110 e 136 perfilhos/m² para o Mombaça e Tanzânia, respectivamente, durante o outono (abril/maio), mantendo-se constante durante o resto do ano. Os baixos valores de

outono foram justificados pelo aumento do tamanho dos perfilhos e pela maior competição entre eles durante florescimento.

Perfilhos de uma mesma planta constituem uma população heterogênea de caules com pronunciadas diferenças fisiológicas e morfológicas. Portanto, as respostas variadas em termos de florescimento, devido à influência de fatores de ambiente, refletem essas diferenças (Langer, 1956).

Segundo Langer (1979), há bastante informação sobre a importância da nutrição mineral no perfilhamento de gramíneas. Tanto em cereais quanto em gramíneas utilizadas sob pastejo, a produção de perfilhos é grandemente afetada principalmente pela elevação no suprimento de nitrogênio, fósforo e potássio, além de outros nutrientes em menor escala. Entre os macro-elementos, o nitrogênio parece ser o mais importante.

O nitrogênio (N) assume papel muito importante no crescimento e produção das plantas forrageiras, pois quando esse é deficiente, o perfilhamento diminui e, ao aumentar seu suprimento, eleva-se o número de perfilhos por planta (Langer, 1963). Nelson & Zarrouh (1981) realizaram um experimento onde testaram níveis de fertilização com nitrogênio e relacionaram seus efeitos com a densidade populacional e peso de perfilhos. Concluíram que doses de até 90 kg N ha⁻¹ estimularam mais a densidade populacional do que o peso de perfilhos. Doses superiores aumentaram sensivelmente o peso dos perfilhos, provavelmente devido à densidade populacional ter atingido seu valor máximo.

Os efeitos da adubação potássica foram avaliados por Mattos (1997) em *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain. cultivada em solução nutritiva, onde se observou que o número de perfilhos foi significativamente influenciado pelas doses de potássio empregadas. Porém, Herling et al. (1991), estudando os efeitos da adubação nitrogenada (80 e 160 kg N ha⁻¹) e potássica (80 kg K₂O ha⁻¹) sobre o perfilhamento basal e lateral em capim setária, em regime de cortes (30, 40, 50 e 60 dias de crescimento), concluíram que a adubação potássica não promoveu efeito algum sobre os parâmetros avaliados. Já a adubação nitrogenada, bem como sua interação com dias de crescimento, promoveram acréscimos sobre o perfilhamento basal e lateral daquela gramínea.

Na maior parte dos solos tropicais a disponibilidade de fósforo para as plantas está abaixo do nível crítico, de forma que este se constitui no nutriente mais limitante para o estabelecimento das pastagens. Monteiro et al. (1997), estudando a resposta de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf ao fósforo em solução nutritiva, observaram que este promoveu aumentos significativos na produção de forragem e número de perfilhos em cada corte realizado.

2.3 Perfilhamento e Produtividade de Forragem

Historicamente, o estudo de plantas forrageiras em pastagens tem atraído muitos esforços de pesquisadores em países localizados em quase todas as regiões geográficas do mundo, incluindo Reino Unido, América do Norte, América Latina, Austrália, Japão, China, União Soviética, Europa, Leste da África e África do Sul. Dentre esses, a literatura existente no Reino Unido é a mais abundante e dominada por estudos com Azevém perene (*Perennial ryegrass*), os quais são normalmente direcionados para a necessidade de intensificar os sistemas de produção e, frequentemente, são realizados com relvados cultivados em casas de vegetação ou em condições de campo. Já a literatura oriunda de outras regiões geográficas tende a abranger o estudo de muitas espécies de plantas sem que haja a preocupação do entendimento dos processos morfofisiológicos concomitantes que ocorrem em cada uma. Isto determina sistemas de produção normalmente mais extensivos (Matthew et al., 1999).

De acordo com Chapman & Lemaire (1993), os três principais parâmetros morfogénéticos em nível de folha (taxa de expansão foliar, taxa de aparecimento de folha e tempo de vida da folha) determinam, juntos, os componentes de estrutura do pasto: o tamanho de folhas maduras, o número máximo de folhas verdes por perfilho e o número potencial de perfilhos. Dentre as características morfológicas referentes às gramíneas forrageiras, o perfilhamento tem sido apontado como a de maior importância para o estabelecimento e produtividade das mesmas (Corsi & Nascimento Jr., 1986),

uma vez que assegura uma via vegetativa efetiva de propagação, além de permitir íntima relação com vários processos morfofisiológicos determinantes da produtividade e longevidade das pastagens (Da Silva & Pedreira, 1997).

Segundo Jewiss (1972), na planta forrageira o perfilhamento corresponde a uma forma de auxiliar o estabelecimento e assegurar a perenidade da espécie. Além dessa função, a manutenção de uma pastagem densa (com muitos perfilhos) assegura maior proteção do solo contra a ação de fatores de ambiente, controlando plantas invasoras através do sombreamento e tolerância a pragas e doenças (Tokeshi, 1986).

Hodgson (1990) inferiu que as variáveis do pasto que apresentam maior influência sobre a produção de forragem são a altura do relvado e o índice de área foliar (IAF), principalmente quando se trata de gramíneas forrageiras prostradas, de porte baixo e com alto potencial de perfilhamento. No entanto, uma avaliação mais detalhada da área foliar da comunidade do dossel deve levar em conta a taxa de expansão de folhas, densidade populacional de perfilhos e o número de folhas por perfilho, uma vez que o IAF é função da interação entre eles (Chapman & Lemaire, 1993). Assim, taxas baixas de elongação de folhas podem ser parcial ou totalmente compensadas por elevadas densidades populacionais de perfilhos. Conforme demonstrado por Corsi et al. (1994), apesar da *Brachiaria brizantha* apresentar maior taxa de expansão de folhas e perfilhos mais pesados, a *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweicherdt possui maior densidade populacional de perfilhos, maior taxa de aparecimento de folhas e menor tempo de expansão de folhas, mostrando, portanto, melhores condições de suportar pastejos mais frequentes e intensos que a *Brachiaria brizantha*.

Mudanças na densidade populacional de perfilhos ocorrem porque as plantas estão competindo por fatores limitantes de crescimento (luz, CO₂, O₂, água e nutrientes). Portanto, em uma situação de baixa densidade populacional de perfilhos, onde não existe limitação de fatores de crescimento, o crescimento e a sobrevivência são limitados por atributos genéticos da espécie em questão. À medida que a densidade populacional de perfilhos aumenta, as plantas começam a competir pelos mesmos fatores limitantes até que, em altas densidades, todos os fatores limitantes estejam tomados pelas plantas,

levando a um acréscimo em suas taxas de mortalidade e decréscimo em suas taxas de natalidade (Kays & Harpe, 1974).

Existe uma relação entre peso e número de perfilhos que determina um efeito compensador de caráter tamponante sobre o acúmulo de forragem pelas plantas forrageiras, indicando a existência de um mecanismo de auto-restrição cuja severidade parece ser proporcional à densidade populacional e ao peso de perfilhos (Yoda et al., 1963; Westoby, 1984; Matthew et al., 1995). Portanto, a adoção de diferentes manejos do pastejo com base simplesmente em maior número de perfilhos por área pode, muitas vezes, não significar maior produtividade de forragem (Nelson & Zarroug, 1981; Korte et al., 1984). Resultados de experimentos com baixas densidades populacionais de plantas, onde não há competição, sugerem que o número de perfilhos é o componente mais importante, mas em situação de alta competição, o peso por perfilho passa a ser considerado o principal componente da produção de matéria seca de uma pastagem (Nelson & Zarroug, 1981). De acordo com Hodgson & Jamieson (1981), a condição ideal para alcançar altas produtividades pode ser obtida através de manejo que permita a ocorrência de perfilhos de diferentes idades e alturas na comunidade botânica. Assim, os perfilhos maiores e mais velhos permitiriam aumentos no componente peso, enquanto perfilhos menores e mais novos forneceriam aumentos na produtividade através da densidade. Contudo, deve-se considerar que tal situação somente se torna possível quando se adota sistema de lotação contínua, já que sob lotação rotacionada normalmente utiliza-se grandes densidades de lotação instantânea e a intensidade de desfolha é alta.

Perfilhos nascem continuamente na pastagem e possuem um tempo de vida limitado, normalmente não excedendo mais que um ano. Já que as plantas de gramíneas se constituem em uma agregação de perfilhos, o tempo de vida dos mesmos, bem como suas taxas de aparecimento, são importantes fatores para a sobrevivência do pasto como um todo (Langer, 1956). Assim, a taxa de crescimento do pasto corresponde a uma integral das taxas de crescimento de seus componentes (perfilhos), que é influenciada pela produção dos mesmos (Matthew et al., 1999).

As taxas de nascimento, florescimento e morte de perfilhos determinam sua contribuição para a composição botânica do relvado de forma a permitir maior ou menor acúmulo de forragem em diferentes épocas do ano (Langer et al. 1964; Korte, 1986; Hernandez Garay et al., 1997a). O reconhecimento da variação em padrões demográficos e dinâmica de perfilhos fornece base para um “ajuste fino” dos sistemas de manejo de pastejo, já que a manipulação destes tem gerado aumentos significativos na produtividade das pastagens em situações específicas (Matthew et al., 1999).

Segundo Korte (1982), o perfilhamento contribui significativamente para o crescimento vegetativo quando novos perfilhos formam uma grande proporção na população existente na pastagem. Além disso, uma grande proporção de perfilhos vegetativos indica que os animais poderiam ter oportunidade de selecionar forragem de alta qualidade, além da rebrota seguida ao pastejo poder ser maximizada devido aos meristemas apicais permanecerem vivos (Mitchell et al., 1998). Contudo, Chapman et al. (1984) afirmaram que os perfilhos recém-nascidos podem ser muito representativos em termos de demografia, mas sua contribuição para a massa de forragem do pasto é pequena, podendo ser até mesmo negligenciada. Já em situações opostas, onde grandes proporções de perfilhos estão nos estádios de alongamento e reprodução, pastejos podem ser utilizados como ferramentas para abrir o dossel e estimular, dessa forma, o nascimento de novos perfilhos, desde que os fatores de ambiente sejam favoráveis (Mitchell et al., 1998).

Conforme demonstrado por Marshall (1987) em pastagens de azevém perene, a morte de plantas em um relvado foi caracterizada por progressivo declínio no número de perfilhos vivos e estes morreram aleatoriamente, não estando este fenômeno atrelado à idade (exceto os reprodutivos) ou posição dos meristemas nas plantas. Em pastagens já estabelecidas, existe um mecanismo de renovação através do qual os perfilhos mais velhos morrem à medida que os mais novos vão sendo produzidos (Kays & Harpe, 1974).

O ponto crítico do desenvolvimento reprodutivo dos perfilhos é o alongamento do caule, pois a partir desse os perfilhos podem ser classificados irreversivelmente como reprodutivos (Korte et al., 1984). As mudanças fisiológicas do perfilho são intensas

nesse ponto, e qualquer dano subsequente no caule resulta na morte do mesmo (Woodward, 1998). Langer (1956) observou uma relação linear entre a idade média dos perfilhos e seu florescimento, onde a maior parte dos perfilhos morreu durante o curso de um ano, principalmente por terem iniciado o processo de florescimento.

Em países de clima temperado o desenvolvimento reprodutivo da maioria das espécies vegetais ocorre normalmente durante a primavera, após o requerimento induzido por temperatura baixa (vernalização) e/ou dias curtos no inverno tenha sido satisfeito e, em alguns casos, após um mínimo crítico de comprimento do dia tenha sido excedido (Langer, 1963). Nesta fase, o meristema basal apresenta uma mudança em seu desenvolvimento caracterizada pelo alongamento rápido da haste até a emissão da folha bandeira e inflorescência, morrendo o perfilho algum tempo depois desse evento (Marshall, 1987).

Nas espécies de gramíneas perenes somente parte dos perfilhos floresce no ano em que aparecem, de tal maneira que, em qualquer dado momento, parte dos perfilhos encontra-se no estágio vegetativo contribuindo, assim, para a perenidade da planta (Langer, 1956). A contribuição dos perfilhos nascidos logo após o florescimento na população como um todo pode ser pequena (<10%) durante o inverno, porém sua participação para a geração de novos perfilhos durante a primavera pode ser muito grande (>50%), revelando a importância da natalidade dos perfilhos durante o verão (Black & Chu, 1989).

A morte de perfilhos vegetativos como um todo (incluindo suas folhas) resulta de muitos processos, incluindo sombreamento, pastejo severo, arranquio, fezes e urina (deposição), pisoteio, florescimento, competição por nutrientes, doenças ou predação por insetos (Ong et al., 1978; Matthew et al., 1996). A principal causa de morte dos perfilhos vegetativos é o sombreamento dos pequenos perfilhos, devido ao aumento da massa do relvado (Ong et al., 1978; Colvill & Marshall, 1984; L'Huillier, 1987). Embora essas perdas representem um grande número de perfilhos, particularmente em sistemas com pastejo pouco intenso (L'Huillier, 1987), os perfilhos mortos nessa fração são geralmente muito pequenos (Ong et al., 1978). Já a principal causa de mortalidade de perfilhos reprodutivos em relvados pastejados é atribuída ao pastejo (Chapman et al.,

1984; L'Huillier, 1987), pois quando uma pequena porção do caule é removida pelos animais durante esta fase de desenvolvimento da planta, o perfilho todo morre.

Korte (1986) verificou em seu experimento de corte que perfilhos reprodutivos continuaram a aparecer depois que o grupo principal de perfilhos reprodutivos havia sido decapitado no final da primavera, e sugeriu que estes poderiam ter se originado das gemas “vernalizadas”, que teriam se tornado dormentes devido à dominância apical. Chapman et al. (1984) observaram pequeno número de perfilhos mortos a partir daqueles que já estavam no estado reprodutivo.

Muitas espécies de gramíneas parecem já possuir padrões estacionais programados de nascimento e morte de perfilhos, sendo que essas grandes flutuações podem ser referidas como uma estratégia de perenização, frequentemente associadas com o florescimento. Já que essas diferenças entre espécies e mesmo cultivares existem, bem como diferenças entre anos sucessivos, o conhecimento das estratégias de perenização para cultivares ou espécies pode ser utilizado para a determinação do regime de manejo que irá promover maior produtividade, através do reconhecimento do ciclo natural de reposição de perfilhos (Matthew et al., 1999).

Segundo Langer (1956), as taxas de mortalidade dos perfilhos geralmente aumentam com sua idade, de forma que a sobrevivência de um relvado é conseguida através da produção contínua de novos perfilhos e pela habilidade destes em permanecerem vivos por algum tempo. Contudo, estudos de campo com azevém perene têm sugerido que as taxas de mortalidade instantâneas dos perfilhos vegetativos são independentes da idade dos mesmos (Colvill & Marshall, 1984; Korte, 1986). Juntamente com estes, os perfilhos reprodutivos morrem quando seus caules amadurecem ou são pastejados (Woodward, 1998). Portanto, as pastagens não são comunidades estáticas, mas apresentam um padrão de mudanças integradas entre perfilhos e suas histórias de vida e, desta forma, novas formações e perdas sucessivas mantêm o estado dinâmico do pasto (Hernandez Garay et al., 1997b).

Woodward (1998) destaca que a morte de material de planta em relvados perenes resulta de inúmeros processos, principalmente da senescência de folhas, morte de perfilhos e pastejo, destacando que esses processos devem ser entendidos com mais

detalhes para o suprimento de alta qualidade do pasto através do manejo, especialmente para vacas leiteiras durante a estação reprodutiva do pasto.

Bullock et al. (1994), trabalhando com ovinos, observaram que as maiores taxas de mortalidade de perfilhos foram registradas para as maiores taxas de lotação utilizadas. Contudo, Chapman et al. (1984) e L'Huillier (1987) não observaram diferenças nessas taxas para as intensidades de pastejo testadas em azevém perene durante o outono-inverno, utilizando vacas leiteiras e ovinos, respectivamente. Os eventos de desfolha, em nível de perfilho individual ou em nível de folha individual, podem ser descritos a partir de dados oriundos de perfilhos marcados no relvado pastejado e pela descrição do número de eventos de desfolha ocorridos na população de perfilhos marcados durante o intervalo de tempo entre as medições (normalmente 2 a 3 dias). Wade et al. (1989) mostraram que a probabilidade de desfolha de perfilhos individuais em relvados pastejados está diretamente relacionada com a densidade de lotação através de uma função linear. Este fato mostrou que a proporção de perfilhos desfolhados a cada dia aumenta proporcionalmente com o aumento na densidade de lotação. Então, para um relvado mantido em um índice da área foliar constante por frequentes ajustes em densidade de lotação durante um dado período, como proposto por Mazzanti & Lemaire (1994), a proporção de tecidos removida pelos animais é diretamente dependente da densidade de lotação. Portanto, a clássica resposta linear de senescência de forragem de acordo com a altura do relvado, descrita por Bircham & Hodgson (1983), e repetidamente obtida em muitas condições, pode ser interpretada não como um efeito da altura por si, mas como o efeito da diferença em densidade de lotação associado com diferentes tratamentos de altura do relvado. Neste enfoque, enquanto altura e índice da área foliar são características do relvado relevantes para determinar as respostas em produção de forragem através do controle da interceptação luminosa e da morfogênese da planta, eles não são determinantes diretos das taxas de senescência observadas em relvados pastejados continuamente (Lemaire e Agnusdei, 1999).

2.4 Manejo do Perfilhamento e Produtividade da Pastagem

Estudando os efeitos de cinco níveis de massa de forragem residual (500, 1000, 1500, 2000 e 2500 kg de MS de folha residual/ha) e cinco ciclos de pastejo (pastejo contínuo, 14, 28, 42 e 56 dias) em capim-elefante anão, Rodrigues et al. (1986) concluíram que ciclos de pastejo curtos e baixas massas residuais devem ser evitadas no manejo dessa planta a fim de assegurar a persistência e a produtividade da pastagem. Esses resultados se basearam em estudos de perfilhamento, onde os autores observaram que a forma predominante de perfilhamento do capim-elefante anão consistia de perfilhos primários, os quais diminuíram de 34,9 para 15,7 perfilhos/touceira assim que os ciclos de pastejo foram encurtados e o resíduo diminuído do maior para o menor nível testado. Esses autores verificaram aumentos na produção de matéria seca por perfilho quando as plantas foram submetidas aos maiores ciclos e maiores resíduos, e também redução do número de gemas axilares por perfilho à medida que eram diminuídos os resíduos.

O acúmulo de forragem tem uma correlação positiva com a densidade populacional de perfilhos de azevém perene, principalmente durante o verão, devido este ser um período característico de intenso perfilhamento dessas plantas, pois ocorre logo após o florescimento das mesmas (Matthew, 1992; Hernandez Garay et al. 1997b). Korte et al. (1984) observaram que a diminuição no acúmulo de matéria seca que ocorreu no tratamento com pastejo leve, em relação ao intenso, observada em pastagens de azevém perene, estava intimamente atribuída à diminuição na densidade populacional de perfilhos naquelas pastagens desde a metade do verão até o final do experimento no inverno. Adicionalmente, constataram alta proporção de forragem verde e baixa de forragem passada (velha) acumulada em condições de pastejo intenso quando comparada a condições de pastejo leve, revelando, portanto, que o pastejo intenso diminuiu significativamente o número de perfilhos reprodutivos quando comparado ao pastejo leve. Esta afirmativa está de acordo com Xia et al. (1990), que também afirmaram ser o pastejo intenso aquele que resulta em maiores taxas de produção líquida do pasto quando comparado ao pastejo leve e, particularmente, sobre a produção líquida

de folhas. Porém, em outro trabalho Korte (1982) relatou que as diferenças nas densidades populacionais de perfilhos desapareceram durante o inverno, mesmo sob intensidades de pastejo diferentes (leve e intensa).

Existe um consenso no que diz respeito à queda marcante na densidade populacional de perfilhos que se encontram no estágio vegetativo quando ocorrem interrupções por crescimento reprodutivo, principalmente se esse fenômeno fisiológico acontecer por um período de tempo prolongado (Ong et al., 1978; Korte et al., 1984; Korte, 1986; Hernandez Garay et al., 1997b). Porém, Korte et al. (1985) concluiu que a densidade total de perfilhos foi pouco afetada nos seis tratamentos de corte utilizados e que o atraso no desenvolvimento reprodutivo não promoveu aumento na taxa de perfilhamento subsequente. Porém, nesse mesmo trabalho o autor não considerou os efeitos sobre o aparecimento e longevidade dos perfilhos.

Segundo Matthew (1992), em pastagens de azevém perene durante a primavera e início do verão, normalmente ocorre um grande aumento no número de perfilhos reprodutivos sob pastejo leve os quais, em pastejo intenso, são removidos (consumidos), estimulando o rápido desenvolvimento de novos perfilhos vegetativos, que pode ocasionar então um aumento da produção de forragem em períodos subsequentes a esse manejo. Contudo, a manutenção de um número fixo de animais sobre a pastagem deve ser sempre evitada, pois os efeitos desse manejo associados às variações na taxa de crescimento ocasionadas pelo clima, podem gerar certas condições no relvado que levem a prejuízos na estrutura do mesmo. Desta forma, os perfilhos podem ser prejudicados quanto ao seu potencial de produção por um longo período de tempo, devido ao sub ou super-pastejo praticado pelos animais nessas condições.

Nas fazendas da Nova Zelândia, os pastos são o principal recurso alimentar para os animais (Hodgson, 1990). Durante o período de verão e outono o manejo desse recurso é complicado por mudanças na estrutura do pasto, as quais são relacionadas com o desenvolvimento reprodutivo e condições de tempo seco e quente. Esses efeitos podem levar ao acúmulo de material morto e de caule no relvado, resultando em alta massa de forragem e, desta forma, a produção animal pode ser restringida pela baixa qualidade da forragem acumulada (Korte et al., 1984).

Da Silva (1994) testou uma estratégia alternativa de manejo proposta e avaliada por Korte (1982); Korte et al. (1984); Matthew & Chu (1991) e Matthew (1992), porém utilizando e avaliando o desempenho produtivo de vacas leiteiras. Esse manejo alternativo chamado “controle tardio de pastejo” utilizado na primavera, difere da forma tradicional de utilização das pastagens na Nova Zelândia durante esse período e consiste no “atraso” para realização de pastejo intenso até que as plantas atinjam o estágio fenológico da antese. Os resultados obtidos dos experimentos realizados por Da Silva (1994) envolvendo esses princípios de manejo revelaram um aumento da produção de matéria seca da ordem de 750 kg ha^{-1} correspondendo a 25% de incremento obtido entre os meses de outubro e novembro e $1.000 \text{ kg de MS ha}^{-1}$ correspondentes a 20% de incremento de janeiro a abril em relação ao tratamento controle (manejo tradicional). Esses resultados positivos em acréscimo na produção de MS das pastagens, segundo o manejo alternativo, refletiram em incrementos de 10% na produção de sólidos totais do leite e 25 kg de gordura a partir de cada tonelada de MS extra acumulada por hectare. Os perfilhos produzidos segundo essa nova forma de manejo, apresentaram-se maiores do que aqueles produzidos sob condições de manejo convencional. Esses efeitos ocorreram em função do atraso na realização do pastejo durante o período que antecede o florescimento (após o alongamento do caule e, antes da formação da inflorescência) permitir às plantas que acumulassem grandes quantidades de carbono que seriam enviadas para o evento reprodutivo (Matthew & Chu, 1991). Nessa fase, um pastejo mais drástico levou a uma redistribuição de carbono dos perfilhos-pai para os filhos (Matthew & Chu, 1991; Matthew, 1992).

Os efeitos no aumento da produtividade das pastagens durante os períodos de verão e outono verificados por Korte (1986), L’Huillier (1987) e Da Silva (1994) foram confirmados em um trabalho mais recente realizado por Hernandez Garay et al. (1997b) com pastagens de azevém perene exclusivo e em consórcio com trevo branco na Nova Zelândia. Os autores realizaram dois experimentos testando três tratamentos de pastejo, os quais compreendiam o tratamento controle (pastejo pesado) e dois tratamentos alternativos (6 e 12 semanas de pastejo leve) antes do período da antese. Concluíram que o aumento na produção de forragem observado durante o verão e outono, permitido pela

imposição de manejos que combinaram pastejo leve durante a primavera e pastejo pesado durante o período da antese, pôde ser atribuído ao aumento na densidade populacional de perfilhos durante os mesmos períodos. O aumento mais acentuado foi observado para o tratamento com maior tempo de pastejo leve (12 semanas) antes da antese, e isto foi relacionado as maiores taxas de natalidade observadas a partir do início do verão, logo após a eliminação do grupo principal de perfilhos reprodutivos.

Diversos pesquisadores (Korte, 1986; L'Huillier, 1987; Matthew & Chu, 1991; Da Silva, 1994) têm descrito que o crescimento reprodutivo de azevém perene é concentrado no final da primavera e durante o início do verão, porém os diferentes manejos de pastejo utilizados na primavera não alteram este período, mas o pastejo leve durante o mesmo, aumenta a proporção de perfilhos iniciando o crescimento reprodutivo (Hernandez Garay et al., 1997b).

Estudando os padrões estacionais de demografia de perfilhos e índice de área foliar do dossel de quatro gramíneas forrageiras perenes (duas de estação fria e duas de estação quente), Mitchell et al. (1998) observaram que a densidade populacional de perfilhos declinou marcadamente com o aumento do número de perfilhos reprodutivos para as quatro espécies estudadas. Esta queda em densidade populacional de perfilhos variou ao longo do ano segundo as respectivas épocas de florescimento de cada espécie. A partir desse ponto concluíram que o manejo de pastejo poderia ser baseado na população de perfilhos e índice de área foliar apresentados durante cada período do ano. Assim, propuseram uma sequência de utilização para as plantas estudadas, onde aquelas que florescessem mais cedo deveriam ser utilizadas primeiro.

Sistemas de manejo do pastejo que visam explorar o máximo potencial de produção líquida das pastagens devem ser baseados em altas taxas de perfilhamento, exigindo corte dos meristemas apicais e altos níveis de fertilidade do solo (Xia et al., 1990). O manejo adequado da pastagem somente será atingido através do reconhecimento dos fatores que interagem dentro do relvado (taxas de aparecimento, persistência, senescência e morte dos órgãos de plantas), principalmente em condições de pastejo, para as diferentes espécies forrageiras nas diferentes épocas do ano agrícola.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Espécie vegetal

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

3.1.2 Local e período do experimento

O experimento foi realizado 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’’ de latitude sul, 47°38’00’’ de longitude oeste e a uma altitude de 546 m (Ometto, 1989). O período pré-experimental foi realizado de 23 de maio de 1998 a 21 julho de 1998, com duração de 59 dias e o experimental de 18 de agosto de 1998 à 8 de março de 1999, com duração de 202 dias.

3.1.3 Solo da área experimental

O experimento foi instalado em solo classificado como terra roxa estruturada eutrófica, com horizonte A moderado, e de textura argilosa/muito argilosa. O resultado da análise de solo realizada no início da implantação da área experimental encontra-se na Tabela 1. Devido à alta fertilidade do solo não foram realizadas práticas de calagem, adubações potássicas ou fostatadas no momento da implantação do ensaio.

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	-----	-----	-----	-----	-----	-----	%
5,4	37,0	99,0	0,46	7,5	2,6	3,0	10,6	13,6	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 encontram-se na Tabela 2 e Figuras 1, 2 e 3. Estes foram obtidos no Posto Meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ-USP, localizado cerca de 500 m de distância da área experimental.

3.1.5 Animais

Para a implantação e manutenção dos tratamentos experimentais foram utilizados ovinos mestiços deslanados com grau de sangue variável da raça Santa Inês, em crescimento e adultos, com peso vivo médio em torno de 35 kg. Os animais foram distribuídos nos tratamentos considerando-se sexo, idade e peso, nessa ordem de

importância. Estes foram pesados e everminados a cada quatro semanas, segundo orientação do setor de Ovinocultura do Departamento de Produção Animal ESALQ/USP.

Tabela 2: Dados climáticos considerados durante o período experimental (de agosto/98 a março/99) e comparação com os dados dos últimos 80 anos.

Mês/ano	Temperatura (°C)			Precipitação Média (mm chuva)	Insolação Média (h/dia)
	Máxima média	Mínima média	Média		
Agosto/98	27,40	14,36	20,88	21,80	6,22
Média (80 anos - agosto)	27,31	10,95	19,13	29,40	8,14
Setembro/98	27,65	15,29	21,47	89,30	5,68
Média (80 anos - setembro)	28,06	13,35	20,70	63,30	6,83
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

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

Figura 1: Distribuição das temperaturas médias durante o período experimental (agosto/98 a março/99) comparada com a média dos últimos 80 anos.

Figura 2: Distribuição do regime pluviométrico médio durante o período experimental (agosto/98 a março/99) comparada com a média dos últimos 80 anos.

Figura 3: Distribuição das insolações médias durante o período experimental (agosto/98 a março/99) comparada com a média dos últimos 80 anos.

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” das mudas, 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 das parcelas em virtude da infestação por plantas invasoras, especialmente *Brachiaria* spp., *Cyperus* spp., *Panicum maximum* e *Cynodon dactylon* (grama seda). Foram realizadas adubações nitrogenadas durante o decorrer do ano de 1997, as quais totalizaram $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ na forma de sulfato de amônio.

Em janeiro de 1998 realizou-se um corte de uniformização, seguido de uma adubação com 40 kg N ha^{-1} na forma de sulfato de amônio. Além do controle de invasoras, foi necessário o controle de cigarrinha das pastagens (*Deois* spp. e *Zulia entreriana*) e lagarta do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*) em 19/02/98 através

de uma pulverização com o inseticida Deltamethrin (7,5 g do ingrediente ativo/ha) juntamente com *Metharizium* (800 g /ha).

Em março de 1998 foi realizado um novo corte de uniformização para dar início às atividades experimentais. Devido a uma nova infestação com cigarrinha das pastagens (*Deois* spp.) e lagarta do cartucho do milho, procedeu-se a uma nova pulverização em 02/04/98, utilizando-se Chlorpyrifos (1L/hectare), razão pela qual o ensaio foi atrasado até meados de maio de 1998.

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) e quatro repetições. Os tratamentos corresponderam de três cultivares de *Cynodon* spp., ‘Tifton-85’, ‘Florakirk’ e ‘Coastcross’, que foram alocados às parcelas, e de quatro condições de pasto, geradas a partir do pastejo com ovinos mantidos em regime de lotação contínua, alocadas às subparcelas (unidades experimentais). Cada condição de pasto correspondeu a uma altura média de 5, 10, 15 e 20 cm mantida “constante” através da adição ou retirada de animais das parcelas durante a fase experimental. Com o arranjo experimental (3 plantas x 4 alturas de pastejo x 4 blocos) obteve-se um total de 48 unidades experimentais com uma área média de 400m² cada, separadas por tela de 1,20m de altura para delimitação dos piquetes (unidades experimentais) e contenção dos animais. A área experimental total correspondeu a 2,0 ha (Figura 4 e Foto 1).

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 4: Representação esquemática da distribuição dos tratamentos na área experimental. T: Tifton-85; F: Florakirk; C: Coastcross; 05; 10; 15 e 20: intensidades de pastejo em cm.

Foto 1: Vista geral da área experimental após a implantação e início do ensaio experimental.

3.2.2 Instalação e monitoramento dos tratamentos experimentais

Em 3 de junho de 1998 os animais foram alocados às unidades experimentais que haviam atingido a altura pré-determinada para cada tratamento. À medida que as demais unidades experimentais atingiam as alturas desejadas, os animais eram adicionados a estas, dando início ao pastejo. A partir de 1 de julho todas as unidades já apresentavam condições para que fossem iniciadas as avaliações.

Durante a condução do experimento (período pré-experimental e experimental) de maio de 1998 a março de 1999, foram realizadas cinco adubações nitrogenadas utilizando como fonte de nitrogênio o sulfato de amônio. A primeira foi realizada 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}), a quarta em 7 de dezembro (25 kg N ha^{-1}) e a quinta em 7 de março (75 kg N ha^{-1}). As quantidades de fertilizantes aplicadas em cada período descrito foram calculadas a fim de que permitissem um acúmulo de forragem mínimo para manter pelo menos dois animais nas unidades experimentais durante todo o período experimental.

A intensidade de pastejo (altura média dos pastos) foi monitorada semanalmente através da tomada de 20 leituras, em cada unidade experimental, com o “rising plate meter” ou prato ascendente, duas vezes por semana, obtendo-se a altura comprimida média. Uma vez por mês era feita a calibração da altura comprimida do pasto com a altura não comprimida (régua), gerando dessa forma o valor da altura usado como referência para o monitoramento dos tratamentos (Foto 2). Os animais foram adicionados ou retirados das unidades experimentais conforme a necessidade para manter as alturas determinadas pelos tratamentos.

Foto 2: Mensurações mensais da altura do pasto com prato ascendente e transparência.

3.2.3 O período pré-experimental

Este período iniciou-se em 23 de maio de 1998, porém nesta fase apenas algumas unidades experimentais encontravam-se em condições (altura) pré-determinadas pelos tratamentos para realização das amostragens, principalmente devido às infestações de pragas e cortes de uniformização ocorridos anteriormente (descritos na seção 3.1.6). Esta fase estendeu-se por três meses (maio, junho e julho), onde foram desenvolvidos ensaios preliminares que permitiram modificar ou adaptar algumas particularidades da técnica utilizada para o acompanhamento da dinâmica populacional de perfilhos em pastagens de *Cynodon* spp.. Em 10 de maio de 1998, 4 anéis de PVC foram fixados ao solo por grampos metálicos em cada unidade experimental. Estes anéis possuíam $0,0165 \text{ m}^2$ de área (15 cm de diâmetro e 2 cm de altura), os quais permitiam a avaliação dos padrões demográficos dos perfilhos e suas respectivas taxas de natalidade, mortalidade, sobrevivência e florescimento, incluindo aqueles perfilhos oriundos de

estolões e rizomas dentro dessa área, conforme descrito por Carnevalli & Da Silva (1999) (Foto 3).

Na primeira marcação, realizada em 23 de maio de 1998, foram amostradas 23 das 48 unidades experimentais, uma vez que já haviam atingido as alturas de pastejo pré-determinadas. Os perfilhos existentes dentro dos anéis de PVC foram marcados com pequenas argolas brancas de plástico, utilizando-se pinça cirúrgica para este trabalho (Foto 4). Na segunda amostragem (20/06/98) outras 7 unidades já haviam atingido as alturas pré-determinadas pelos tratamentos e foram incorporadas ao processo de amostragem. Na terceira amostragem (21/07/98) outras 10 unidades experimentais foram também incorporadas à avaliação.

O objetivo deste período foi de avaliar qual deveria ser o número mínimo de anéis a ser fixado por unidade experimental para avaliação dos parâmetros de perfilhamento (taxas de natalidade, mortalidade e proporção de perfilhos florescidos). Esse julgamento foi feito a partir dos resultados oriundos dos coeficientes de variação obtidos utilizando-se dois, três ou quatro anéis de PVC por unidade experimental. Além disso, o período de pré-ensaio serviu para treinamento no uso da técnica, formação de equipe de trabalho e planejamento das atividades de campo futuras. Os resultados para tais comparações revelaram que somente dois anéis por unidade experimental seriam suficientes para estas avaliações, pois quando utilizou-se dois, três ou quatro anéis o valor médio observado para os coeficientes de variação foi cerca de 15%. Desta forma assegurou-se um nível satisfatório de precisão e economia de tempo e esforços.

Foto 3: Anel de PVC utilizado para avaliação das densidades populacionais, taxas de natalidade, mortalidade e florescimento dos perfilhos (unidade de amostragem), fixados ao solo da unidade experimental com grampos metálicos.

Foto 4: Material utilizado para a contagem e marcação dos perfilhos.

3.2.4 O período experimental

Este período iniciou-se em 18 de agosto de 1998, quando todas as unidades experimentais já haviam atingido suas alturas pré-determinadas. Nesta data de avaliação, todos os perfilhos existentes nos anéis foram ainda marcados com a cor branca, e foram denominados de 1ª geração (G1). No período de amostragem do mês seguinte (setembro de 1998), os perfilhos já existentes nos anéis de amostragem oriundos da G1 foram contados (somente os vivos) e os novos (que apareceram entre os períodos de amostragem) foram marcados com a cor azul. Estes foram então denominados como 2ª geração (G2) e assim sucessivamente a cada mês de amostragem. Desta forma, os perfilhos marcados pertencentes a todas as gerações já avaliadas foram sempre contados a cada nova avaliação e os novos marcados com uma nova cor, originando uma nova geração. O tempo gasto para cada avaliação foi de no máximo dois dias e o intervalo médio entre avaliações de quatro semanas (Foto 5). O período experimental estendeu-se até 8 de março de 1999 completando, portanto, um total de oito meses de avaliação (202 dias).

Como o objetivo do experimento era a avaliação dos padrões demográficos de perfilhamento e taxas de natalidade e mortalidade de perfilhos, a unidade de avaliação considerada para estas medidas constituiu-se de dois anéis de tubo de PVC por unidade experimental, onde cada anel representava uma unidade de amostragem. As duas unidades de amostragem utilizadas para as avaliações foram dispostas numa das diagonais dos piquetes, opostas ao portão de entrada e ao bebedouro de cada unidade experimental (Foto 6).

A escolha de uma área de solo e não somente a marcação de perfilhos isolados como normalmente se utiliza nas avaliações de perfilhamento deveu-se ao fato dessa técnica permitir a detecção do aparecimento de perfilhos provenientes de porções subterrâneas da planta (rizomas) e/ou estolões na área de avaliação. Essas estruturas são características em alguns cultivares de *Cynodon* (Carnevali & Da Silva, 1999).

Foto 5: Rotina de marcação de perfilhos que ocorreu em um intervalo médio de 4 semanas entre as datas de amostragem.

Foto 6: Disposição da distribuição dos anéis de tubo PVC fixados às diagonais dos piquetes (unidades experimentais), opostos ao portão de entrada e bebedouro.

3.2.5 Densidades populacionais, taxas de natalidade e de mortalidade de perfilhos

As densidades populacionais para cada cultivar de *Cynodon* e/ou altura de pastejo estudadas foram obtidas a partir das médias oriundas dos quatro blocos (repetições) para cada tratamento. Inicialmente obtinha-se a densidade populacional total referente às duas unidades de amostragem localizadas em cada unidade experimental. A partir desta, a média populacional de cada unidade experimental. Desta forma eram obtidas 4 médias (repetições) por tratamento (cultivar x altura de pastejo), as quais geravam a média geral final do experimento.

As taxas de natalidade de perfilhos, para cada mês de avaliação, foram obtidas a partir da contagem dos novos perfilhos nascidos durante o período entre duas amostragens sucessivas, os quais eram marcados com um anel plástico de cor diferente das já existentes. A partir desse ponto determinava-se qual a representação percentual destes na densidade populacional existente na amostragem anterior.

As taxas de mortalidade foram determinadas de forma semelhante, porém utilizando-se o número de perfilhos mortos em cada data de amostragem.

Durante cada procedimento de contagem de perfilhos, foram identificados e contabilizados aqueles perfilhos que tinham inflorescência visível, permitindo que a proporção deles pudesse ser calculada em relação à população original, em cada data de amostragem. Essa determinação constituiu-se de uma anotação adicional de campo com o objetivo de ilustrar os demais dados sendo levantados.

Pode-se resumir os cálculos referentes às densidades populacionais, taxas de natalidade e mortalidade da seguinte maneira:

Densidade populacional = número total de perfilhos existentes em todas as gerações já marcadas ($1^a + 2^a + 3^a + \dots + 8^a$ gerações)

Natalidade = $\frac{n^o \text{ de perfilhos novos (última geração marcada)}}{n^o \text{ de perfilhos totais existentes (gerações marcadas anteriormente)}} \times 100$

Mortalidade = $\frac{n^o \text{ total de perf. marcados nas ger. ant.} - n^o \text{ total de perf. sobreviv. (última marc.)}}{n^o \text{ total de perfilhos marcados nas gerações anteriores}} \times 100$

$$\text{Florescidos} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de perfilhos florescidos (última geração marcada)}}{\text{n}^{\circ} \text{ de perfilhos totais existentes (gerações marcadas anteriormente)}} \times 100$$

As taxas de cada anel (unidade de amostragem) foram somadas e o total dividido por 2 obtendo-se uma estimativa da média para cada unidade experimental. Cada uma destas médias calculadas representou uma repetição ou valor referente a cada bloco.

As médias finais por cultivar e/ou por altura das taxas de natalidade e mortalidade foram geradas a partir da soma dos resultados oriundos das 4 repetições (unidades experimentais) utilizadas para cada tratamento (combinação de cultivar e altura de pastejo) e sua divisão por 4.

3.2.6 Calibração: altura do pasto x massa de forragem

A calibração entre altura do pasto e sua massa de forragem correspondente foi realizada mensalmente, sendo gerada uma equação de calibração para cada cultivar. Essas equações foram utilizadas para o cálculo do acúmulo de forragem, reduzindo a necessidade de amostragens destrutivas.

Para esta calibração eram inicialmente escolhidos dois pontos de cada unidade experimental, os quais representavam os locais de maior e menor altura do pasto, afim de se obter as maiores amplitudes possíveis de alturas. Estes pontos eram demarcados com círculo de 0,25 m² de área, onde eram realizadas medidas com régua (altura não comprimida) e prato ascendente (altura comprimida). Em seguida a forragem era cortada no nível do solo (utilizando-se tosquiadeira elétrica para ovinos), lavada para eliminação de resíduos de terra e fezes, seca em estufa à 65°C até massa constante e pesada. Assim, após determinada a massa seca, estabeleceu-se através de regressão linear as equações entre as alturas não comprimidas, bem como as comprimidas e a massa seca de forragem para cada cultivar em cada mês de avaliação. As equações geradas são apresentadas no Apêndice 1. A partir da obtenção das equações de calibração foi possível calcular as massas de forragem presentes em cada período de avaliação bem como o acúmulo de

forragem de forma indireta, utilizando-se somente a altura da régua (não comprimida) ou do prato ascendente (comprimida).

3.2.7 Acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem foi obtido através do uso de gaiolas de exclusão que possuíam área de $0,50 \text{ m}^2$ ($0,70 \times 0,70 \times 0,70 \text{ m}$) cada (Foto 7). Foram usadas 3 gaiolas por unidade experimental, que, após um intervalo de 21, eram retiradas e a altura medida com o prato ascendente (5 leituras por gaiola). A altura média era posteriormente convertida em massa de forragem através do uso da equação de regressão. Após a mensuração, as gaiolas eram retiradas de seus pontos originais e fixadas em novos locais representativos da altura média das unidades experimentais, altura esta observada no momento da realização do rodízio.

O acúmulo de forragem foi estimado utilizando-se o método agrônômico da diferença, conforme a equação (Davies et al., 1993):

$AF = MF_f - MF_i$, onde:

AF = acúmulo de forragem;

MF_f = massa de forragem sob a gaiola, no último dia da exclusão (dia 21);

MF_i = média da massa de forragem na unidade experimental no dia da colocação das gaiolas (dia 0).

Foto 7: Gaiolas de exclusão utilizadas para mensuração do acúmulo de forragem.

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 deste procedimento, optou-se pelo sub-procedimento de medidas repetidas no tempo (*Repeated Measures*), uma vez que todas as variáveis em estudo foram coletadas ao longo de oito meses (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 (meses do ano) 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.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para discussão dos resultados foram consideradas as variáveis taxas de natalidade, mortalidade e densidade populacional de perfilhos além das taxas e acúmulo de forragem. As proporções de perfilhos florescidos são apresentadas apenas como médias, sem a realização de análises estatísticas, uma vez que um número muito grande de zeros foi obtido para este tipo de contagem.

4.1 Demografia Populacional de Perfilhos

A variação na densidade populacional de perfilhos é o resultado líquido do balanço entre as taxas de natalidade e mortalidade dos mesmos num dado ambiente e condição de manejo da pastagem (Hodgson, 1990; Da Silva & Pedreira, 1997; Matthew et al., 1999). As flutuações nessas taxas ao longo do ano necessitam ser identificadas e suas causas esclarecidas para que se possa traçar metas de manejo visando incremento em produtividade da pastagem (Korte, 1986).

4.1.1 Taxas de natalidade de perfilhos

Foram observados efeitos referentes a período de coleta de dados ($P=0,0001$), cultivar ($P=0,009$) e da interação período x cultivar ($P=0,0006$), os quais podem ser observados nas Tabelas 3. A interação período x cultivar ocorreu provavelmente devido ao hábito de florescimento dos cultivares apresentar-se bastante diferenciado e específico ao longo de todo o período experimental (item 4.1.3).

Tabela 3: Taxas de natalidade de perfilhos (perfilhos/100 perfilhos) para os cultivares de *Cynodon* spp. estudados dentro de cada período de avaliação (agosto/98 a março/99).

Período	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM
P1	42,0 ^b	49,4 ^{ab}	61,5 ^a	51,0	6,5
P2	50,4 ^a	55,9 ^a	46,7 ^a	51,0	5,7
P3	36,9 ^b	54,6 ^a	60,7 ^a	50,7	5,4
P4	44,1 ^a	35,9 ^a	35,3 ^a	38,4	6,1
P5	31,9 ^a	25,0 ^a	25,1 ^a	27,3	2,8
P6	46,7 ^b	54,0 ^{ab}	65,3 ^a	55,3	6,1
P7	71,8 ^b	116,5 ^a	79,8 ^b	89,4	12,1

EPM - erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$). P1 = 18/08 a 15/09/98; P2 = 15/09 a 16/10/98; P3 = 16/10 a 13/11/98; P4 = 13/11 a 08/12/98; P5 = 08/12/98 a 11/01/99; P6 = 11/01 a 03/02/99; P7 = 03/02 a 08/03/99.

Tabela 4: Taxas de natalidade de perfilhos (perfilhos/100 perfilhos) para as alturas de pasto estudadas dentro de cada período de avaliação (agosto/98 a março de 1999).

Períodos	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	Média	EPM
P1	47,3 ^a	42,9 ^a	62,3 ^a	51,3 ^a	51,0	7,5
P2	54,3 ^a	55,1 ^a	44,4 ^a	50,2 ^a	51,0	6,6
P3	54,0 ^a	50,1 ^a	53,5 ^a	45,3 ^a	50,7	6,3
P4	49,6 ^a	34,9 ^a	31,7 ^a	37,4 ^a	38,4	7,1
P5	31,6 ^a	27,5 ^{ab}	28,6 ^{ab}	21,7 ^b	27,3	3,2
P6	77,1 ^a	52,1 ^b	48,7 ^b	43,2 ^b	55,3	7,0
P7	88,5 ^a	75,3 ^a	92,1 ^a	101,6 ^a	89,4	14,0

EPM - erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$). P1 = 18/08 a 15/09/98; P2 = 15/09 a 16/10/98; P3 = 16/10 a 13/11/98; P4 = 13/11 a 08/12/98; P5 = 08/12/98 a 11/01/99; P6 = 11/01 a 03/02/99; P7 = 03/02 a 08/03/99.

As maiores taxas de natalidade foram observadas durante a estação do verão (P6 e P7), particularmente no final da estação (P7), apresentando uma taxa média de 72% para todos os tratamentos testados. O final do inverno (P1 e P2) e a primavera (P3, P4 e P5) apresentaram taxas médias de 51% e 39% a cada período de amostragem, respectivamente (Tabelas 3 e 4). Estes resultados corroboram aqueles descritos por Korte (1986) quanto a elevação das taxas de natalidade durante o inverno, as quais refletiram nos incrementos em densidade populacional de perfilhos durante o final da primavera.

Analisando os dados da Tabela 3 verifica-se que não houve um padrão regular de comportamento para as taxas de natalidade observadas durante todo o período experimental em relação aos cultivares. Contudo, nos períodos em que ocorreram diferenças entre os valores observados (P1, P3, P6 e P7), Coastcross e Florakirk apresentaram taxas de natalidade superiores às de Tifton-85. Provavelmente estes resultados possam ser justificados por uma menor variação dos valores apresentados por Tifton-85 que para os demais cultivares, o que deve ter estado relacionado com o comportamento reprodutivo de cada cultivar (item 4.1.3). Chamou a atenção o desenvolvimento reprodutivo das plantas oriundas de pastos de Coastcross e Florakirk, o qual foi amplamente variável entre estes cultivares e períodos de amostragem. Tal fato pode ter ocasionado menores taxas de natalidade durante os períodos de florescimento mais intenso e maiores naqueles subsequentes ou de menor intensidade do desenvolvimento reprodutivo naqueles pastos. A influência do estágio reprodutivo e seu efeito sobre o ambiente luminoso e perfilhamento de gramíneas é encontrado frequentemente na literatura (e.g. Ong et al., 1978; Korte, 1986).

Quanto às alturas de pasto testadas, verifica-se que praticamente não ocorreram diferenças, exceto durante os períodos P5 e P6. Estes resultados corroboram aqueles encontrados por L'Huilier (1987), que não observou diferenças nas taxas de natalidade de perfilhos entre os tratamentos de intensidade de pastejo testados durante todas as estações do ano. Isto pode ser devido à atividade de perfilhamento ser considerada como uma resposta a mudanças em temperatura (Mitchell, 1953b; Gillet et al. 1984) e regimes

de luz (Mitchell, 1953b), sendo controlada pela taxa de aparecimento de folhas (Davies & Thomas, 1983) que, por sua vez, é insensível à desfolha (Anslow, 1966).

Durante os períodos P5 e P6, os pastos de 5 cm apresentaram as maiores taxas de natalidade (Tabela 4). Resultados semelhantes foram encontrados por Hernandez Garay et al. (1997b), que verificaram maiores taxas de aparecimento de perfilhos para os tratamentos com maiores intensidades de pastejo durante o final da primavera e início do verão. Naquelas condições as diferenças deixaram de existir ao final do período do verão.

Como fatores climáticos, que notadamente influenciaram nos resultados desta variável, pode-se destacar a elevação da temperatura, o regime pluviométrico e as insolações diárias observadas de agosto a novembro (Figuras 1, 2 e 3). A queda do regime de chuvas durante o mês de novembro pode ter levado à baixa natalidade durante o período P5, bem como a elevação da insolação e regime de chuvas durante a transição dos meses de fevereiro a março podem ter sido responsáveis pelo aumento das taxas de natalidade durante o último período de avaliação. Perfilhamento intenso também foi observado por Korte & Chu (1983) em pastagens de azevém perene depois de um período de seca, o que não ocorreu quando os pastos foram irrigados (Korte, 1986). As adubações realizadas durante os primeiros meses de avaliação (item 3.2.2) também podem ter contribuído para a manutenção das taxas mais elevadas de natalidade, uma consequência direta do efeito estimulador do perfilhamento causado pelo nitrogênio (Nelson & Zarrough, 1981).

4.1.2 Taxas de mortalidade de perfilhos

Ocorreram efeitos referentes a período de avaliação ($P=0,0001$), cultivar ($P=0,0001$) e altura ($P=0,0001$). Estes resultados podem ser visualizados nas Tabelas 5 e 6. As maiores taxas de mortalidade ocorreram durante o verão (P6 e P7), seguidas por aquelas referentes à primavera (P3, P4 e P5), principalmente durante P5. No final do inverno (P1 e P2) foram observadas as menores taxas de mortalidade (Tabelas 5 e 6).

Este padrão de comportamento pode ser atribuído ao “reflexo” das más condições de ambiente decorrentes da seca ocorrida durante o mês de novembro e às baixas insolações durante os meses de janeiro e fevereiro. Adicionalmente, o florescimento apresentado pelos cultivares Coastcross e Florakirk durante o verão, ainda que em menor proporção em relação ao final do inverno e primavera, também pode ter contribuído para o incremento das taxas de mortalidade nessa época do ano (item 4.1.3). Este fato ocorre porque quando uma pequena porção do caule é removida pelos animais em pastejo durante a fase de desenvolvimento reprodutivo, o perfilho como um todo morre (Chapman et al., 1984; L’Huillier, 1987). A falta de translocação de reservas dos perfilhos reprodutivos para vegetativos (mais novos) pode ser um outro fator determinante da mortalidade de perfilhos durante os períodos de florescimento (Ong et al., 1978), particularmente quando se considera a estrutura e o ambiente luminoso na base do dossel de pastos reprodutivos.

Tabela 5: Taxas de mortalidade de perfilhos (perfilhos/100 perfilhos) para os cultivares de *Cynodon* spp. estudados dentro de cada período de avaliação (agosto/98 a março/99).

Período	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM
P1	27,3 ^b	35,0 ^{ab}	42,9 ^a	35,1	3,1
P2	20,1 ^b	31,3 ^a	29,7 ^a	27,0	1,7
P3	34,6 ^b	46,3 ^a	51,8 ^a	44,2	2,9
P4	32,0 ^b	39,0 ^a	36,5 ^{ab}	35,8	2,5
P5	47,4 ^b	54,8 ^a	48,0 ^{ab}	50,1	2,5
P6	45,7 ^b	53,3 ^a	46,4 ^{ab}	48,5	2,6
P7	43,8 ^b	50,8 ^{ab}	53,7 ^a	49,4	2,6

EPM - erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$). P1 = 18/08 a 15/09/98; P2 = 15/09 a 16/10/98; P3 = 16/10 a 13/11/98; P4 = 13/11 a 08/12/98; P5 = 08/12/98 a 11/01/99; P6 = 11/01 a 03/02/99; P7 = 03/02 a 08/03/99.

Tabela 6: Taxas de mortalidade de perfilhos (perfilhos/100 perfilhos) para as alturas de pasto estudadas dentro de cada período de avaliação (agosto/98 a março/99).

Período	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	Média	EPM
P1	38,1 ^{ab}	42,8 ^a	29,8 ^b	29,5 ^b	35,1	3,6
P2	30,2 ^a	28,0 ^{ab}	25,8 ^{ab}	24,1 ^b	27,0	2,0
P3	52,7 ^a	45,0 ^{ab}	40,1 ^b	39,1 ^b	44,2	3,3
P4	42,4 ^a	34,2 ^b	35,4 ^b	31,2 ^b	35,8	2,9
P5	63,2 ^a	48,0 ^b	48,5 ^b	40,8 ^b	50,1	2,9
P6	63,2 ^a	44,3 ^b	43,1 ^b	43,3 ^b	48,5	3,0
P7	62,2 ^a	50,0 ^b	41,4 ^c	44,1 ^{bc}	49,4	3,0

EPM - erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$). P1 = 18/08 a 15/09/98; P2 = 15/09 a 16/10/98; P3 = 16/10 a 13/11/98; P4 = 13/11 a 08/12/98; P5 = 08/12/98 a 11/01/99; P6 = 11/01 a 03/02/99; P7 = 03/02 a 08/03/99.

Pode-se observar na Tabela 5 que os cultivares Coastcross e Florakirk apresentaram taxas de mortalidade consistentemente superiores às de Tifton-85. Este comportamento está provavelmente associado ao hábito de florescimento intenso desses dois cultivares, particularmente para o Coastcross, durante os períodos de avaliação (item 4.1.3). Uma vez iniciado o processo reprodutivo ocorre uma alteração do ambiente luminoso dentro da comunidade de plantas, de forma que plantas menores e menos favorecidas tendem a morrer em função da forte competição intra-específica que se estabelece, principalmente por luz (Hodgson, 1990; Matthew, 1992). Aliado a este comportamento, o próprio perfilho florescido morre algum tempo após a emissão da inflorescência (Marshall, 1987) em função da própria constituição genética da planta que, juntamente com os fatores de ambiente e de manejo, determinam o tempo de vida de cada perfilho (Langer, 1956; Hernandez Garay et al., 1997b).

Quanto às intensidades de pastejo testadas, constata-se que as maiores taxas de mortalidade foram observadas para a altura de 5 cm em relação às demais (Tabela 6). Matthew (1992), Korte et al. (1984), Hernandez Garay (1997b) observaram as maiores taxas de mortalidade de perfilhos para os tratamentos de pastejo mais intenso. Esses autores apontaram, também, para uma compensação entre os eventos de natalidade e

mortalidade de perfilhos de forma que pastos mais baixos eram capazes de manter maiores densidades populacionais de perfilhos desde que a intensidade/frequência de desfolhas sucessivas não fosse muito drástica. Já L'Huillier (1987) constatou em seu experimento que as maiores taxas de mortalidade foram observadas no tratamento que possuía a menor intensidade de pastejo estudada durante o período de setembro a janeiro. No presente ensaio o tratamento de pastejo mais intenso (5 cm) não promoveu taxas de natalidade significativamente maiores (Tabela 4), fato que pode ter sido responsável pelo desaparecimento de diferenças em densidades populacionais de perfilhos ao final do período experimental (item 4.2). Estes resultados corroboram aqueles encontrados por L'Huillier (1987), que também observou a influência de maiores taxas de lotação somente sobre as taxas de mortalidade, mas não quanto as de natalidade de perfilhos.

Um evento relacionado com a formação de "rosetas" (Foto 8), estruturas características das plantas forrageiras estudadas, principalmente, quando manejadas sob regimes de desfolha menos intensos (15 e 20 cm de altura), pode ter sido um dos responsáveis pelas maiores taxas de mortalidade observadas em alguns períodos de avaliação. As "rosetas" são formadas nas hastes de perfilhos reprodutivos que tiveram sua extremidade (ponto de crescimento ou inflorescência) decapitada e sobre as quais um grande número de perfilhos pequenos é emitido nos nós da haste já seca e lignificada. Estes pequenos perfilhos têm vida muito curta, variando em média de 3 a 4 semanas (Carnevali & Da Silva, 1999).

Foto 8: Comparação de um perfilho “comum” (esquerda) e outro com a formação de “roseta” (direita) em pastos de Tifton-85, mantidos à 20 cm de altura.

As taxas de mortalidade talvez se constituam na mais importante variável estudada em relação à manutenção, queda ou elevação das densidades populacionais de perfilhos dentro da comunidade de plantas em pastos de Tifton-85, Florakirk e Coastcross, uma vez que as taxas de natalidade praticamente não diferiram entre os cultivares e alturas de pasto estudadas (Tabelas 3 e 4). Portanto, a avaliação e identificação dos períodos que apresentam maiores taxas de mortalidade torna-se essencial para o estabelecimento de metas de manejo que venham a beneficiar a perenidade e maior produtividade dessas plantas forrageiras ao longo dos períodos de pastejo, principalmente quando não ocorrer um alto “turnover” nos mesmos períodos. Em outras palavras, práticas de manejo de pastejo mais intenso (alta lotação animal) nesses períodos ditos “críticos” em termos de mortalidade podem levar a uma redução drástica nas densidades populacionais de perfilhos, produtividade dos pastos e, desta forma, na longevidade das pastagens. Vale ressaltar, no entanto, que apesar da não diferença estatística observada para natalidade, provavelmente função do alto grau de

variabilidade ocorrido, as maiores taxas de mortalidade foram coincidentes com as maiores taxas de natalidade (exceto no P5), particularmente nos pastos mantidos mais baixos (5cm), fato este que revela uma renovação intensa de perfilhos na pastagem, especialmente no verão.

4.1.2.1 Mortalidade de perfilhos por geração

Para obter-se uma melhor visualização do padrão de mortalidade durante o período experimental, utilizou-se o procedimento de expressar os dados originais de densidade populacional de perfilhos em escala logarítmica conforme sugerido por Matthew et al. (1999). Com essa nova escala as curvas de densidade populacional passaram a ser representadas como retas, que se mantidas paralelas indicam um padrão homogêneo de mortalidade (coeficientes angulares das retas semelhantes). Caso haja variação na inclinação de uma ou mais retas isso seria um indicativo de ocorrência de um processo mais intenso de mortalidade que poderia ter repercussões desastrosas para o equilíbrio e sustentabilidade da comunidade de plantas. Neste caso, avaliação mais detalhada deveria ser realizada no sentido de estabelecer-se relações de causa e efeito para fins de ajustes em manejo do pastejo e/ou estratégias de desfolha. Este procedimento torna-se bastante consistente quando se verifica os coeficientes de determinação referentes a cada reta traçada por geração de perfilhos, sendo o menor valor médio de R^2 verificado de 0,86 (Apêndice 2).

Para avaliar-se o paralelismo entre as retas de sobrevivência de perfilhos (inclinação = taxas de mortalidade) procedeu-se a uma análise de variância dos coeficientes angulares (β_1) das retas pertencentes a cada uma das gerações estudadas. Verificou-se que houve efeito de data de marcação de perfilhos ($P=0,0140$), cultivar ($P=0,0035$) e altura ($P=0,0001$). Estes resultados podem ser visualizados nas Tabelas 7 e 8 e Figuras 5, 6 e 7.

Pelos dados da Tabela 7 visualiza-se que Tifton-85 apresentou os maiores coeficientes angulares (menores inclinações) para as quatro primeiras gerações. Já para

as três últimas gerações, não ocorreram diferenças entre cultivares. As gerações 5, 6 e 7 apresentaram coeficientes angulares menores (maiores inclinações) que as 4 primeiras gerações, representando maiores taxas de mortalidade de perfilhos dessas gerações em relação às demais (Tabelas 7 e 8).

Pelos resultados da Tabela 8 observa-se que os menores coeficientes angulares (maiores inclinações) foram observados para pastos mantidos a 5 cm e que as demais alturas de pastejo (10, 15 ou 20 cm) quase não apresentam diferenças em todas as gerações avaliadas. Portanto, pastos mantidos mais baixos mostraram uma menor longevidade das populações de perfilhos que pastos mantidos mais altos.

Tabela 7: Coeficientes angulares (β_1) referentes às curvas de sobrevivência das gerações de perfilhos avaliadas para os cultivares de *Cynodon* spp. estudados.

Gerações	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM
Geração 1	-0,1799 ^a	-0,3556 ^c	-0,2553 ^b	-0,2636	0,0145
Geração 2	-0,2008 ^a	-0,3446 ^b	-0,2838 ^{ab}	-0,2764	0,0252
Geração 3	-0,2206 ^a	-0,3594 ^b	-0,3015 ^b	-0,2938	0,0249
Geração 4	-0,2396 ^a	-0,3359 ^b	-0,2531 ^a	-0,2762	0,0210
Geração 5	-0,3271 ^a	-0,3371 ^a	-0,3697 ^a	-0,3446	0,0336
Geração 6	-0,2860 ^a	-0,3130 ^a	-0,4500 ^a	-0,3497	0,0600
Geração 7	-0,3743 ^a	-0,3817 ^a	-0,4367 ^a	-0,3975	0,0543

EPM - erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Tabela 8: Coeficientes angulares (β_1) referentes às curvas de sobrevivência das gerações de perfilhos avaliadas para as alturas de pasto estudadas.

Gerações	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	Média	EPM
Geração 1	-0,3454 ^a	-0,2739 ^b	-0,2383 ^{bc}	-0,1968 ^c	-0,2636	0,0168
Geração 2	-0,3994 ^a	-0,2696 ^b	-0,2437 ^b	-0,1930 ^b	-0,2764	0,0291
Geração 3	-0,4076 ^a	-0,2767 ^b	-0,2476 ^b	-0,2433 ^b	-0,2938	0,0288
Geração 4	-0,3904 ^a	-0,2272 ^b	-0,2610 ^b	-0,2262 ^b	-0,2762	0,0242
Geração 5	-0,5087 ^a	-0,2967 ^b	-0,3115 ^b	-0,2617 ^b	-0,3446	0,0388
Geração 6	-0,6331 ^a	-0,2772 ^b	-0,2305 ^b	-0,2579 ^b	-0,3497	0,0693
Geração 7	-0,5161 ^a	-0,3951 ^{ab}	-0,2950 ^b	-0,3841 ^{ab}	-0,3975	0,0627

EPM - erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 5: Representação logarítmica das densidades populacionais de perfilhos das gerações estudadas durante o período experimental, em pastagens de Tifton-85, manejadas as 5, 10, 15 e 20 cm de altura. 1 = 18/08/98; 2 = 15/09/98; 3 = 16/10/98; 4 = 13/11/98; 5 = 08/12/98; 6 = 11/01/99; 7 = 03/02/99; 8 = 08/03/99.

Figura 6: Representação logarítmica das densidades populacionais de perifilhos das gerações estudadas durante o período experimental, em pastagens de Florakirk, manejadas a 5, 10, 15 e 20 cm de altura. 1 = 18/08/98; 2 = 15/09/98; 3 = 16/10/98; 4 = 13/11/98; 5 = 08/12/98; 6 = 11/01/99; 7 = 03/02/99; 8 = 08/03/99

Figura 7: Representação logarítmica das densidades populacionais de perfilhos das gerações estudadas durante o período experimental, em pastagens de Coastcross, manejadas as à 5, 10, 15 e 20 cm de altura. 1 = 18/08/98; 2 = 15/09/98; 3 = 16/10/98; 4 = 13/11/98; 5 = 08/12/98; 6 = 11/01/99; 7 = 03/02/99; 8 = 08/03/99

Também se procedeu a uma análise de variância dos valores de intercepto das retas (β_0). Nesta foram verificados efeitos de data de coleta de dados ($P=0,0001$) e altura ($P=0,0001$). Estes efeitos podem ser observados nas Tabelas 9 e 10 e Figuras 5, 6 e 7.

Pode-se observar pelos resultados da Tabela 9 que os maiores valores de intercepto foram verificados para o cultivar Florakirk nas quatro primeiras gerações avaliadas, sendo o Tifton-85 aquele que apresentou os menores valores. Assim, conclui-se que a maior densidade populacional de perfilhos verificada para o cultivar Tifton-85 (item 4.2) deveu-se à maior sobrevivência de seus perfilhos, uma vez que o número inicial de perfilhos estimado para cada uma de suas gerações foi igual ou inferior aos dos demais cultivares. Isto é confirmado pela menor inclinação das retas referentes às gerações do cultivar Tifton-85 (Tabela 7).

Observando os dados referentes às alturas de pasto, quanto a esta variável, constata-se que os maiores valores de intercepto são verificados para pastos mantidos a 5 cm, em todas as gerações estudadas (Tabela 10). Este padrão de resposta revela a existência do mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos presente em comunidades de plantas (Yoda et al., 1963; Westoby, 1984; Matthew et al., 1995; Sackville Hamilton et al., 1995), o qual promove maiores densidades populacionais de perfilhos pequenos para pastos mantidos mais baixos (Matthew et al., 1999).

Tabela 9: Valores de intercepto (β_0) referentes às curvas de sobrevivência das gerações de perfilhos avaliadas para os cultivares de *Cynodon* spp. estudados.

Gerações	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM
Geração 1	4,1518 ^b	4,3467 ^a	4,0953 ^b	4,1979	0,0403
Geração 2	3,9197 ^b	4,2870 ^a	4,1870 ^{ab}	4,1312	0,1108
Geração 3	4,2591 ^b	4,6491 ^a	4,3834 ^{ab}	4,4305	0,0977
Geração 4	4,5481 ^b	4,9827 ^a	4,6715 ^{ab}	4,7341	0,1206
Geração 5	5,1927 ^a	5,0959 ^a	5,2913 ^a	5,1933	0,2007
Geração 6	5,2441 ^a	5,1278 ^a	5,9785 ^a	5,4501	0,3542
Geração 7	6,2286 ^a	6,0751 ^a	6,6102 ^a	6,3046	0,3570

EPM - erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Tabela 10: Valores de intercepto (β_0) referentes às curvas de sobrevivência das gerações de perfilhos avaliadas para as alturas de pasto estudadas.

Gerações	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	Média	EPM
Geração 1	4,5142 ^a	4,2365 ^b	4,0565 ^c	3,9845 ^c	4,1979	0,0466
Geração 2	4,6490 ^a	4,1121 ^b	3,9930 ^b	3,7705 ^b	4,1312	0,1279
Geração 3	4,9668 ^a	4,3885 ^b	4,1843 ^b	4,1824 ^b	4,4305	0,1128
Geração 4	5,3842 ^a	4,5310 ^b	4,6117 ^b	4,4094 ^b	4,7341	0,1393
Geração 5	6,1814 ^a	4,9422 ^b	4,9161 ^b	4,7335 ^b	5,1933	0,2318
Geração 6	7,3244 ^a	5,0326 ^b	4,6867 ^b	4,7568 ^b	5,4501	0,4090
Geração 7	7,3409 ^a	6,2970 ^{ab}	5,5216 ^b	6,0591 ^b	6,3046	0,4123

EPM - erro padrão da média, Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

4.1.3 Proporção de perfilhos florescidos

Por ocasião do início das marcações e contagens de perfilhos em agosto/98, tomando-se por base o comportamento anterior das plantas durante o inverno em termos de florescimento, decidiu-se, no momento da marcação e contagem, classificar os perfilhos em duas categorias básicas: não-florescidos e florescidos (inflorescência visível). Isto porque o ponto crítico do desenvolvimento reprodutivo dos perfilhos pode ser caracterizado pelo alongamento do caule e emergência da inflorescência, onde, a partir desse, os perfilhos podem ser classificados irreversivelmente como reprodutivos (Korte et al., 1984). Porém, em função da grande dispersão observada dos dados e da frequência de zeros nos resultados, decidiu-se por não submeter esses dados a análise estatística. Somente estatística descritiva foi utilizada (médias) com a finalidade única e exclusiva de ilustrar o cenário onde as respostas avaliadas ocorreram.

Essas observações foram realizadas durante todas as contagens e os resultados são mostrados nas Tabelas 11 e 12, onde constata-se a ocorrência de florescimento mais intenso (importância do valor relativo e não do absoluto) apenas para os cultivares Coastcross e Florakirk (Tabela 11). O cultivar Tifton-85 somente apresentou hastes com estruturas reprodutivas durante a data de coleta D6, para a altura de 20 cm. O cultivar Coastcross mostrou tendência de possuir uma maior proporção de perfilhos florescidos que Florakirk durante o final do inverno e início da primavera (D1 à D4), porém a partir da data D5 Florakirk passou a apresentar maior proporção de perfilhos florescidos, revelando um padrão de distribuição do florescimento diferenciado entre os cultivares estudados.

Pastos mantidos mais altos (15 e 20 cm) apresentaram maior ocorrência de florescimento para todos os cultivares de *Cynodon* estudados (Tabela 12). Isso deve ter sido consequência das menores lotações utilizadas nesses tratamentos (Carnevalli, 1999), que promovem menor consumo e controle de hastes reprodutivas permitindo que estas se estabeleçam com maior facilidade. Estes 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.

Tabela 11: Proporção de perfilhos florescidos (perfilhos/100 perfilhos) para os cultivares de *Cynodon* spp. estudados em cada data de avaliação (agosto/98 a março/99).

DATA	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média
D1	0,0	1,5	6,1	2,5
D2	0,0	0,4	1,6	0,7
D3	0,0	0,2	2,5	0,9
D4	0,0	0,7	1,3	0,7
D5	0,0	1,4	0,0	0,5
D6	0,1	2,4	0,8	1,1
D7	0,0	0,3	0,0	0,1
D8	0,0	0,1	0,0	0,0

D1 = 18/08/98; D2 = 15/09/98; D3 = 16/10/98; D4 = 13/11/98; D5 = 08/12/98; D6 = 11/01/99; D7 = 03/02/99; D8 = 08/03/99.

Tabela 12: Proporção de perfilhos florescidos (perfilhos/100 perfilhos) para as alturas de pasto estudadas em cada data de avaliação (agosto/98 a março/99).

DATA	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	Média
D1	2,0	2,9	2,4	2,8	2,5
D2	0,4	1,0	1,0	0,2	0,7
D3	1,3	0,1	1,2	1,0	0,9
D4	0,1	0,5	0,8	1,2	0,7
D5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
D6	0,0	0,9	1,3	2,2	1,1
D7	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1
D8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0

D1 = 18/08/98; D2 = 15/09/98; D3 = 16/10/98; D4 = 13/11/98; D5 = 08/12/98; D6 = 11/01/99; D7 = 03/02/99; D8 = 08/03/99.

4.2 Densidade Populacional de Perfilhos

Para esta variável analisada houve efeitos referentes a data de coleta de dados ($P=0,0001$), cultivar ($P=0,0001$) e altura do pasto ($P=0,0012$), os quais podem ser observados nas Tabelas 13 e 14 e Figuras 8 e 9.

Como pode ser constatado, o cultivar Tifton-85 apresentou uma densidade populacional de perfilhos consistentemente superior aos demais cultivares estudados, com cerca de 4.100 (59%) e 3.000 (37%) perfilhos a mais, em média, a cada data de amostragem, em relação aos cultivares Florakirk e Coastcross, respectivamente, durante todo o período experimental (Tabela 13).

Diferenças entre cultivares quanto a esta variável são comumente observadas e relatadas por diversos autores (Langer, 1963; Nabinger & Medeiros, 1995; Gomide & Gomide, 1996; Santos, 1997), revelando muitas vezes um reflexo de seu potencial genético devido a apresentarem diferentes valores de filocrono e “site filling” nos ambientes onde vegetam (Zarrouh et al., 1984). Plantas que apresentam perfilhamento mais intenso refletem uma maior capacidade de povoamento de uma determinada área logo após o plantio e/ou semeadura (Corsi & Nascimento Jr. 1986; Da Silva & Pedreira, 1997), bem como maior capacidade de cobertura do solo e, neste caso, apresentam maior proteção do mesmo contra o processo de erosão (Tokeshi, 1986). Em algumas circunstâncias, nas quais hajam períodos críticos para a densidade populacional de perfilhos durante o decorrer das estações de pastejo, plantas que apresentem maiores densidades populacionais de perfilhos demonstram melhor estratégia de perenidade da pastagem (Korte et al., 1984; Matthew et al., 1999).

Este comportamento pode ser explicado pelo menor florescimento (Tabela 11) e menor taxa de mortalidade da população de perfilhos do cultivar Tifton-85 (Tabela 5) em relação aos demais cultivares durante todo o período experimental. Diversos pesquisadores (Ong et al., 1978; Korte et al., 1984; Korte, 1986; Hernandez Garay et al., 1997b; Mitchell et al., 1998) relataram que durante o período de florescimento ocorre uma queda marcante no desenvolvimento de novos perfilhos, estando este fato relacionado aos eventos fisiológicos ocorridos com a planta forrageira durante esta fase

(Langer, 1963; Marshall, 1987; Woodward, 1998). Quanto maior a duração do ciclo reprodutivo menores serão as densidades populacionais encontradas ao restabelecimento do estágio vegetativo na comunidade de plantas.

Tabela 13: Densidade populacional de perfilhos para os cultivares de *Cynodon* spp. estudados em cada data de avaliação (agosto/98 a março/99).

Data	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM
D1	8620 ^a	5940 ^b	6920 ^b	7160	430
D2	9410 ^a	6460 ^c	7620 ^b	7830	481
D3	12000 ^a	7910 ^b	8810 ^b	9570	571
D4	12000 ^a	8270 ^b	9140 ^b	9800	658
D5	12860 ^a	7910 ^b	8790 ^b	9850	719
D6	10580 ^a	6010 ^b	7150 ^b	7910	675
D7	10590 ^a	5400 ^c	7430 ^b	7810	675
D8	13050 ^a	8160 ^b	9250 ^b	10150	865

EPM - erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$). D1 = 18/08/98; D2 = 15/09/98; D3 = 16/10/98; D4 = 13/11/98; D5 = 08/12/98; D6 = 11/01/99; D7 = 03/02/99; D8 = 08/03/99.

Tabela 14: Densidades populacionais de perfilhos para as alturas de pasto estudadas em cada data de avaliação (agosto/98 a março/99).

Data	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	Média	EPM
D1	9550 ^a	7860 ^b	5820 ^c	5410 ^c	7160	497
D2	10240 ^a	7750 ^b	6870 ^b	6470 ^b	7830	555
D3	12710 ^a	9730 ^b	8030 ^b	7820 ^c	9570	660
D4	12080 ^a	9920 ^b	8910 ^b	8300 ^b	9800	760
D5	12350 ^a	9800 ^b	8580 ^b	8690 ^b	9850	830
D6	8480 ^a	8850 ^a	6990 ^a	7330 ^a	7910	829
D7	9220 ^a	8450 ^{ab}	6790 ^b	6780 ^b	7810	779
D8	10530 ^a	10050 ^a	9890 ^a	10140 ^a	10150	999

EPM - erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$). D1 = 18/08/98; D2 = 15/09/98; D3 = 16/10/98; D4 = 13/11/98; D5 = 08/12/98; D6 = 11/01/99; D7 = 03/02/99; D8 = 08/03/99.

Figura 8: Densidades populacionais de perfilhos durante os primeiros quatro meses de avaliação. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra minúscula e na mesma coluna seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 9: Densidades populacionais de perfilhos durante os últimos quatro meses de avaliação. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra minúscula e na mesma coluna seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si ($P>0,05$).

Os cultivares Coastcross e Florakirk não diferiram entre si quanto às densidades populacionais de perfilhos, exceção feita às datas de coleta D2 e D7 (Tabela 13), apesar de Florakirk ter apresentado uma tendência de possuir menor densidade populacional durante todo o período experimental (Figuras 8 e 9). As menores densidades populacionais de perfilhos apresentadas pelo cultivar Florakirk durante a data de coleta D2 podem ser justificadas pelas menores taxas de natalidade apresentadas por este cultivar durante o período P1, referente ao desenvolvimento do perfilhamento durante o mês de agosto e meados de setembro (Tabela 3). Apesar de Coastcross ter apresentado maior taxa de mortalidade que Florakirk durante o mesmo período P1 (Tabela 5), este fato não foi suficiente para compensar as menores densidades populacionais observadas para este último cultivar no início do experimento em agosto (Tabela 13). Tais fatos resultaram na menor densidade populacional de perfilhos verificada durante a contagem na data D2, em setembro, para o cultivar Florakirk (Tabela 13).

Já na data D7 a menor densidade populacional de perfilhos para o cultivar Florakirk em relação ao Coastcross pode ser justificada pelas menores taxas de natalidade e maiores taxas de mortalidade de perfilhos observadas durante o período P6 (Tabelas 3 e 5), provavelmente consequência das maiores taxas de florescimento observadas durante as datas D6 e D7 para o Florakirk (Tabela 11). Estes resultados corroboram aqueles encontrados por Hernandez Garay et al. (1997b), que concluíram ser as maiores taxas de natalidade observadas as principais responsáveis por notáveis acréscimos nas densidades populacionais, bem como as maiores reduções observadas em natalidade uma consequência do desenvolvimento reprodutivo das plantas.

Considerando que a densidade populacional de perfilhos é o resultado líquido do balanço entre as taxas de natalidade e mortalidade dos mesmos num dado ambiente e condição de manejo da pastagem (Hodgson, 1990; Da Silva & Pedreira, 1997, Matthew et al., 1999), pode-se dizer que a superioridade observada para o cultivar Tifton-85 quanto a esta variável deveu-se, principalmente, às menores taxas de mortalidade apresentadas (Tabela 5), já que as taxas de natalidade para este cultivar foram inferiores e/ou iguais às dos demais cultivares (Tabela 3).

De forma geral as menores alturas de pasto (5 e 10 cm) levaram à constatação das maiores densidades populacionais durante o período experimental (Tabela 14). Este comportamento está relacionado com o mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos existente em comunidades de plantas superiores (Yoda et al., 1963; Westoby, 1984; Matthew et al., 1995; Sackville Hamilton et al., 1995; Da Silva & Pedreira, 1997), o qual proporciona uma maior densidade populacional de perfilhos pequenos em pastos submetidos a maiores intensidades de pastejo e menor densidade populacional de perfilhos grandes em pastos manejados de forma mais leniente (Matthew et al., 1995). Quando manejadas em regime de corte ou pastejo, as plantas forrageiras utilizam-se desse mecanismo para a regulação da área foliar do dossel. É esperado, portanto, que flutuações estacionais na energia luminosa recebida pelo dossel, em função de seu manejo, produzam um ajuste dinâmico da área foliar e, com isso, mudanças estacionais nas densidades populacionais de perfilhos (Matthew et al., 1999).

Durante as cinco primeiras datas de coleta (D1 a D5), pastos mantidos a 5 cm de altura apresentaram densidades populacionais de perfilhos mais elevadas que pastos mantidos a 10, 15 ou 20 cm (Tabela 14), apresentando em média 2.380, 3.750 e 4.050 perfilhos a mais em cada data de amostragem. Isso correspondeu a um acréscimo de 26, 49 e 55% de perfilhos em relação às alturas de 10, 15 e 20 cm, respectivamente. Estas observações podem ser justificadas pela maior densidade populacional de perfilhos observada para a altura de 5 cm em relação às demais, ao início do experimento (D1), que foi em média 50% maior durante aquela data. Este padrão de superioridade persistiu até a data D3 em função das taxas de natalidade (Tabela 4) apresentarem-se superiores às de mortalidade (Tabela 6), para aquela altura de pasto, durante os períodos P1 e P2 (Tabela 4). Estes dados corroboram aqueles encontrados por Korte et al. (1984) e Xia et al. (1990), onde desfolhas mais intensas promoveram maiores densidades populacionais de perfilhos que desfolhas menos intensas.

Em janeiro de 1999 (D6) ocorreu uma queda marcante em todas as densidades populacionais, para todas as alturas de pastejo estudadas, em relação às demais datas. Além disso, as diferenças entre alturas de pasto deixaram de existir (Tabela 14). Esse comportamento se justifica pelas menores taxas de natalidade (Tabela 4) e maiores taxas

de mortalidade (Tabela 6) verificadas para o período P5, em relação aos períodos anteriormente avaliados, como consequência do efeito da seca marcante ocorrida durante o mês de novembro (Tabela 2 e Figura 2). Em fevereiro (D7), a altura de 5 cm mostrou-se superior em densidade populacional de perfilhos às alturas de 15 e 20 cm devido à grande elevação na taxa de natalidade em relação a de mortalidade, durante o período P6, para esta altura de pasto. Na data de coleta D8 as diferenças em densidades populacionais de perfilhos verificadas entre alturas de pastejo deixaram de existir em função dos maiores incrementos nas taxas de natalidade de pastos mantidos mais altos (10, 15 e 20 cm) em relação àqueles mantidos baixos (5cm), durante o período P7 (Tabela 4).

4.2.1 Variação estacional em densidade populacional de perfilhos

À medida que as avaliações foram progredindo, em relação à estação de crescimento, as densidades populacionais de perfilhos dos diferentes cultivares e alturas de pasto foram aumentando até novembro de 1998 (Tabelas 13 e 14 e Figuras 10, 11 e 12). Este comportamento deveu-se às melhores condições de ambiente como temperatura, regime pluviométrico e o tempo médio de insolação diária verificadas durante aquele período (Figuras 1, 2 e 3). Estas condições de ambiente podem ter sido favoráveis ao aparecimento e desenvolvimento de perfilhos a partir de gemas de crescimento localizadas nas axilas das folhas e/ou na coroa das plantas (Mitchell, 1953b; Langer, 1963; Langer, 1979; Parsons & Williams, 1982; Colvill & Marshall, 1984; Gillet et al., 1984; Deregibus et al., 1985; Gautier et al., 1999; Matthew et al., 1999). Além desses fatores, a reconhecida contribuição da nutrição mineral para o estímulo em perfilhamento (Langer, 1979), principalmente das fertilizações nitrogenadas (Langer, 1963; Langer, 1979; Nelson & Zarrouh, 1981), que ocorreram durante esta fase (item 3.2.2 e Figuras 10, 11 e 12), podem também ter contribuído para que houvesse o incremento observado em densidade populacional de perfilhos neste período.

Figura 10: Padrão estacional da densidade populacional de perfilhos em pastagens de Tifton-85 mantidas a 5, 10, 15 e 20 cm de altura. D1 = 18/08/98; D2 = 15/09/98; D3 = 16/10/98; D4 = 13/11/98; D5 = 08/12/98; D6 = 11/01/99; D7 = 03/02/99; D8 = 08/03/99. As setas verdes indicam as fertilizações (kg N ha⁻¹), as vermelhas o período de seca e as azuis os períodos de pico de florescimento.

Figura 11: Padrão estacional da densidade populacional de perfilhos em pastagens de Florakirk mantidas a 5, 10, 15 e 20 cm de altura. D1 = 18/08/98; D2 = 15/09/98; D3 = 16/10/98; D4 = 13/11/98; D5 = 08/12/98; D6 = 11/01/99; D7 = 03/02/99; D8 = 08/03/99. As setas verdes indicam as fertilizações (kg N ha^{-1}), as vermelhas o período de seca e as azuis os períodos de pico de florescimento.

Figura 12: Padrão estacional da densidade populacional de perfilhos em pastagens de Coastcross mantidas a 5, 10, 15 e 20 cm de altura. D1 = 18/08/98; D2 = 15/09/98; D3 = 16/10/98; D4 = 13/11/98; D5 = 08/12/98; D6 = 11/01/99; D7 = 03/02/99; D8 = 08/03/99. As setas verdes indicam as fertilizações (kg N ha⁻¹), as vermelhas o período de seca e as azuis os períodos de pico de florescimento.

Já nos meses de janeiro e fevereiro (D6 e D7) observa-se um decréscimo nas densidades populacionais em relação aos três meses de avaliação anteriores (D3, D4 e D5), que voltaram a se elevar em março para todos os tratamentos testados (Tabelas 13 e 14 e Figuras 10, 11 e 12). A queda nas densidades em D6 e D7 pode ser atribuída à tendência de diminuição nas taxas de natalidade verificadas durante o período P5, referente ao mês de dezembro (Tabelas 3 e 4) e também à elevação nas taxas de mortalidade ocorridas durante os períodos P5 e P6, para todos os tratamentos, em relação àquelas observadas nos períodos de avaliação anteriores (Tabelas 5 e 6). O comportamento observado para ambas as taxas pode ter sido causado pela queda do regime médio de chuvas ocorrido em novembro do mesmo ano (Figura 2), e às reduzidas médias diárias de insolação observadas durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, caracterizados por grandes períodos de nebulosidade (Figura 3). Adicionalmente, a ausência de fertilizações nitrogenadas durante os períodos P5 e P6 (item 3.2.2 e Figuras 10, 11 e 12) também pode ter contribuído para este comportamento. Estes resultados estão de acordo com aqueles relatados por Korte et al. (1982), no qual os autores atribuem o desaparecimento das diferenças entre tratamentos, que existiam inicialmente, quanto às densidades populacionais de perfilhos (durante o período compreendido entre o final da primavera e a estação do verão) no outono, aos efeitos negativos das condições de seca ocorridas durante a estação do verão (Korte et al., 1984). Tal fato resultou em menores taxas de natalidade e maiores taxas de mortalidade durante o verão (Korte et al., 1982). Além disso, os efeitos provocados pela menor disponibilidade de luz e fluxo de radiação luminosa interferem grandemente nas taxas de natalidade de perfilhos observadas em plantas forrageiras manejadas sob corte ou pastejo (Gautier et al., 1999; Matthew et al., 1999).

Os incrementos em densidades populacionais, observados na data D8 em março (Tabelas 13 e 14), podem ser atribuídos as grandes taxas de natalidade observadas durante o período P7, referente ao mês de fevereiro (Tabelas 3 e 4), que foram capazes de superar as altas taxas de mortalidade observadas para o mesmo período (Tabelas 5 e 6). Estas maiores taxas de natalidade, por sua vez, podem ser justificadas pelos incrementos nas médias de precipitação verificadas para os meses de dezembro, janeiro

e fevereiro, em relação ao mês de novembro (Figura 3), e às elevadas temperaturas médias durante esses meses (Figura 1). Adicionalmente, a ausência de florescimento para os cultivares Tifton-85 e Coastcross e o baixo valor observado para Florakirk em fevereiro (Tabela 11) também contribuíram para este padrão de variação em densidade populacional de perfilhos. Estes resultados corroboram aqueles encontrados por Hernandez Garay et al. (1997b), onde os autores descrevem um segundo pico de densidade populacional de perfilhos verificado em seu segundo experimento durante o final do mês de março, pico este que foi atribuído às maiores taxas de natalidade observadas no decorrer do mesmo mês em relação ao mês anterior.

Considerando-se o padrão estacional de variação na dinâmica populacional de perfilhos, para todos os tratamentos, pode-se observar que a população de perfilhos gerada durante o final do inverno (gerações 1 e 2) representou em média somente 6% da população total de perfilhos verificada durante a última data de coleta de dados do período experimental (março – D8) (Figuras 10, 11 e 12). Já o total de perfilhos pertencentes às gerações formadas no período da primavera (gerações 3, 4 e 5) e verão (gerações 6, 7 e 8) representou em média 10% e 84% da população total de perfilhos verificada na D8, respectivamente.

Este padrão de comportamento revela a existência de uma intensa renovação (“turnover”) de perfilhos durante o verão (P6 e P7) que, em última análise, gerou os incrementos observados em densidade populacional em D8 (Tabelas 13 e 14 e Figuras 10, 11 e 12). Assim, constata-se que os perfilhos formados nessa época do ano são essenciais para a manutenção do estande de plantas no pasto, afim de assegurar a produtividade e longevidade do mesmo durante as estações seguintes (outono, inverno e primavera), principalmente porque as menores taxas de natalidade foram verificadas para as estações de final de inverno e primavera (Tabelas 3 e 4). Tal fato pode estar associado primordialmente ao evento fenológico de florescimento verificado durante essas estações, que promove uma redução do nascimento de perfilhos durante o mesmo período de avaliação (Hernandez Garay et al., 1997b). Além disso, existem restrições climáticas sérias, características desse período, e que determinam a estacionalidade de produção de forragem em pastagens.

Considerando-se a associação positiva verificada durante a maior parte do período experimental, entre as densidades populacionais de perfilhos e as taxas de acúmulo de forragem (item 4.3.1), a importância de alta natalidade durante o verão fica ainda mais evidente, uma vez que esta pode assegurar não somente a persistência do pasto como um todo, mas também sua maior produtividade em períodos subsequentes.

4.3 Acúmulo de Forragem

4.3.1 Taxa de acúmulo de matéria seca

Para esta variável foram verificados efeitos de mês de coleta ($P=0,0001$) e interação mês x cultivar ($P<0,05$), os quais podem ser observados nas Tabelas 15 e 16 e Figuras 13 e 14. De forma geral os dados revelam menor taxa de acúmulo para o cultivar Florakirk, sendo que Tifton-85 apresenta, na maior parte dos meses (exceto em agosto, setembro e março), os maiores valores observados (Tabela 15). Ao associar-se estas informações às aquelas referentes às densidades populacionais, constata-se que o cultivar Tifton-85 também foi aquele que apresentou maior densidade populacional de perfilhos no período experimental (Tabela 13). Este fato revela uma associação positiva, durante a maior parte do período experimental, entre acúmulo de forragem e densidade populacional de perfilhos para comparação entre cultivares.

Contudo, as maiores densidades populacionais apresentadas pelo cultivar Tifton-85 durante os meses de final do inverno (agosto e setembro) (Tabela 13) não estiveram associadas a maiores taxas de acúmulo. Isto pode ter sido devido ao efeito compensador entre tamanho e densidade populacional de perfilhos existente em relvados já estabelecidos, onde o maior número de perfilhos de um dado cultivar pode ser compensado pelo maior peso dos mesmos em outros cultivares (Yoda et al., 1963; Westoby, 1984; Matthew et al., 1995).

Tabela 15: Taxas de acúmulo de matéria seca (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) de agosto/98 a março/99 para os cultivares de *Cynodon* spp..

Mês	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM
Agosto	27,8 ^b	37,5 ^{ab}	40,0 ^a	35,1	4,2
Setembro	29,2 ^{ab}	24,5 ^b	35,3 ^a	29,7	2,3
Outubro	70,6 ^a	52,3 ^a	70,1 ^a	64,3	6,9
Novembro	57,1 ^a	38,2 ^b	50,7 ^{ab}	48,7	5,2
Dezembro	104,3 ^a	79,2 ^b	84,4 ^{ab}	89,3	7,3
Janeiro	105,6 ^a	90,1 ^b	90,6 ^{ab}	95,4	5,6
Fevereiro	97,6 ^a	71,9 ^b	91,1 ^a	86,9	5,8
Março	95,0 ^a	88,3 ^a	106,5 ^a	96,6	8,2

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra minúscula são iguais (P>0,05).

EPM - erro padrão da média.

Tabela 16: Taxas de acúmulo de matéria seca (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) de agosto/98 a março/99 para as alturas de pasto estudadas.

Mês	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	Média	EPM
Agosto	32,2 ^a	36,8 ^a	30,8 ^a	40,6 ^a	35,1	4,9
Setembro	29,7 ^a	26,7 ^a	30,4 ^a	31,8 ^a	29,7	2,7
Outubro	66,2 ^a	65,3 ^a	61,3 ^a	64,6 ^a	64,4	8,1
Novembro	46,6 ^{ab}	38,1 ^b	46,6 ^a	63,4 ^a	48,7	6,1
Dezembro	89,1 ^a	90,2 ^a	84,3 ^a	93,5 ^a	89,3	8,6
Janeiro	103,6 ^a	91,8 ^a	88,8 ^a	97,5 ^a	95,4	6,6
Fevereiro	88,4 ^a	92,1 ^a	83,5 ^a	83,5 ^a	86,9	6,8
Março	94,9 ^a	103,7 ^a	91,2 ^a	96,7 ^a	96,6	9,6

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra minúscula são iguais (P>0,05).

EPM - erro padrão da média.

Observando as Figuras 13 e 14 nota-se o padrão estacional de produção de forragem. Constata-se uma menor produção durante os meses de final do inverno (agosto e setembro), provavelmente devido ao efeito de florescimento mais intenso para os cultivares Florakirk e Coastcross (Tabela 11), além das condições de ambiente existentes naquela época (Tabela 2). É fato conhecido que a partição de matéria seca é influenciada pela época e duração do estágio reprodutivo, já que o desenvolvimento da inflorescência nos perfilhos leva ao cessamento da emissão de novas folhas, podendo inibir o desenvolvimento dos perfilhos das gemas axilares, o que levaria a uma subsequente redução da produção do relvado (Cooper, 1983). Além disso, pode-se notar que Tifton-85 parece ter uma estacionalidade de produção mais bem definida que Florakirk e Coastcross.

Com a evolução do período experimental, observa-se um crescente aumento das taxas de acúmulo de forragem durante a primavera (outubro e dezembro) em relação ao final do inverno, onde as maiores taxas são verificadas ao final daquela estação e o início do verão Tabelas 15 e 16. Contudo, houve uma redução da produção no mês de novembro devido à forte estiagem ocorrida naquele período (Tabela 2). Do início para o final do verão (janeiro, fevereiro e março) verifica-se que as taxas de acúmulo mantiveram seus valores “praticamente estáveis”, sem a ocorrência de picos ou quedas de produção acentuados (Tabelas 15 e 16). Novamente a associação entre a densidades populacionais de perfilhos e as taxas de acúmulo observadas mostra uma correspondência positiva existente entre essas duas variáveis analisadas, pois as menores densidades populacionais de perfilhos também foram verificadas durante o período do final do inverno, seguido por sua elevação durante a primavera. Contudo, os efeitos causados pelas condições adversas de umidade, durante o mês de novembro, não refletiram em menores densidades populacionais de perfilhos durante o mesmo período, como o fez com as taxas de acúmulo de forragem (Figura 13).

Uma vez que, provavelmente, os efeitos causados pela seca de novembro somente promoveram menores densidades populacionais de perfilhos durante o mês de janeiro, em função das menores taxas de natalidade e maiores taxas de mortalidade ocorridas durante o mês de dezembro, pode-se dizer que a diminuição na densidade

populacional de perfilhos ficou atrasada em relação à produção dos mesmos (peso de perfilhos), para um dado período de tempo. Este padrão de comportamento é semelhante àquele relatado por Grant & King (1983), onde menciona-se um *lag* de tempo existente entre o aumento na produção do pasto, oriundo de variação em peso por perfilho e número de perfilhos por unidade de área. Naquele período as maiores taxas de acúmulo (janeiro) estiveram associadas às menores densidades populacionais (Tabela 13), levando a crer que o mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos estava novamente compensando o menor número de perfilhos através de um maior peso por perfilho.

Apesar de não terem sido observadas diferenças entre alturas ($P>0,05$), exceto para o mês de novembro (Tabela 16, Figura 14), possivelmente elas existiram e não foram detectadas em função do método utilizado para determinação do acúmulo de forragem. Segundo Frame (1981), o método baseado em gaiola de exclusão promove uma super-estimativa da quantidade de forragem nos pastos mais baixos e uma sub-estimativa nos pastos mais altos. Segundo o autor, tal fato ocorre como consequência dos pastos mantidos sempre baixos possuírem uma alta quantidade de perfilhos pequenos e uma baixa interceptação de luz. Quando esses pastos são isolados da ação do animal, crescem em tamanho sem haver redução proporcional na densidade populacional de perfilhos durante o período de avaliação (21 dias), ou seja, há um *lag* de tempo entre o sinal de competição por luz e a morte dos perfilhos para um novo equilíbrio. Durante esse período, portanto, estimativas de acúmulo são inflacionadas. Já em pastos mais altos, a interceptação de luz encontra-se mais próxima de valores elevados, diferentemente do que ocorre com pastos mais baixos. Os dados de taxas de acúmulo para os tratamentos de intensidades de pastejo obtidos neste trabalho corroboram aqueles encontrados por Humphreys (1966), que trabalhando com *Panicum maximum* var. *trichoglume*, também não verificaram efeito da intensidade de pastejo sobre a taxa de acúmulo de matéria seca.

Contudo, Clapp Jr. et al. (1965), objetivando determinar a influência da severidade da desfolha no crescimento de capim bermuda cv. 'Coastal', relataram que a maioria dos resultados obtidos indicou produções elevadas para o regime de desfolha

mais freqüente e intenso. Os autores justificaram estes resultados à maior eficiência foliar (folhas desenvolvidas em ambiente com maior disponibilidade de luz) e a um corte de uniformização prévio que, provavelmente, influenciou as reservas das raízes e o desenvolvimento dos perfilhos nas condições de seu ensaio.

Comparando-se os resultados obtidos neste experimento com aqueles verificados por Carnevalli & Da Silva (1999), observa-se que os valores de taxas de acúmulo do atual trabalho variaram entre 24,5 e 106,5 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 15) e foram superiores aos encontrados para o cultivar Coastcross estudado pelos referidos autores citados, os quais variaram de 15,7 a 96,2 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹.

4.3.2 Acúmulo de matéria seca

Para avaliação da massa total de forragem acumulada durante o período experimental, multiplicou-se as taxas de acúmulo mensais pelo número de dias do mês correspondente e os resultados foram somados para cada altura de pasto e/ou cultivar. A análise de variância revelou diferenças entre cultivares ($P=0,0141$) apenas. Estes resultados podem ser observados na Tabela 17 e Figura 15.

O cultivar Coastcross apresentou os maiores valores de acúmulo ($P>0,05$) para as alturas de 5 e 10 cm. Já para a altura de 20 cm o cultivar Tifton-85 apresentou o maior acúmulo ($P<0,05$). Os menores valores observados durante todo o período experimental foram relativos ao cultivar Florakirk, o qual apresentou, em média, 22 e 16% menos forragem acumulada que os cultivares Tifton-85 e Coastcross, respectivamente, para todas as alturas de pasto estudadas (Tabela 17).

Entre as alturas de pasto, verifica-se que somente ocorreram diferenças para o cultivar Tifton-85, onde a maior altura (20 cm) apresentou um valor superior àquele de pastos mantidos a 15 cm. De forma geral, estes resultados confirmam a tendência observada para as taxas de acúmulo durante o período experimental (Tabelas 15 e 16), confirmando a limitação da técnica da gaiola de exclusão descrita por Frame (1981).

Tabela 17: Acúmulo de matéria seca (kg MS ha⁻¹) no período experimental (de agosto/98 a março/99) para os cultivares e alturas de pasto estudadas.

Alturas (cm)	Tifton-85	Florakirk	Coastcross	Média	EPM
5	16.730 ^{aAB}	15.250 ^{aA}	18.000 ^{aA}	12.500	1.471
10	16.740 ^{aAB}	14.540 ^{aA}	17.100 ^{aA}	12.100	1471
15	16.510 ^{aB}	13.830 ^{aA}	16.480 ^{aA}	11.710	1471
20	20.910 ^{aA}	14.650 ^{bA}	16.270 ^{bA}	12.960	1471
Média	17.720	14.570	16.960		
EPM	736	736	736		

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra minúscula são iguais (P>0,05). Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra maiúscula são iguais (P>0,05).

EPM - erro padrão da média.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos ao longo dos 202 dias de período experimental, que englobam praticamente três estações do ano agrícola 1998/99 podem ser sumarizados da seguinte maneira:

O cultivar Tifton-85 apresentou as maiores densidades populacionais de perfilhos durante a maior parte do período experimental em função de suas menores taxas de mortalidade e menor proporção de perfilhos florescido.

Pastos mantidos mais baixos (5cm) apresentaram maior densidade populacional de perfilhos que os demais como consequência do mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos existente numa comunidade de plantas já estabelecidas.

As taxas de mortalidade foram determinantes fundamentais das variações em densidades populacionais de perfilhos observadas para as alturas de pasto estudadas, uma vez que as taxas de natalidade praticamente não apresentaram diferenças durante o ensaio.

O padrão de distribuição estacional do perfilhamento revelou que uma maior proporção de perfilhos foi verificada durante a primavera seguida pelo verão e inverno, como consequência das condições de ambiente, fertilizações nitrogenadas e distribuição do florescimento dos três cultivares.

As condições de seca observadas em novembro promoveram efeitos muito expressivos quanto às taxas de natalidade e mortalidade de perfilhos levando a uma consequente queda das densidades populacionais observadas em períodos subsequentes.

As gerações 5, 6 e 7 apresentaram menor sobrevivência de perfilhos que as quatro primeiras gerações avaliadas.

O cultivar Tifton-85 apresentou os menores valores de taxas de mortalidade (coeficientes angulares das curvas de sobrevivência de perfilhos) para as gerações avaliadas.

Pastos mantidos a 5 cm de altura apresentaram maior mortalidade de perfilhos em todas as gerações avaliadas, porém estiveram associadas a elevados valores de natalidade, demonstrando um alto “turnover” da população.

Os maiores valores de intercepto foram verificados para pastos manejados a 5 cm, em todas as gerações de perfilhos avaliadas, revelando maiores densidades populacionais de perfilhos para cada geração em relação as demais alturas.

Os menores valores de intercepto das 4 primeiras gerações foram verificados para o cultivar Tifton-85 que, no entanto, apresentou as maiores densidades populacionais de perfilhos em todas as datas avaliadas, devido as menores taxas de mortalidade de suas gerações em relação aos demais cultivares.

Os cultivares Coastcross e Florakirk apresentaram maior proporção de perfilhos florescidos durante as estações de final de inverno e primavera, respectivamente.

As menores taxas de acúmulo de forragem foram verificadas para o cultivar Florakirk e as maiores oscilaram para os cultivares Coastcross e Tifton-85 durante o transcorrer do experimento.

O acúmulo de forragem ocorrido durante o período experimental também revelou os menores valores para o cultivar Florakirk, não sendo observado efeito entre alturas de pasto.

Os pastos de Tifton-85 demonstraram ser mais tolerantes a regimes de desfolha intensa que os demais cultivares, devido a manutenção de altas densidades populacionais e menores taxas de mortalidade de perfilhos.

Pastejos intensos após um período de alta mortalidade promoveram queda nas densidades populacionais de perfilhos subsequentes na pastagem.

6 CONCLUSÕES

Existiu uma relação inversa entre tamanho e número de perfilhos por unidade de área.

O mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos descrito para plantas de clima temperado parece operar de forma consistente e efetiva em pastos de *Cynodon* spp..

Tifton-85 demonstrou ser uma planta mais “plástica” e flexível em termos de manejo, características essas que devem lhe conferir maior tolerância ao pastejo intenso que os demais cultivares avaliados.

Apesar da ausência de resultado significativo na análise da variância, altas taxas de mortalidade foram consistentemente associadas a altas taxas de natalidade, demonstrando uma alta taxa de renovação de perfilhos nas populações de plantas. Estas ocorrências apresentaram um padrão estacional que foi influenciado por condições de ambiente, particularmente disponibilidade de água no solo, e que resultou no padrão observado de variação na densidade populacional de perfilhos ao longo do período experimental.

Práticas de manejo racionais devem reconhecer esses períodos de alta mortalidade e assegurar que altas taxas de natalidade sejam verificadas para que a comunidade de plantas não entre em “colapso”. Essa meta deve levar em consideração a necessidade eventual de variação na intensidade e/ou frequência de desfolha ao longo do ano, uso de práticas de fertilização nitrogenada, flexibilidade de ação em caso de ocorrência de adversidades climáticas e características fenológicas específicas da planta forrageira em uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSLOW, R.C. The rate of appearance of leaves on tillers of the gramineae. **Herbage Abstracts**, v.36, p.149-155, 1966.
- AWAD, M.; CASTRO, P.R.C. Auxinas e processos relacionados. In: AWAD, M.; CASTRO, P.R.C. **Introdução à fisiologia vegetal**. São Paulo: Nobel, 1983. cap.12, p.125-133.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stoking management. **Grass and Forage Society**, v.38, p.323-331, 1983.
- BLACK, C.K.; CHU, A.C.P. Searching for an alternative way to manage prairie grass. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v.50, p.219-223, 1989.
- 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).
- BULLOCK, J.M.; CLEAR, HILL, B.C.; SILVERTON, J. Tiller dynamics of two grasses – responses to grazing, density and weather. **Journal of Ecology**, v.82, p.331-340, 1994.
- 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 agrônômicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. 'Coast-cross-1'. **Scientia Agricola**, v.56, p.489-499, 1999.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BACKER M. J. (Ed.) **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. cap.3, p.55-64.
- CHAPMAN, D. F.; CLARK, D.A.; LAND, C.A.; DYMOCK, N. Leaf and tiller or stolon death in *Lolium perenne*, *Agrostis* spp. and *Trifolium repens* in set stocked and rotationally grazed hill pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.27, p.303-312, 1984.
- CLAPP Jr., J.G.; CHAMBLEE, D.S.; GROSS, H.D. Interrelationships between defoliation systems, morphological characteristics, and growth of 'Coastal' bermudagrass. **Crop Science**, v.5, p.428-471, 1965.
- CLIFFORD, P.E. Tiller bud suppression in reproductive plants of *Lolium multiflorum* Lam. Cv. Westwoldium. **Annals of Botany**, v.41, p.605-615, 1977.
- COLVILL, K.E.; MARSHALL, C. Tiller dynamics and assimilate partitioning in *Lolium perenne* with particular reference to flowering. **Annals of Applied Biology**, v.104, p.543-557, 1984.
- COOPER, J.P. Physiological and morphological advances for forage improvement. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., Lexington, 1981. **Proceedings**. Boulder: Westview Press, 1983. p.125-137.
- CORSI, M.; NASCIMENTO Jr., D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V.P. (Ed.) **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p.15-47.

CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.; SANTOS, P.M., Da SILVA, S.C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.15-48.

Da SILVA, S.C. A study of spring grazing 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 ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 3, Jaboticabal, 1997. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.1-62.

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

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, D.A.; FORTHERGILL, M.; MORGAN, C.T. Assessment of contrasting perennial ryegrass, with and without white clover, under continuous sheep stocking in the uplands. 5. Herbage production, quality and intake in years 4-6. **Grass and Forage Science**, v.48, p.213-222, 1993.

DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J.; TRLICA, M.J. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in humid natural grassland. **Journal of Applied Ecology**, v.22, p.199-206, 1985.

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)

- 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.
- GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to the defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, v.83, p.423-429, 1999.
- GILLET, M.; LEMAIRE, G.; GOSSE G. Essai d'élaboration d'un schéma global de coissance des graminées fourragères. **Agronomie**, v.4, p.75-82, 1984.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *P. maximum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., Fortaleza, 1996. **Anais**. Fortaleza: SBZ, 1996, p.403-405.
- GRANT, S. A.; KING, J. Grazing management and pasture production: the importance of sward morphological adaptations and canopy photosynthesis. In: THE HILL FARMING RESEARCH ORGANISATION. **Biennial Report**: 1982-83. Palmerston North: 1983. p.119-129.
- HERLING, V.R.; ZANETTI, M.A.; GOMIDE, C.A.; LIMA, C.G. Influência de níveis de adubação nitrogenada e potássica e estádios de crescimento sobre o capim-setária (*Setária anceps* Stapf Ex. Massey cv. Kazangula). I. Produção de matéria seca e fisiologia de perfilhamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.6, p.561-571, 1991.
- HERNANDEZ 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, 1997a.

- HERNANDEZ GARAY, A.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Effect of spring management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures. 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.40, p.37-50, 1997b.
- HODGSON, J. Herbage production and utilisation. In: HODGSON, J. (Ed). **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley, 1990. cap.5, p.38-54.
- HODGSON, J.; JAMIESON, W.S. Variations in herbage mass and digestibility and grazing behaviour and herbage intake of adult cattle and weaned calves. **Grass Forage Science**, v.36, p.39-48, 1981.
- HUMPHREYS, L.R. Subtropical grass growth: 3. Effects of stage of defoliation and inflorescence removal. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.23, p.499-531, 1966.
- JEWISS, O.R. Tillering in grasses - its significance and control. **Journal of the British Grassland Society**, v.27, p.65-82, 1972.
- KAYS, S.; HARPE, J.L. The regulation of plant and tiller density in a grass sward. **Journal of Ecology**, v.62, p.97-105, 1974.
- KORTE, C.J. Grazing management of perennial ryegrass/white clover pastures in late spring. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v.25, p.80-84, 1982.
- KORTE, C.J. Tillering in 'Grasslands Nui' perennial ryegrass swards. 2. Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.29, p.629-638, 1986.
- KORTE, C.J.; CHU, A.C.P. Some effects of drought on perennial ryegrass swards. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v.44, p.211-216, 1983.

- KORTE, C.J.; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria of spring-grazing management of a ryegrass dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**. v.25, p.309-319, 1982.
- 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; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Tillering in 'Grasslands Nui' perennial ryegrass swards. 1. Effect of cutting treatments on tiller appearance and longevity, relationship between tiller age and weight, and herbage production. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.28, p.437-447, 1985.
- LANGER, R.H.M. Growth and nutrition of Timothy. **Annals of Applied Biology**, v.44, p.166-187, 1956.
- LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage Abstracts**, v.33, p.141-148, 1963.
- LANGER, R.H.M. Tillering. In: LANGER, R.H.M (Ed). **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1979. cap.5, p.19-25.
- LANGER, R.H.M.; RYLE, S.M.; JEWISS, O.R. The changing plant and tiller populations of timothy and meadow fescue swards: I. Plant survival and the pattern of tillering. **Journal Applied and Ecology**, v.1, p.197-208, 1964.
- LAUDE, H.M. External factors affecting tiller development. In: YONNGNER, V.B.; McKELL, C.M. (Ed). **The biology and utilisation of grasses**. New York: Academic Press, 1972. cap. 11, p. 147-154.

- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilisation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND ECOLOGY”, 1., Curitiba, 1999. **Anais.** Curitiba: UFPR, 1999. p.165-183.
- L’HUILIER, P.J. Tiller appearance and death of *Lolium perenne* in mixed swards grazed by dairy cattle at two stocking rates. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.30, p.15-22, 1987.
- MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed grasslands: analytical studies ecosystems of the world.** Amsterdam: Elsevier Science, 1987. cap. 4, p.29-46.
- MATTHEW, C. 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.; CHU, A.C.P. Early summer pasture control: What suits the plant? **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v.33, p.73-77, 1991.
- MATTHEW, C.; HERNANDEZ GARAY, A.; HODGSON, J. Making sense of the link between tiller density and pasture production. **Proceedings of New Zealand Grassland Association**, v.57, p.83-87, 1996.
- MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON., N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1., Curitiba, 1999. **Anais.** Curitiba: UFPR, 1999. p.109-133.
- MATTHEW, C.; LEMAIER, G.; SACKVILLE HAMILTON, N.R.; HERNANDEZ-GARAY, A. A modified self-thinning equation do describe size / density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v.76, p.579-587, 1995.

- MATTOS, W.T. Diagnose nutricional de potássio em duas espécies de braquiária Piracicaba, 1997. 74p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilisation upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, v.49, p.111-120, 1994.
- MITCHELL, K.J. Influence of light and temperature on the growth of ryegrass (*Lolium* spp.). 1. Pattern of vegetative development. **Physiologia Plantarum**, v.6, p. 21-46, 1953a.
- MITCHELL, K.J. Influence of light and temperature on the growth of ryegrass (*Lolium* spp.). 2. The control of lateral bud development. **Physiologia Plantarum**, v.6, p.425-443, 1953b.
- MITCHELL, R.B.; LOWELL, E.M.; KENETH, J.M., DAREN, D.R. Tiller demographics and area index of four perennial pasture grasses. **Agronomy Journal**, v.90, p.47-53, 1998.
- MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para os pastos tropicais**. São Paulo: Nobel, 1983. 198p.
- MONTEIRO, F.A.; MARTIM, R.A; MATTOS, W.T. *Brachiaria brizantha* response to phosphorus rate in the nutrient solution. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., Winnipeg, 1997. **Proceedings**. Winnipeg: s. Ed., 1997./No prelo/
- NABINGER, C.; MEDEIROS, R.B. Produção de sementes de *Panicum maximum*, Jacq. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., Piracicaba, 1995. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.59-128.

- NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, BIENNIAL SYMPOSIUM, Nottingham, 1981. **Proceedings**. Nottingham: British Grassland Society. p.25-29.
- NEUTBOOM, 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.
- OMETTO, J.C. **Registros e estimativas dos parâmetros meteorológicos da região de Piracicaba, SP**. Piracicaba: FEALQ, 1989. 76p.
- ONG, C.K.; MARSHALL, C.; SAGAR, G.R. The physiology of tiller death in grasses. 2. Causes of tiller death in grass sward. **Journal of the British Grassland Society**, v.17, p.205-211, 1978.
- PARSONS, A.J.; WILLIAMS, T.E. Herbage production: grasses and leguminous. In: HOLMES, W. (Ed.) **Grass: its production and utilisation**. Oxford: Blackwell Scientific, 1982. cap. 2, p.7-88.
- PHILLIPS, I.D.J. Growth hormones in shoot and root development. In: PHILLIPS, I.D.J. (Ed.) **Introduction to the biochemistry and physiology of plant growth hormones**. New York: McGraw-Hill, 1972. cap.2 , p.45-72.
- ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.A.; WOLEDGE, J. The grass plant - its form and function. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.) **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.

- RODRIGUES, L.R.A.; MOTT, G.O.; VEIGA, J.B.; OCUMPAUGH, W.R. Tillering and morphological characteristics of dwarf elephantgrass under grazing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, p.1209-1218, 1986.
- RYLE, G.J.A. Effects of photoperiod in growth cabinets on the growth of leaves and tillers in three perennial grasses. **Annals of Applied Biology**, v.57, p.269-279, 1966.
- 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.
- SANTOS, P.M. Estudo de características agronômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo. Piracicaba, 1997. 62p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: release; 6.03. Cary, 1998. 1028p.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Effect of tiller trimming on phyllochron and tillering regulation during tall fescue development. **Crop Physiology & Metabolism**, v.34, p.1267-1273, 1994a.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Role of appearance rate and coleoptile tiller in regulating tiller production. **Crop Science**, v.34, p.71-75, 1994b.
- SMITH, H. Function, evolution and action of plant photosensors. In: SMITH, H. (Ed.) **Plants and daylight spectrum**. New York: Academic Press, 1981. cap.2, p.499-508.
- TOKESHI, H. Perfilhamento e perdas pelo carvão da cana-de-açúcar. **STAB. Açúcar, Alcool e Sbprodutos**, v.22, p. 34-44, 1986.

- VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. **Crop Science**, v.23, p.720-724, 1983.
- WADE, M.H.; PEYRAUD, J.L.; LEMAIRE, G.; CAMERON, E.A. The dynamics of daily area and herbage intake of cows in a five-day paddock system. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., Nice, 1998. **Proceedings**. Nice: British Grassland Society, 1989. p.1111-1112.
- WESTOBY, M. The self-thinning rule. **Advances in Ecological Research**, v.14, p.167-225, 1984.
- WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, p.1-3, 1995.
- WOODWARD, S.J.R. Quantifying different causes of leaf and tiller death in grazed perennial ryegrass swards. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.41, p.149-159, 1998.
- XIA, J.X.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; CHU, A.C.P. Tiller population and tissue turnover in perennial ryegrass pasture under hard and lax spring and summer grazing. **New Zealand Grasslands Association**, v.51, p.119-122, 1990.
- YODA, K.; KIRA, T.; OGAWA, H.; HOZUMI, K. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivate and natural conditions (intraspecific competition among higher plants XI). **Journal of Institute of Polytechnics** , v.14, p.107-129, 1963.
- ZARROUGH, K.M.; NELSON, C.J.; SLEPER, D.A. Interrelationships between rates of appearance and tillering in selected tall fescue populations. **Crop Science**, v.24, p.565-569, 1984.

APÊNDICE 1

Tabela 1: Calibração entre massa de forragem x altura da régua (altura não comprimida)
para pastos de Tifton-85.

Mês	Equação	R ²
Agosto/98	2565 + 222 h	0,88
Setembro/98	2972 + 181 h	0,67
Outubro/98	3041 + 243 h	0,80
Novembro/98	1949 + 300 h	0,69
Dezembro/98	2263 + 286 h	0,86
Janeiro/99	1172 + 238 h	0,88
Fevereiro/99	150 + 299 h	0,89
Março/99	827 + 290 h	0,76

Tabela 2: Calibração entre massa de forragem x altura do prato ascendente (altura comprimida).

Mês	Equação	R ²
Agosto/98	3010 + 135 h	0,87
Setembro/98	3364 + 118 h	0,63
Outubro/98	3410 + 154 h	0,75
Novembro/98	2733 + 178 h	0,72
Dezembro/98	2491 + 189 h	0,90
Janeiro/99	1733 + 146 h	0,74
Fevereiro/99	800 + 195 h	0,86
Março/99	1685 + 169 h	0,73

Tabela 3: Calibração entre massa de forragem x altura da régua (altura não comprimida) em pastos de Florakirk

Mês	Equação	R ²
Agosto/98	2298 + 180 h	0,80
Setembro/98	2532 + 153 h	0,76
Outubro/98	3469 + 173 h	0,47
Novembro/98	2871 + 174 h	0,52
Dezembro/98	2588 + 206 h	0,81
Janeiro/99	1760 + 194 h	0,85
Fevereiro/99	1145 + 190 h	0,76
Março/99	1281 + 234 h	0,77

Tabela 4: Calibração entre massa de forragem x altura do prato ascendente (altura comprimida) em pastos de Florakirk.

Mês	Equação	R ²
Agosto/98	2594 + 124 h	0,82
Setembro/98	2781 + 107 h	0,75
Outubro/98	3673 + 112 h	0,51
Novembro/98	3398 + 104 h	0,41
Dezembro/98	3077 + 130 h	0,78
Janeiro/99	2086 + 131 h	0,81
Fevereiro/99	1615 + 122 h	0,79
Março/99	1873 + 144 h	0,80

Tabela 5: Calibração entre massa de forragem x altura da régua (altura não comprimida) em pastos de Coastercross.

Mês	Equação	R ²
Agosto/98	2154 + 110 h	0,88
Setembro/98	1535 + 157 h	0,74
Outubro/98	2077 + 141 h	0,84
Novembro/98	1375 + 207 h	0,78
Dezembro/98	1734 + 198 h	0,82
Janeiro/99	512 + 229 h	0,89
Fevereiro/99	225 + 248 h	0,90
Março/99	1139 + 193 h	0,82

Tabela 6: Calibração entre massa de forragem x altura do prato ascendente (altura comprimida) em pastos de Coastercross.

Mês	Equação	R ²
Agosto/98	2650 + 116 h	0,91
Setembro/98	1886 + 112 h	0,73
Outubro/98	2155 + 122 h	0,71
Novembro/98	1818 + 135 h	0,76
Dezembro/98	1939 + 139 h	0,82
Janeiro/99	910 + 153 h	0,82
Fevereiro/99	801 + 168 h	0,91
Março/99	1400 + 133 h	0,85

APÊNDICE 2

Tabela 1: Coeficientes de determinação (R^2) estimados para as gerações de perfilhos de Tifton-85, Florakirk e Coastcross nas quatro alturas de pasto testadas.

Cultivar	Altura (cm)	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	Médias
Tifton-85	5	0,95	0,93	0,95	0,95	0,95	0,91	1,00	0,95
	10	0,97	0,93	0,92	0,95	0,97	0,97	1,00	0,96
	15	0,97	0,95	0,97	0,97	0,97	0,96	1,00	0,97
	20	0,97	0,95	0,94	0,98	0,95	0,96	1,00	0,96
Florakirk	5	0,89	0,86	0,93	0,96	0,95	0,94	1,00	0,93
	10	0,91	0,89	0,97	0,97	0,99	0,98	1,00	0,96
	15	0,97	0,95	0,90	0,96	0,97	0,97	1,00	0,96
	20	0,93	0,88	0,99	0,98	1,00	0,92	1,00	0,96
Coastcross	5	0,97	0,87	0,91	0,99	0,96	0,94	1,00	0,95
	10	0,97	0,95	0,95	0,97	0,97	0,98	1,00	0,97
	15	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,98	1,00	0,96
	20	0,96	0,97	0,98	0,95	0,96	0,93	1,00	0,96
Médias		0,95	0,92	0,95	0,97	0,97	0,95	1,00	

R^2 estimado com base nas retas (função linear) das densidades populacionais de perfilhos transformadas em logaritmo para cada geração de perfilhos estudada.