

DEMOGRAFIA DO PERFILHAMENTO E TAXAS DE ACÚMULO DE MATÉRIA SECA EM CAPIM 'TIFTON 85' SOB PASTEJO

Carlos Augusto Brandão de Carvalho^{1,3}; Sila Carneiro da Silva^{2*}; André Fischer Sbrissia^{1,3}; Luiz Felipe de Moura Pinto^{1,4}; Roberta Aparecida Carnevalli¹; Jailson Lara Fagundes¹; Carlos Guilherme Silveira Pedreira²

¹ Pós-Graduando do Depto. de Produção Animal - USP/ESALQ.

² Depto. de Produção Animal - USP/ESALQ, C.P. 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP.

³ Bolsista FAPESP.

⁴ Bolsista CAPES.

*Autor correspondente <scdsilva@carpa.ciagri.usp.br>

RESUMO: Neste ensaio foram avaliados os parâmetros de densidade populacional, taxas de emissão e de mortalidade, proporção de perfilhos florescidos e acúmulo de matéria seca de forragem para a espécie *Cynodon* spp. cultivar Tifton 85. Os tratamentos corresponderam a quatro situações de altura do pasto (5, 10, 15 e 20 cm) mantidas constantes por ovinos sob regime de lotação contínua e taxa de lotação variável. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. Foram utilizadas áreas ($\cong 0,0176 \text{ m}^2$) delimitadas por anéis plásticos (PVC), onde todos os perfilhos existentes foram marcados com pequenas argolas plásticas coloridas e contados a cada avaliação. As taxas de acúmulo de matéria seca foram avaliadas utilizando-se a técnica da gaiola de exclusão, com mensuração da massa de forragem a cada 21 dias. Houve efeito ($P < 0,10$) de data e/ou período de amostragem sobre todas as variáveis estudadas. As maiores densidades populacionais foram verificadas para os pastos mantidos baixos (5 cm), bem como as maiores taxas de aparecimento e mortalidade. As taxas de mortalidade foram determinantes básicos das densidades populacionais de perfilhos. Ocorreu grande renovação da população de perfilhos durante a estação do verão. Não houve efeito ($P > 0,10$) de tratamento sobre as taxas de acúmulo de forragem. Palavras-chave: população de perfilhos, mortalidade, florescimento, acúmulo de forragem

TILLER DEMOGRAPHY AND DRY MATTER ACCUMULATION RATES IN 'TIFTON 85' SWARDS UNDER GRAZING

ABSTRACT: The aim of this study was to verify patterns of tiller population density, tiller appearance and mortality rates, proportion of flowering tillers and herbage dry matter accumulation for *Cynodon* spp. (cv. Tifton 85). Treatments corresponded to four "steady state" conditions characterised by sward surface heights of 5, 10, 15, and 20 cm, maintained by sheep grazing under continuous stocking and variable stocking rate. Treatments were allocated to experimental units (400 m² each) according to a completely randomised block design with four replication. Tillering evaluations consisted of tagging and counting all tillers present and new tillers emerging within two 15 cm diameter plastic rings (PVC) per experimental unit. Herbage accumulation was measured using enclosure cages rotated every three weeks. There was a time effect ($P < 0,10$) for all response variables studied. Short swards (5 cm) presented the highest values for tiller population densities as well as the highest rates of tiller appearance and mortality. Tiller mortality rates were very influential on tiller density population. A great turnover in tiller population occurred during the summer period, suggesting that a high tiller population density should be maintained during autumn and winter. There was no treatment effect on herbage accumulation rates ($P > 0,10$).

Key words: tiller population, tiller mortality, flowering tillers, herbage accumulation

INTRODUÇÃO

Numerosos estudos relacionados com o controle e manejo do pastejo têm sido conduzidos nos últimos anos. Contudo, o impacto das estratégias de manejo sobre as características morfogênicas do pasto, particularmente para plantas de clima tropical, não é bem definido. Hodgson (1990) sugere que o estudo de componentes do relvado, como os perfilhos individuais por exemplo, em experimentos de pastejo, possam auxiliar no entendimento dos efeitos de estratégias de manejo do pastejo sobre as respostas e o comportamento de plantas forrageiras em pastagens.

Conceituado como a unidade vegetativa básica das gramíneas (Hodgson, 1990), o perfilho possui importância ímpar no que diz respeito à produtividade e sustentabilidade de sistemas de pastejo, pois a produção total de forragem de um relvado é determinada pela contribuição relativa de cada perfilho e pelo número de perfilhos que constituem a comunidade de plantas (Nelson & Zarrouh, 1981).

As taxas de aparecimento, 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 período de pastejo (Langer et al. 1964; Korte, 1986;

Hernandez Garray et al., 1997). Informações a respeito da demografia de perfilhos fornecem condições para um “ajuste fino” das estratégias de desfolha, uma vez que são capazes de gerar aumentos significativos na produtividade das pastagens em situações específicas (Matthew et al., 1999).

A emissão dos perfilhos ocorre seguindo uma ordem natural de sucessão foliar determinada geneticamente, mas são as condições de ambiente, juntamente com a expressão genética da planta, que decidem qual gema se desenvolverá primeiro (Langer, 1956). Perfilhos emergem continuamente no relvado e possuem um tempo de vida limitado, normalmente não excedendo mais que um ano (Langer, 1963). Já que as gramíneas se constituem em uma agregação de perfilhos, o tempo de vida dos mesmos, bem como suas taxas de aparecimento, são fatores importantes para a sobrevivência da planta como um todo. Portanto, a taxa de crescimento do relvado torna-se uma integral das taxas de crescimento de seus componentes (perfilhos) (Matthew et al., 1999).

A morte de perfilhos vegetativos resulta de muitos processos, incluindo sombreamento, pastejo severo, arranquio, deposição de fezes e urina, pisoteio, florescimento, competição por nutrientes, doenças e predação por insetos (Ong et al., 1978; Matthew et al., 1996). A principal causa da morte de perfilhos vegetativos é o sombreamento de pequenos perfilhos devido ao aumento da massa de forragem no relvado (Ong et al., 1978; L'Huillier, 1987). Já a principal causa da mortalidade de perfilhos reprodutivos é atribuída ao pastejo, pois quando uma pequena porção do caule é removida pelos animais durante essa fase de desenvolvimento da planta, o perfilho todo morre (Chapman et al., 1984; L'Huillier, 1987).

O cultivar Tifton 85 foi desenvolvido por Burton et al. (1993) na USD-ARS em cooperação com a Coastal Plain Experiment Station da Universidade da Geórgia, em Tifton nos EUA, e lançado em 1992. É um híbrido interespecífico (*Cynodon* spp.) selecionado do cruzamento entre uma grama bermuda (*Cynodon dactylon*) do sul da África (P1290884) e o capim bermuda cultivar ‘Tifton 68’ (*Cynodon nlemfuënsis*). O Tifton 85 destacou-se nos Estados Unidos e posteriormente no Brasil por sua alta produção de matéria seca e teor de proteína bruta, chegando a produzir 14 t ha⁻¹ ano⁻¹ de MS e 15,2% PB em experimentos de corte (Alvim et al., 1997), além de altas taxas de acúmulo de forragem (Fagundes, 1999), valor nutritivo, digestibilidade, desempenho animal e capacidade de suporte (Carnevali, 1999). Contudo, estudos a respeito da distribuição populacional de perfilhos ao longo do ano, bem como de suas taxas de aparecimento, mortalidade e florescimento em pastagens continuam escassos e são fundamentais para que se possa desenvolver estratégias de manejo mais adequadas a essa planta, culminando com maior produtividade dos sistemas de pastejo sustentados em seu uso.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi identificar os padrões da distribuição populacional, taxas de aparecimento, mortalidade e acúmulo de forragem em pastagens de Tifton 85 manejadas sob quatro intensidades de pastejo, utilizando lotação contínua e taxa de lotação variável.

MATERIAL E MÉTODOS

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 546 m de altitude (Ometto, 1989). O período experimental foi de 18 de agosto de 1998 a 08 de março de 1999, com duração de 219 dias.

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 (TABELA 1) foram obtidos no Meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP, localizado próximo à área experimental.

Pastagem e período experimental

O ensaio foi instalado em solo classificado como Argissolo eutrófico, horizonte A moderado, e de textura argilosa/muito argilosa. A análise do solo realizada ao início da implantação da área experimental encontra-se na TABELA 2. Devido à alta fertilidade não foi feita calagem no momento da implantação ou durante o ensaio.

As pastagens foram implantados em março de 1996 por meio 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. Ao longo de 1997 foram adubadas com 150 kg N ha⁻¹ na forma de sulfato de amônio. Em 1998 receberam uma adubação com 40 kg N ha⁻¹ na forma de sulfato de amônio em janeiro e outra em julho. Um corte de uniformização foi realizado em março de 1998 a uma altura de cerca de 3 cm do nível do solo. Os animais foram alocados às unidades experimentais à medida que as alturas previstas dos tratamentos eram atingidas (a partir de maio).

O período experimental iniciou-se em 18 de agosto de 1998, quando todas as unidades experimentais já haviam atingido suas alturas pré-determinadas (5, 10, 15 e 20 cm), e estendeu-se até 8 de março de 1999. Durante a condução do experimento foram realizadas quatro adubações nitrogenadas utilizando como fonte de nitrogênio o sulfato de amônio. A primeira foi realizada em 19 de setembro (40 kg N ha⁻¹), a segunda em 21 de outubro (50 kg N ha⁻¹), a terceira em 7 de dezembro (25 kg N ha⁻¹) e a quarta em 7 de março (75 kg N ha⁻¹). As quantidades de fertilizantes aplicadas foram calculadas a fim de que fosse conseguido um acúmulo mínimo de forragem suficiente para manter pelo menos dois animais por unidade experimental durante todo o período de avaliação.

TABELA 1 - Temperaturas médias mensais do ar (máxima média, mínima média e média), precipitação pluvial e insolação diária média 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 | Insolação Média h dia ⁻¹ |
|-----------------------------|------------------|--------------|-------|--------------------------|--|
| | Máxima média | Mínima média | Média | | |
| agosto/98 | 27,4 | 14,4 | 20,9 | 21,8 | 6,2 |
| Média (80 anos - agosto) | 27,3 | 10,9 | 19,1 | 29,4 | 8,1 |
| setembro/98 | 27,6 | 15,3 | 21,5 | 89,3 | 5,7 |
| Média (80 anos - setembro) | 28,1 | 13,3 | 20,7 | 63,3 | 6,8 |
| outubro/98 | 27,1 | 16,3 | 21,7 | 183,1 | 5,4 |
| Média (80 anos - outubro) | 28,9 | 15,6 | 22,2 | 111,3 | 6,9 |
| novembro/98 | 30,0 | 16,4 | 23,2 | 26,6 | 7,8 |
| Média (80 anos - novembro) | 29,6 | 16,7 | 23,1 | 130,0 | 7,4 |
| dezembro/98 | 30,0 | 19,2 | 24,6 | 292,6 | 6,1 |
| Média (80 anos - dezembro) | 29,6 | 18,1 | 23,9 | 200,2 | 6,6 |
| janeiro/99 | 31,4 | 19,0 | 25,2 | 210,8 | 7,7 |
| Média (80 anos - janeiro) | 30,0 | 18,2 | 24,0 | 142,4 | 6,8 |
| fevereiro/99 | 30,7 | 20,0 | 25,4 | 198,3 | 5,4 |
| Média (80 anos - fevereiro) | 30,2 | 19,0 | 24,6 | 185,9 | 6,5 |
| março/99 | 31,4 | 19,0 | 25,2 | 210,8 | 7,7 |
| Média (80 anos - março) | 30,0 | 18,2 | 24,0 | 142,4 | 6,8 |

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

TABELA 2 - Análise química do solo da área experimental antes do início do experimento.

| pH CaCl ₂ | M.O. | P | K | Ca | Mg | H+Al | SB | T | V |
|-------------------------|--------------------|---------------------|------------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|
| | g kg ⁻¹ | mg dm ⁻³ | cmol _c dm ⁻³ | | | % | | | |
| 5,4 | 37,0 | 99 | 0,46 | 7,5 | 2,6 | 3,0 | 10,6 | 13,6 | 78,0 |

Delineamento e manutenção das condições experimentais

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com quatro repetições. O cultivar Tifton 85 foi submetido a quatro condições de altura do pasto (5, 10, 15 e 20 cm em relação ao nível do solo), mantidas constantes. Cada parcela possuía cerca de 400 m² e o controle das alturas foi realizado através de pastejo por ovinos em regime de lotação contínua e taxa de lotação variável. A altura média dos pastos foi monitorada semanalmente através da tomada de 20 leituras em cada unidade experimental com o prato ascendente duas vezes por semana. Uma vez ao mês era feita a calibração de altura comprimida do pasto com a altura não comprimida (régua), gerando-se dessa forma o valor da altura usado como referência para o monitoramento dos tratamentos. Os animais foram colocados ou retirados das unidades experimentais conforme a necessidade de manutenção das alturas determinadas pelos tratamentos.

Avaliação da demografia de perfilhos, taxas de aparecimento e mortalidade

Para avaliação dos padrões demográficos de perfilamento e suas respectivas taxas de aparecimento e mortalidade utilizou-se uma área amostragem de 0,0165 m² representada por um anel de cano plástico (PVC) de

15 cm de diâmetro e 2 cm de altura fixado ao solo, sendo que em cada unidade experimental existiam dois anéis. Cada amostragem foi realizada dentro de um período máximo de dois dias e o intervalo entre amostragens foi de aproximadamente quatro semanas. As gerações de perfilhos foram marcadas com argolas plásticas de cores distintas, sendo que a cada amostragem os perfilhos pertencentes às gerações pré-existentes eram contados e os novos marcados com uma nova cor. As densidades populacionais, os percentuais de novos perfilhos e de mortos e florescidos na população foram calculados da seguinte forma:

Densidade populacional = número total de perfilhos existentes em todas as gerações marcadas (1^a + 2^a + 3^a + ... + 8^a gerações) por unidade de área

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

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

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

As taxas de aparecimento, mortalidade e florescimento de cada unidade de amostragem foram somadas e o total dividido por 2 (dois anéis/unidade experimental), obtendo-se a estimativa média para cada unidade experimental. Foram considerados perfilhos florescidos apenas aqueles que apresentavam a inflorescência visível.

Calibração: Altura x Massa

Uma vez ao mês foi elaborada uma equação de calibração entre altura e massa de forragem, com a finalidade de relacionar a altura média do pasto com a massa de forragem existente na pastagem bem como para o cálculo do acúmulo de matéria seca. Para esta calibração foram escolhidos dois pontos de cada unidade experimental, sendo estes correspondentes àqueles de maior e menor altura, afim de se obter as maiores amplitudes possíveis de alturas. As medidas com régua e prato ascendente foram tomadas dentro de um círculo com 0,25 m² de área, alocado em cada ponto previamente escolhido. Em seguida a forragem era cortada ao nível do solo, lavada para eliminação de resíduos de terra e fezes, seca em estufa a 65°C até massa constante e pesada. Após determinada a massa seca, estabeleceu-se, por meio de regressão linear, a relação entre altura e massa de forragem para cada mês. A partir da obtenção das equações de calibração foi possível calcular as massas de forragem presentes em cada mês de avaliação bem como o acúmulo de forragem de forma indireta, utilizando-se somente a altura da régua ou do prato ascendente.

Acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem foi medido utilizando-se 3 gaiolas de exclusão por parcela, compreendendo uma área de aproximadamente 0,49 m² (70 cm x 70 cm) x 70 de altura cada e observando-se um intervalo de 21 dias entre amostragens sucessivas. Após a amostragem as gaiolas eram rotacionadas nas unidades experimentais e fixadas em novos pontos representativos da condição (altura média) das mesmas no momento do rodízio.

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

AF = MF_f – MF_i, onde:

AF = acúmulo de forragem;

MF_f = massa média 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).

Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento GLM (*General Linear Models*) do pacote estatístico 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 (bloco, altura), as interações entre elas (bloco x altura), além dos efeitos de tempo dentro de cada uma das causas de variação principais (tempo, tempo x bloco, tempo x altura).

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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados efeitos de data e/ou período de amostragem e altura de pastejo ($P < 0,10$) para densidade populacional, aparecimento e mortalidade de perfilhos. Uma vez que florescimento ocorreu somente para uma data de amostragem, não foram realizadas análises estatísticas para esta variável. Para o acúmulo de forragem também foi observado efeito de data de avaliação ($P < 0,10$), porém não foi observado efeito de altura do pasto ($P > 0,10$). Tifton 85 praticamente não apresentou incidência de perfilhos com inflorescência visível do final do inverno ao final do verão (agosto a março).

Taxas de aparecimento de perfilhos

Analisando a distribuição das taxas de aparecimento durante o período experimental verifica-se que os maiores valores (apesar de não ter sido detectado diferença estatística) foram observados durante a estação do verão (P6 e P7), com uma média de 59%, seguido pelo final do inverno (P1 e P2), com taxa média de 46%. Durante a primavera (P3, P4 e P5) a taxa média foi de 38%. As menores taxas foram observadas ao início e final da primavera (P3 e P5) (TABELA 3).

Não foram observadas diferenças ($P > 0,10$) nas taxas de aparecimento para as intensidades de pastejo testadas, exceto para o P5 (TABELA 3). Um comportamento semelhante foi descrito por L'Huillier (1987), que também não observou diferenças nas taxas de aparecimento de perfilhos em relação às intensidades de pastejo testadas. Isto pode ser devido à atividade de perfilhamento ser compreendida como uma resposta a mudanças em temperatura (Mitchell, 1953) e regimes de luz (Mitchell, 1953), além de ser controlado pela taxa de aparecimento de folhas (Davies & Thomas, 1983), que é

insensível à desfolha (Anslow, 1966). Outra possibilidade seria a grande variabilidade inerente a esse tipo de avaliação (TABELA 3) (Davies, 1981). Houve uma tendência de maiores taxas de aparecimento nos pastos mantidos baixos (5 vs. 20 cm).

Taxas de mortalidade

As maiores taxas de mortalidade se concentraram durante o verão apresentando uma taxa média de 45%, 38% na primavera e 24% no final do inverno, com o valor mais alto (47%) ao final da primavera (P5) (TABELA 4). As maiores taxas de mortalidade observadas durante o verão são coincidentes com maiores taxas de aparecimento na mesma época (TABELA 3), demonstrando uma alta renovação da população original. Durante a primavera, as taxas de mortalidade e aparecimento mantiveram-se semelhantes, determinando, dessa forma, a manutenção das densidades populacionais

de perfilhos durante a estação. Já no período final do inverno ocorreu novamente um alta renovação, onde as taxas de aparecimento foram superiores às de mortalidade, revelando uma elevação das densidades populacionais de perfilhos durante aquele período. Estes resultados corroboram aqueles encontrados por Korte (1986), onde o autor verificou as maiores taxas de mortalidade durante o verão e as menores durante o inverno, sendo este padrão de comportamento atribuído à inexistência de translocação de reservas dos perfilhos mais velhos para os mais jovens e pequenos (mais sombreados) durante o verão. De forma geral espera-se que as maiores taxas de mortalidade sejam compensadas por maiores taxas de aparecimento, pois a manutenção da densidade populacional de perfilhos é o resultado líquido do balanço entre estas taxas em um dado ambiente e condição de manejo da pastagem (Hodgson, 1990; Da Silva & Pedreira, 1997; Matthew et al., 1999).

TABELA 3 - Taxa de aparecimento de perfilhos em pastagens de Tifton 85 de acordo com as alturas de pastejo e épocas do ano.

| Época | Alturas de Pastejo (cm) | | | | Médias | EPM | Médias por estação* |
|-------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|------|---------------------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | | | |
| | ----- % ----- | | | | | | ----- % ----- |
| P1 | 38,0 a | 50,8 a | 43,7 a | 35,3 a | 42,0 | 12,1 | I 46,2 |
| P2 | 61,3 a | 43,8 a | 55,4 a | 41,2 a | 50,4 | 13,3 | |
| P3 | 39,4 a | 33,5 a | 36,3 a | 38,5 a | 36,9 | 8,2 | P 37,6 |
| P4 | 66,8 a | 38,7 a | 29,8 a | 40,9 a | 44,1 | 18,5 | |
| P5 | 44,9 a | 31,5 a | 26,7 a | 24,5 b | 31,9 | 7,3 | |
| P6 | 57,9 a | 55,3 a | 39,1 a | 34,3 a | 46,7 | 12,6 | V 59,3 |
| P7 | 67,5 a | 60,9 a | 99,0 a | 59,9 a | 71,8 | 15,3 | |
| Média | 53,7 | 44,9 | 47,1 | 39,2 | | | |

EPM - Erro Padrão da Média.

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem a ($P>0,10$).

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.

* I = Inverno, P= Primavera, V= Verão

TABELA 4 - Mortalidade de perfilhos em pastagens de Tifton 85 de acordo com as alturas de pastejo e épocas do ano.

| Época | Alturas de Pastejo (cm) | | | | Médias | EPM | Médias por estação* |
|-------|-------------------------|---------|---------|--------|--------|-----|---------------------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | | | |
| | ----- % ----- | | | | | | ----- % ----- |
| P1 | 28,8 a | 37,4 a | 26,0 ab | 17,1 b | 27,3 | 4,4 | I 23,7 |
| P2 | 23,8 a | 20,3 a | 17,1 a | 18,9 a | 20,0 | 2,7 | |
| P3 | 54,9 a | 32,1 b | 25,1 b | 26,3 b | 34,6 | 6,0 | P 38,0 |
| P4 | 37,8 a | 31,3 a | 30,4 a | 28,3 a | 32,0 | 5,3 | |
| P5 | 55,5 a | 50,3 ab | 47,3 ab | 36,4 b | 47,4 | 5,9 | |
| P6 | 57,3 a | 41,7 b | 44,4 b | 39,5 b | 45,7 | 4,8 | V 44,8 |
| P7 | 60,7 a | 45,2 b | 30,0 b | 39,3 b | 43,8 | 5,6 | |
| Média | 45,5 | 36,9 | 31,5 | 29,4 | | | |

EPM - Erro Padrão da Média.

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem a ($P>0,10$).

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.

* I = Inverno, P= Primavera, V= Verão

Houve maiores taxas de mortalidade para pastos mantidos baixos (5 cm), os quais mostraram-se, em média, 23%; 45%; 55% mais altos que nos tratamentos de 10, 15 e 20 cm de altura do pasto, respectivamente, durante todo o período do ensaio (TABELA 4). Os dados de Bullock et al. (1994) também mostraram que as maiores taxas de mortalidade foram registradas para as maiores taxas de lotação testadas em seu experimento utilizando ovinos. 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, onde a proporção de perfilhos desfolhados a cada dia aumenta proporcionalmente com o aumento na densidade de lotação. Assim, para um relvado mantido em uma altura “constante” por freqüentes ajustes em densidade de lotação a proporção de tecidos removida pelos animais é diretamente dependente da densidade de lotação (Lemaire & Agnusdei, 1999) que pode ser “traduzida” em termos da altura do pasto (Hodgson, 1990). Maiores densidades de lotação, por sua vez, levam a maiores taxas de mortalidade de perfilhos (Matthew et al., 1996).

Estes resultados corroboram aqueles encontrados por L'Huillier (1987), que também observou influência de maiores densidades de lotação sobre as taxas de mortalidade mas não sobre as de aparecimento de perfilhos. Assim, as taxas de mortalidade talvez se constituam na mais importante variável em relação à manutenção, queda ou elevação das densidades populacionais de perfilhos dentro da comunidade de

plantas em pastos de Tifton 85, uma vez que as taxas de aparecimento praticamente não diferiram entre as alturas de pastejo (TABELA 3). Dessa maneira, altas taxas de mortalidade devem ser acompanhadas sempre por altas taxas de aparecimento a fim de que a população de plantas na área seja estável.

Dinâmica e densidade populacional de perfilhos

À medida que as avaliações foram progredindo em relação à estação de crescimento, as densidades populacionais de perfilhos foram aumentando, até novembro de 1998 (D4) (Figura 4). Este comportamento deveu-se às melhores condições de ambiente como temperatura, regime pluviométrico e tempo médio de insolação diário durante o período (TABELA 2), as quais são favoráveis ao aparecimento e desenvolvimento de perfilhos a partir das gemas de crescimento localizadas nas axilas das folhas e/ou na coroa das plantas (Mitchell, 1953; Deregibus et al., 1985; Gautier et al., 1999). Além desses fatores, a reconhecida contribuição da nutrição mineral para o estímulo em perfilhamento (Langer, 1979), principalmente das adubações nitrogenadas (Nelson & Zarrough, 1981) que ocorreram durante esta fase, também contribuíram para que houvesse o aumento em densidade populacional.

Nos meses de janeiro e fevereiro (D6 e D7) observa-se um decréscimo nas densidades populacionais em relação aos três meses anteriores (D3, D4 e D5), as quais voltam a se elevar em março (TABELA 5). A queda nas densidades pode ser atribuída à tendência de

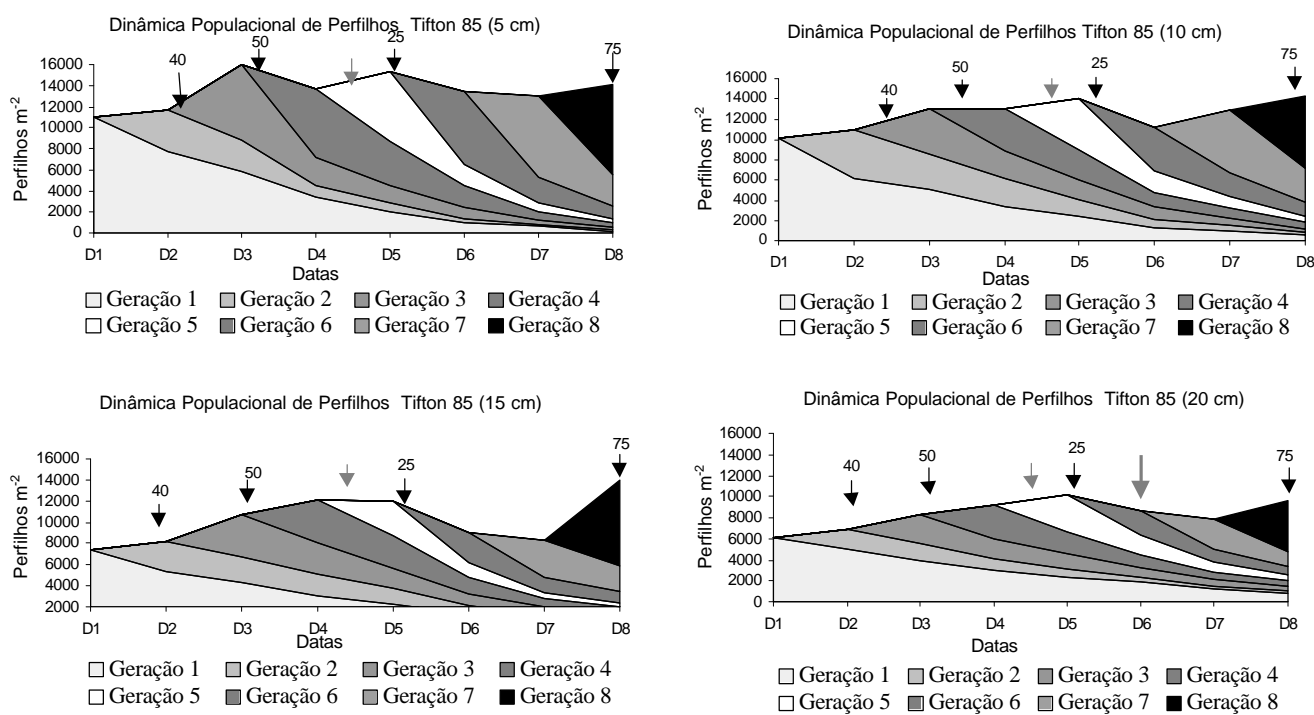


Figura 1 - Dinâmica populacional de perfilhos em pastagens de Tifton 85, manejadas as à 5, 10, 15 e 20 cm de altura. D1 = 18/08/98; D2 = 15/09/98; D3 = 16/10/98; D4 = 13/11/98; D5 = 08/12/98; D6 = 11/01/99; D7 = 03/02/99; D8 = 08/03/99. As setas pretas indicam as fertilizações (kg N ha⁻¹), as cinzas o período de estiagem e a tracejada o período de florescimento.

diminuição nas taxas de aparecimento verificadas durante o período P5 referente ao mês de dezembro (TABELA 3) e também à elevação nas taxas de mortalidade ocorridas durante os períodos P5 e P6 relativas aos meses de dezembro e janeiro (TABELA 4). O comportamento para ambas as taxas pode ter sido causado pela redução do regime médio de chuvas ocorrido em novembro do mesmo ano, e às reduzidas médias diárias de insolação durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro caracterizadas pelos grandes períodos de nebulosidade durante esses meses (TABELA 2). Estes resultados se enquadram dentro da explicação descrita por Korte et al. (1984), no qual os autores atribuem o desaparecimento, no outono, das diferenças quanto às densidades populacionais de perfilhos verificadas durante a primavera e verão às condições de seca ocorridas durante o período do verão. Tal fato resultou em menores taxas de aparecimento e maiores taxas de mortalidade naquele período (Korte et al., 1982). Adicionalmente, os efeitos provocados pela menor disponibilidade do período e intensidade de radiação luminosa interferem grandemente nas taxas de aparecimento de perfilhos em plantas forrageiras manejadas sob corte ou pastejo (Gautier et al., 1999; Matthew et al., 1999).

Os incrementos em densidades populacionais no período P5 em março (TABELA 3) podem ser atribuídos às grandes taxas de aparecimento durante o período P7 (TABELA 3), que superaram as altas taxas de mortalidade para o mesmo período (TABELA 4). Estas, por sua vez, podem ser justificadas pelos incrementos nas médias de chuva verificadas para em dezembro, janeiro e fevereiro em relação a novembro e às elevadas temperaturas médias durante aqueles meses (TABELA 2).

Considerando o total de perfilhos existentes ao final do verão (março) verifica-se que a participação dos

perfilhos formados durante o final do inverno (agosto e setembro) correspondeu a apenas 6% e aqueles formados durante a primavera (outubro, novembro e dezembro) representaram 11%. Já os perfilhos originados durante o verão (janeiro, fevereiro e março) equivaleram a 83% do total verificado nesta última data de avaliação. Este padrão de comportamento revela a existência de uma alta renovação da população de perfilhos durante o verão, principalmente ao final dessa estação, uma vez que somente os perfilhos formados em março corresponderam a 55% do total de perfilhos existentes por ocasião da última avaliação. Isto significa que práticas de manejo que visem a manutenção ou mesmo incremento das densidades populacionais de perfilhos em pastos de Tifton 85 durante o outono e inverno devam permitir a ocorrência de altas taxas de aparecimento de perfilhos durante o verão, especialmente ao final deste.

De forma geral os tratamentos com as maiores intensidades de pastejo (5 e 10 cm) proporcionaram as maiores densidades populacionais durante o período experimental. Este comportamento pode ser explicado pelo mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos existente em comunidades de plantas superiores (Westoby, 1984; Matthew et al., 1995) que proporciona uma maior densidade populacional de perfilhos mais leves em pastos mantidos mais baixos e menores densidades populacionais de perfilhos mais pesados em pastos mantidos mais altos (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. Portanto, flutuações estacionais em energia luminosa recebida pelo dossel em função de seu manejo produzem um ajuste dinâmico da área foliar e, com isso, mudanças estacionais em densidades de perfilhos (Matthew et al., 1999).

TABELA 5 - Densidades populacionais em pastagens de Tifton 85 de acordo com as alturas de pastejo e épocas do ano.

| Datas | Alturas de Pastejo (cm) | | | | Médias | EPM | Médias por estação* |
|---------------------------------------|-------------------------|----------|---------|---------|--------|------|---------------------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | | | |
| ----- perfilhos m ⁻² ----- | | | | | | | |
| D1 | 10980 a | 10050 ab | 7380 bc | 6070 c | 8620 | 1180 | I 9017 |
| D2 | 11600 a | 10890 ab | 8230 b | 6930 b | 9413 | 1200 | |
| D3 | 15940 a | 13010 ab | 10730 b | 8300 b | 11995 | 1250 | P 12284 |
| D4 | 13710 a | 13050 a | 12060 a | 9170 a | 11998 | 1170 | |
| D5 | 15310 a | 13990 a | 11900 a | 10240 a | 12860 | 2110 | |
| D6 | 13420 a | 11280 ab | 8960 b | 8650 b | 10578 | 1570 | V 11469 |
| D7 | 13060 a | 12860 a | 9140 ab | 8050 b | 10778 | 1830 | |
| D8 | 14140 a | 14360 a | 13990 a | 9710 a | 13050 | 1900 | |
| Média | 13520 | 12436 | 10299 | 8390 | | | |

EPM - Erro Padrão da Média

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem a (P>0,10).

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.

* I = Inverno, P= Primavera, V= Verão

Taxas de acúmulo de forragem

Os dados de acúmulo de forragem revelam que as maiores taxas ocorreram durante o verão apresentando uma média de 97 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, seguidas por aquelas observadas durante a primavera (média de 62 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) e final do inverno (média de 28 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) (TABELA 6). Apesar da conhecida associação entre a densidade populacional de perfilhos e a produção de forragem (Wade, 1979), o período em que foram observadas as maiores densidades populacionais (primavera) não coincidiu com aquele em que ocorreram as maiores taxas de acúmulo de forragem (verão). Isto se deve ao maior número de perfilhos em um determinado período poder ser compensado pelo maior peso dos mesmos em outros períodos (Westoby, 1984; Matthew et al., 1995). Além disso, há situações onde a maior parte dos perfilhos existentes em um dado período pode ser composta por perfilhos recém-surgidos que são importantes em termos de demografia, mas que contribuem pouco para a massa de forragem do pasto (Chapman et al., 1984).

Nota-se um crescente aumento das taxas de acúmulo de forragem durante a primavera (outubro, novembro e dezembro) em relação ao final do inverno (TABELA 6). Porém, houve uma redução no mês de novembro devido à forte estiagem ocorrida naquele período (TABELA 2).

A associação entre as densidades populacionais de perfilhos e taxas de acúmulo observadas durante todo o período experimental revela uma correlação positiva existente entre essas duas variáveis ($r=0,70$), uma vez que as menores densidades também foram observadas durante o período do fim do inverno, seguido por sua elevação durante a primavera (TABELAS 5 e 6). Contudo, os efeitos causados pelas condições adversas de umidade em novembro não refletiram em menores densidades durante o mesmo período, como o fez com as taxas de

acúmulo de forragem (TABELA 6). O efeito deletério da falta de água gerou menores densidades de perfilhos em janeiro, como consequência das menores taxas de aparecimento e maiores taxas de mortalidade ocorridas em dezembro (P5). Ou seja, a diminuição do número de perfilhos foi atrasada em relação à produção dos mesmos. Grant & King (1982/83) já haviam observado resultado semelhante.

Do início para o final do verão (janeiro, fevereiro e março), as taxas de acúmulo mantiveram seus valores praticamente estáveis, sem a ocorrência de picos ou quedas de produção brusca (TABELA 6). Quando ocorreram as maiores taxas de acúmulo (janeiro) foram verificadas as menores densidades populacionais de perfilhos (TABELA 5), evidenciando o mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos.

Apesar de somente terem sido observadas diferenças entre alturas ($P>0,10$) em setembro e novembro (TABELA 6), possivelmente elas existiram em outros meses e não foram detectadas em função do método utilizado para determinação do acúmulo de forragem. Segundo Frame (1981), o método da gaiola de exclusão promove uma superestimativa da quantidade de forragem nos pastos mais baixos e uma subestimativa nos pastos mais altos. Isto porque pastos mantidos sempre baixos possuem uma grande quantidade de perfilhos pequenos e baixa interceptação de luz (Matthew et al., 1995). Quando estes são isolados da ação do animal, crescem em tamanho sem haver redução proporcional na densidade de perfilhos durante o período de avaliação, 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. Humphreys (1966), trabalhando com *Panicum maximum* var. *trichoglume*, também não verificou efeito da intensidade de pastejo sobre a taxa de acúmulo de matéria seca.

TABELA 6 - Taxas de acúmulo de matéria seca (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) de agosto/98 a março/99 para as alturas de pastejo estudadas.

| Mês | Alturas de Pastejo (cm) | | | | Médias | EPM | Média por estação* |
|-----------|--|---------|---------|---------|--------|------|--------------------|
| | 5 cm | 10 cm | 15 cm | 20 cm | | | |
| | ----- kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹ ----- | | | | | | |
| Agosto | 22,2 a | 20,0 a | 30,8 a | 38,4 a | 27,9 | 8,0 | I |
| Setembro | 25,2 b | 23,7 b | 27,9 b | 39,9 a | 29,2 | 4,4 | |
| Outubro | 57,8 a | 72,9 a | 67,0 a | 84,7 a | 70,6 | 15,4 | P |
| Novembro | 57,4 ab | 40,8 b | 56,0 ab | 74,2 a | 57,1 | 11,0 | |
| Dezembro | 101,9 a | 92,5 a | 99,0 a | 123,8 a | 104,3 | 15,6 | |
| Janeiro | 95,4 a | 84,6 a | 91,7 a | 125,8 a | 99,4 | 19,3 | V |
| Fevereiro | 90,8 a | 113,9 a | 84,5 a | 101,3 a | 97,6 | 13,6 | |
| Março | 79,3 a | 107,7 a | 89,2 a | 103,8 a | 95,0 | 18,6 | |
| Média | 66,3 | 69,5 | 68,3 | 86,5 | | | |

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra minúscula são iguais ($P>0,10$).

EPM - erro padrão da média.

* I = Inverno, P= Primavera, V= Verão

CONCLUSÕES

Pastos mantidos mais baixos (5 cm) apresentaram maiores densidades populacionais de perfilhos que pastos mantidos mais altos (10, 15 e 20 cm). As taxas de mortalidade foram determinantes fundamentais das densidades populacionais de perfilhos e coincidentes com os maiores valores observados para taxas de aparecimento. A alta renovação da população de perfilhos durante o verão, especialmente ao final da estação, revelou grande importância para a manutenção ou incremento das densidades populacionais de perfilhos durante as estações do outono e inverno.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, M.J.; VILELA, D.; LOPES, R.S. Efeito de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite de vacas da raça holandesa em pastagens de Coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.967-975, 1997.
- ANSLOW, R.C. The rate of appearance of leaves on tillers of the gramineae. **Herbage Abstracts**, v.36, p.149-155, 1966.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agrônômica. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim, 12).
- BULLOCK, J.M.; 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.
- BURTON, G.W.; GATES, R.N.; HILL, G.M. Registration of 'Tifton 85' bermudagrass. **Crop Science**, v.33, p.644-645, 1993.
- 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.
- 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.
- 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. Tissue turnover in the sward. In: HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A.S.; LEAVER, J.D. (Ed.) **Sward measurement handbook**. Berkshire: British Grassland Society, 1981. cap.9, p.179-208.
- 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.; TRILICA, 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" - ESALQ. **Departamento de Ciências Exatas**. <http://www.ciagri.usp.br/~endabreu/MEDIAS.TXT> (1999).
- FAGUNDES, J.L. Efeito de intensidades de pastejo sobre o índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. Piracicaba, 1999. 69p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- 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.
- GRANT, S.A.; KING, J. Grazing management and pasture production: the importance of sward morphological adaptations and canopy photosynthesis. **The Hill Farming Research Organization: annual report**. Edinburg: HFRO, 1982/83. p.119-129.
- HERNANDEZ GARRAY, A.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Effect of spring management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures: 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.40, p.37-50, 1997.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley & Sons, 1990. cap.5, p.38-54: Herbage production and utilization.
- HUMPHREYS, L.R. Subtropical grass growth: 3. Effects of stage of defoliation and inflorescence removal. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Science**, v.23, p.499-531, 1966.
- 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.; 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.
- L'HUILLIER, 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.
- 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.; 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 of Applied Ecology**, v.1, p.197-208, 1964.
- LANGER, R.H.M. Tillering. In: LANGER, R.H.M. (Ed.) **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1979. cap.5, p.19-25.

- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilisation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND ECOLOGY", 1., Curitiba, 1999. **Anais**. Curitiba: UFPR, 1999. p.165-183.
- MATTHEW, C.; LEMAIRES, 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.
- 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 ECOLOGY", 1., Curitiba, 1999. **Anais**. Curitiba: UFPR, 1999. p.109-133.
- 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, 1953.
- NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: BIENNIAL SYMPOSIUM OF PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, Nottingham, 1981. **Proceedings**. Nottingham: British Grassland Society, 1981. p.25-29.
- 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.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: release. 6.03. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1988. 1028p.
- WADE, M.H. Leaf and tiller dynamics in grazed swards. Reading, 1979. 215p. Thesis (Ph. D.) - University of Reading.
- WADE, M.H.; PEYRAUD, J.L.; LEMAIRES, 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: Grasslands, 1989. p.1111-1112.
- WESTOBY, M. The self-thinning rule. **Advances in Ecological Research**, v.14, p.167-225, 1984.

Recebido em 10.01.00