

PERFILHAMENTO E ACÚMULO DE FORRAGEM EM PASTAGENS DE FLORAKIRK (*Cynodon spp*) SOB PASTEJO¹

CARLOS AUGUSTO BRANDÃO DE CARVALHO², SILA CARNEIRO DA SILVA³, ROBERTA APARECIDA CARNEVALLI⁴, ANDRÉ FISCHER SBRISSIA², LUIZ FELIPE DE MOURA PINTO⁴, JAILSON LARA FAGUNDES⁴, CARLOS GUILHERME SILVEIRA PEDREIRA³

¹ Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à ESALQ/USP. Projeto Financiado pela FAPESP

² Mestrando do Departamento de Produção Animal, ESALQ/USP, Caixa postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP. Bolsista da FAPESP

³ Departamento de Produção Animal, ESALQ/USP, Caixa postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP

⁴ Mestrando do Departamento de Produção Animal, ESALQ/USP, Caixa postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP. Bolsista da CAPES

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica populacional de perfilhos em pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Florakirk. Os tratamentos corresponderam a quatro condições de desfolha do relvado, caracterizada pela manutenção das alturas do pasto em 5, 10, 15 e 20 cm utilizando ovinos sob regime de lotação contínua e taxa de lotação variável. O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. Foram utilizadas áreas delimitadas por anéis de PVC, onde os perfilhos eram marcados com argolas plásticas coloridas diferentes a cada avaliação mensal para determinação de densidade populacional (DPP), taxas de natalidade (TNP) e mortalidade (TMP) de perfilhos e proporção de perfilhos florescidos (PPF). As taxas de acúmulo de matéria seca (TAMS) foram mensuradas utilizando a técnica da gaiola de exclusão. Houve efeito de época do ano ($P < 0,05$) para todas as variáveis estudadas. As maiores TNP e TMP ocorreram durante o verão indicando uma alta renovação na população de perfilhos neste período. Uma baixa correlação entre DPP e TAMS ($r = 0,14$) foi observada durante o decorrer do ensaio. As PPF foram decisivas para a determinação das TNP e TMP. O florescimento mais intenso ocorrido em alguns períodos afetou significativamente as TNP e TMP. Variações na intensidade de desfolha deveriam ser utilizadas afim de assegurar a manutenção de altas TNP em períodos de ocorrência de elevadas TMP.

Palavras-chave: *Cynodon*, perfilhamento, florescimento, acúmulo de forragem.

TILLER DEMOGRAPHY AND DRY MATTER ACUMULATION IN FLORAKIRK (*Cynodon spp*) GRAZED SWARDS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the tiller demography and dynamics of *Cynodon spp* cv. Florakirk swards. Experimental treatments corresponded to four "steady state" conditions characterised by sward surface heights (SSH) of 5, 10, 15, and 20 cm maintained by sheep under continuous stocking and variable stocking rate. Treatments were allocated to experimental units according to a complete randomised block design, replicated four times. Tillering evaluations consisted of tagging and counting of all tillers present and new tillers born within two 15 cm diameter plastic rings (PVC) per experimental unit. Pasture responses evaluated were: tiller population density (TPD), tiller natality (TNR) and mortality rates (TMR), proportion of flowering tillers (PFT). Additionally, herbage accumulation (HDMA) was

measured using enclosure cages. There was a time effect on all studied variables ($P < 0.05$). The highest TNR and TMR were observed during summer, indicating a high turnover in tiller population at that time of the year. No correlation was observed between TPD and HDMA ($r = 0,14$) throughout the experimental period. PFT was very influential on TNR and TMR. Intense flowering influenced significantly TNR and TMR. Variations in SSH should be used in order to ensure the maintenance of high TNR during periods of high TMR.

Key words: *Cynodon*, tillering, flowering, herbage accumulation.

INTRODUÇÃO

Lançada pela Florida Agricultural Experimental Station, University of Florida, em Julho de 1994, Florakirk é um híbrido F_1 resultante do cruzamento entre "Callie" (linhagem paterna) e 'Tifton-44' (linhagem materna) (MISLEVY, 1995). Nos EUA há um grande interesse tanto de pesquisadores como de pecuaristas devido a alta produtividade durante a estação fria deste cultivar (MISLEVY *et al.*, 1999). Em ensaios realizados na Estação Experimental da Universidade da Flórida, obteve-se produção 36% e 92% a mais de MS que 'Tifton-78' e 'Tifton-85' nos períodos compreendidos entre os meses de dezembro a maio e janeiro a abril, respectivamente (ADJEI *et al.*, 1989). Contudo, sua produção durante a estação quente foi inferior à dos cultivares 'Florico', 'Florona' e 'Tifton-85' quando pastejado durante três anos (MISLEVY *et al.*, 1999). Destacou-se por apresentar boas características para a produção de feno como caules finos, alta produtividade, alto valor nutritivo, tolerância à seca e à solos saturados e, sobretudo, tolerância ao frio, caracterizada por excelente vigor de rebrota sob temperaturas inferiores a 13°C (MISLEVY *et al.*, 1999). Em experimentos de pastejo, pastagens constituídas com esse cultivar acumularam 17 t MS ha⁻¹ em períodos de descanso longos (35 dias) e altura de resíduo de 24 cm durante duas estações de pastejo (PEDREIRA, 1995). Contudo, em um outro experimento foram obtidos ganhos médios diários e ganhos médios ha⁻¹ inferiores àqueles proporcionados por pastagens dos cultivares 'Florico' e 'Florona', respectivamente (LARBI *et al.*, 1989). No Brasil, constata-se a quase inexistência de trabalhos de pesquisa envolvendo quaisquer aspectos produtivos e/ou ecofisiológicos, na atualidade, com esse cultivar.

A produção de uma pastagem deve ser interpretada como o resultado de uma inter-relação de fatores que envolvem dois sistemas biológicos básicos: a pastagem e o animal. Qualquer outro fator que influencie um dos dois sistemas afetará o desempenho animal e o rendimento da pastagem (MARASCHIM, 1981). Pastejo refere-se ao processo de remoção parcial ou completa das partes aéreas, vivas ou mortas, de plantas herbáceas (HODGSON, 1979). Já a ecologia do pastejo analisa as influências bióticas e abióticas que ocorrem no processo de pastejo, tendo por objetivo entender as interações da interface planta-animal (SNAYDON, 1987). O manejo racional e efetivo de ecossistemas de pastagens depende, portanto, do entendimento dos processos ecológicos concorrentes, sendo a produtividade de pastagens intensivamente manejadas uma consequência da manipulação das atividades fisiológicas dos componentes de cada espécie forrageira e da otimização de seu desempenho ao longo das estações de crescimento (MARSHALL, 1987).

As pastagens são constituídas por uma população de perfilhos de diferentes idades, onde cada perfilho possui sua própria dinâmica de produção de folhas com período limitado de vida. Assim, o crescimento e a produtividade dos pastos dependem da contínua produção de novas folhas e perfilhos para reposição daqueles que morreram ou foram consumidos (HODGSON, 1990). Perfilhos aparecem e morrem durante todos os meses do ano de forma que a comunidade de plantas pode ser considerada como uma população dinâmica de perfilhos de vida curta (LANGER, 1956). Assim, a perenidade de plantas individuais, e, portanto, do relvado, depende da capacidade de reposição dos perfilhos mortos, processo esse determinado e condicionado pelos fluxos estacionais de produção e morte de

perfilhos, especialmente aqueles associados com florescimento.

Em geral, a produção de gemas que futuramente podem vir a se desenvolver em perfilhos não é muito influenciada pelas condições de ambiente, diferentemente do desenvolvimento e emergência dos perfilhos (MARSHALL, 1987). Baixos níveis de radiação luminosa e baixo suprimento de nutrientes promovem efeitos marcantes na produção de perfilhos (MITCHELL, 1953; ONG *et al.*, 1978). A partir de resultados de experimentos conduzidos em condições de ambiente controlado verificou-se que o principal efeito da redução da luminosidade no crescimento e desenvolvimento das gramíneas foi a redução na produção de perfilhos (MICHELL, 1953; LANGER, 1963). Baixo suprimento de nitrogênio e, em menor escala, fósforo e potássio também afetam negativamente o perfilhamento. (LANGER, 1972). A densidade da população de plantas exerce um dos principais efeitos sobre a produção de novos perfilhos por influenciar o suprimento de luz e de nutrientes (KAYS e HARPE, 1974). Outros fatores como temperatura, comprimento do dia e disponibilidade de água também influenciam o perfilhamento, mas são reconhecidos primariamente por sua influência sobre a taxa de produção de folhas em plantas já estabelecidas (MARSHALL, 1987). O perfilhamento também é fortemente influenciado pelo desenvolvimento reprodutivo. Durante a fase de alongamento do caule e desenvolvimento da inflorescência, o crescimento de perfilhos é suprimido, sendo que as gemas podem se desenvolver após a emergência da inflorescência (JEWISS, 1972).

A morte de perfilhos em ecossistemas de pastagens pode estar relacionada com uma série de eventos como sombreamento, florescimento, severidade de pastejo, pisoteio, deposição de fezes e urina, e predação por insetos (ONG *et al.*, 1978; L'HUILLIER, 1987; MATTHEW *et al.*, 1996; WOODWARD, 1998). A principal causa da morte de perfilhos vegetativos é o sombreamento devido ao desenvolvimento do dossel (COLVILL e MARSHALL, 1984). Já aqueles ditos reprodutivos morrem principalmente devido ao pastejo, pois mesmo que apenas uma pequena porção do caule seja colhida nessa fase do desenvolvimento fenológico, o perfilho como um todo morre (CHAPMAN *et al.*, 1984; L'HUILLIER, 1987). As perdas combinadas de perfilhos vegetativos e reprodutivos logo após a fase de desenvolvimento reprodutivo das plantas

resultam em poucos perfilhos vegetativos logo após os períodos de intenso florescimento, proporcionando, dessa forma, baixas taxas de crescimento e acúmulo de forragem (JEWISS, 1972).

O padrão de perfilhamento e de longevidade de perfilhos individuais tem sido estudado com detalhes em diversas gramíneas oriundas de países de clima temperado, onde o manejo das pastagens é reconhecidamente desenvolvido (MATTHEW *et al.*, 1999). Em algumas situações, esses estudos têm levado ao reconhecimento de estratégias de manejo alternativas e mais eficazes quanto à produtividade das pastagens e dos sistemas de produção como um todo (KORTE *et al.*, 1984; Da SILVA, 1994; HERNANDEZ GARRAY, 1997). Os objetivos deste trabalho foram avaliar as densidades populacionais, taxas de natalidade e de mortalidade, proporções de perfilhos florescidos e taxas de acúmulo de forragem durante o período de agosto de 1998 a março de 1999 (final do inverno, primavera e verão) em pastagens de *Cynodon* spp cv. 'Florakirk'.

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, 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 202 dias.

Pastagem e período experimental

O ensaio foi instalado em solo classificado como terra roxa estruturada eutrófica, com horizonte A moderado de textura argilosa/muito argilosa. Análise realizada no início da implantação da área experimental revelou pH (CaCl₂)= 5,4; M.O. (g kg⁻¹)= 37,0; P (mg dm⁻³)= 99; K (cmol_c)= 0,46; Ca (mmol_c)=75,0; Mg (mmol_c)= 26,0; H+Al (mmol_c)= 30,0; SB (cmol_c)= 101,0; T (cmol_c)= 131,0; V (%)= 77,0. Devido à alta fertilidade não foram realizadas práticas de calagem no momento da implantação ou durante o experimento.

Os pastos foram implantados em março de 1996 através de mudas, sendo que, devido a 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 fertilizados 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 adicionados 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, 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 fertilizante 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.

Condições climáticas

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 no Quadro 1. Estes foram obtidos no Posto Meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ-USP, localizado cerca de 500m da área experimental.

Quadro 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 à março/99) e valores médios para os 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)

Delineamento e manutenção das condições experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. O cultivar 'Florakirk' foi submetido a quatro condições de pasto (alturas de 5, 10, 15 e 20 cm em relação ao nível do solo), que foram 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 da 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 adicionados ou retirados das unidades experimentais conforme a necessidade de manutenção das alturas determinadas pelos tratamentos.

Avaliação das taxas de natalidade e mortalidade de perfilhos

Para avaliação das densidades populacionais (DPP) e das taxas de natalidade (TNP) e de mortalidade (TMP) de perfilhos utilizou-se uma unidade de amostragem (área de 0,018 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 (CARNEVALLI e DA SILVA, 1999). 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 perfilhos nascidos, mortos e florescidos na população foram calculados da seguinte forma:

Densidade populacional = $\frac{\text{número total de perfilhos existentes em todas as gerações marcadas (1ª + 2ª + 3ª + \dots + 8ª \text{ gerações})}{\text{área da amostragem}} \times 100$

Natalidade = $\frac{\text{nº de perfilhos novos (última geração marcada)}}{\text{nº de perfilhos totais existentes (gerações marcadas anteriormente)}} \times 100$

Mortalidade = $\frac{\text{nº total de perf. marcados nas ger. ant. - total de perf. sobreviv. (última marc.)}}{\text{nº total de perfilhos marcados nas gerações anteriores}} \times 100$

Florescidos = $\frac{\text{nº de perfilhos florescidos (última geração marcada)}}{\text{nº de perfilhos totais existentes (gerações marcadas anteriormente)}} \times 100$

As taxas de cada anel (unidade de amostragem) foram somadas e o total dividido por 2 (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, a fim de se obter as maiores amplitudes possíveis de massa de forragem. As medidas com régua e

prato ascendente foram tomadas dentro de um círculo com 0,25 m² de área, alocado em cada ponto previamente selecionado. 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, 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 período de avaliação e o acúmulo de forragem, utilizando-se somente a altura da régua ou do prato ascendente.

Acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem foi medido utilizando-se gaiolas de exclusão, em número de 3 por parcela, compreendendo uma área de aproximadamente 0,5 m² (70 cm x 70 cm x 70 cm 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. Os valores foram calculados segundo 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 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 subprocedimento 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). Dessa 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), sendo apenas discutidos os

efeitos de tempo e altura e sua interação quando significativa.

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

Taxas de natalidade

Foi verificado efeito somente de período de coleta de dados ($P=0,0023$) (Quadro 2). As maiores TNP foram verificadas durante o verão (P7) seguidas por aquelas referentes aos períodos do final do inverno e início da primavera (P2 e P3). Já os períodos de primavera (P4 e P5) apresentaram os menores valores para esta variável. A queda dos valores de TNP verificada em P4 e P5 ocorreu provavelmente em função da condição de seca instalada durante o mês de novembro e da maior proporção de perfilhos florescidos naquela época do ano (Quadros 1 e 4). Os efeitos das condições de seca sobre TNP também foram constatados por KORTE e CHU (1983), que relataram reduções e incrementos em TNP durante e logo após um período de seca, respectivamente. Porém, em outro trabalho onde os pastos foram irrigados, tal padrão de comportamento não foi observado (KORTE, 1986). Os dados encontrados na literatura são consistentes e unânimes quanto à redução em natalidade de perfilhos durante a fase de desenvolvimento reprodutivo das plantas (ONG *et al.*, 1978; KORTE *et al.*, 1984; KORTE, 1986; HERNANDEZ GARAY *et al.*, 1997). Ambos os fatos provavelmente são justificados total ou parcialmente pela competição entre os centros ativos de crescimento durante um mesmo período, pois, sob condição de seca, as gemas se acumulam nas axilas das novas folhas geradas podendo iniciar desenvolvimento quando o ambiente se tornar favorável (MARSHALL, 1987). Já durante o desenvolvimento reprodutivo, o fenômeno fisiológico que aparentemente determina com maior intensidade a queda no desenvolvimento

das gemas em perfilhos é a elevação da concentração de hormônios como auxina (LANGER, 1972).

Os tratamentos não resultaram em um padrão de comportamento homogêneo dos dados durante a condução do ensaio. Contudo, durante os

períodos em que foram observadas diferenças entre as alturas de pasto, a maior intensidade de pastejo (5 cm) promoveu maiores valores de TNP, provavelmente como consequência da atuação do mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de *Cynodon* spp. (SBRISSIA, 2000). A não ocorrência de

Quadro 2. Taxas de natalidade de perfilhos (%) em pastagens de *Cynodon dactylon* cv. 'Florakirk' submetidas a quatro intensidades de desfolha.

Períodos	Alturas de Pasto (cm)				Média	EPM
	5	10	15	20		
P1	46,6 ^a	45,1 ^a	55,0 ^a	51,0 ^a	49,4	12,1
P2	54,3 ^a	61,9 ^a	35,0 ^a	72,3 ^a	55,9	10,8
P3	52,4 ^a	56,5 ^a	57,3 ^a	52,0 ^a	54,6	7,7
P4	44,1 ^a	30,1 ^b	32,0 ^{ab}	37,4 ^{ab}	35,9	5,3
P5	30,0 ^a	29,7 ^a	20,7 ^b	19,6 ^b	25,0	2,9
P6	81,8 ^a	55,6 ^{ab}	46,8 ^b	30,9 ^b	53,8	12,0
P7	119,4 ^a	82,0 ^a	112,8 ^a	151,7 ^a	116,5	35,4

EPM - Erro Padrão da Média.

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si (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.

Quadro 3. Taxas de mortalidade de perfilhos (%) em pastagens de *Cynodon dactylon* cv. 'Florakirk' submetidas a quatro intensidades de desfolha.

Períodos	Alturas de Pasto (cm)				Média	EPM
	5	10	15	20		
P1	37,0 ^a	39,0 ^a	28,0 ^a	35,0 ^a	34,8	6,2
P2	37,2 ^a	33,3 ^a	28,9 ^a	25,6 ^b	31,3	3,8
P3	42,9 ^a	51,2 ^a	46,8 ^a	44,2 ^a	46,3	6,0
P4	49,0 ^a	40,0 ^{ab}	34,0 ^b	32,0 ^b	38,8	4,5
P5	68,1 ^a	51,5 ^b	52,7 ^b	46,9 ^b	54,8	3,9
P6	66,3 ^a	47,9 ^b	48,0 ^b	50,9 ^b	53,3	4,9
P7	65,2 ^a	52,1 ^b	40,4 ^c	45,5 ^{bc}	50,8	3,4

EPM - Erro Padrão da Média.

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si (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.

Quadro 4. Proporção de perfilhos florescidos (%) em pastagens de *Cynodon dactylon* cv. 'Florakirk' submetidas a quatro intensidades de desfolha.

Datas	Alturas de Pasto (cm)				Média	EPM
	5	10	15	20		
D1	0,3 ^b	1,3 ^{ab}	1,4 ^{ab}	2,8 ^a	1,5	0,6
D2	0,5 ^a	0,7 ^a	0,3 ^a	0,3 ^a	0,5	0,3
D3	0,0 ^a	0,3 ^a	0,4 ^a	0,0 ^a	0,2	0,2
D4	0,4 ^a	0,7 ^a	0,7 ^a	1,1 ^a	0,7	0,4
D5	0,9 ^a	1,6 ^a	1,4 ^a	1,6 ^a	1,4	0,9
D6	0,1 ^b	1,5 ^{ab}	3,2 ^{ab}	4,7 ^a	2,4	1,3
D7	0,0 ^b	0,0 ^b	0,1 ^a	1,2 ^a	0,3	0,4
D8	0,0 ^a	0,1 ^a	0,4 ^a	0,0 ^a	0,1	0,2

EPM - Erro Padrão da Média

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si (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.

diferenças entre tratamentos durante a maior parte do período experimental talvez tenha sido devida ao fato da natalidade de perfilhos ser determinada por fatores de ambiente como luz e temperatura (MITCHELL, 1953), sendo controlada pelo aparecimento de folhas (DAVIES e THOMAS, 1983) que, por sua vez, parece ser insensível à desfolha (ANSLOW, 1966).

Taxas de mortalidade

Foram verificados efeitos de período de coleta de dados ($P=0,0014$) e de altura do pasto ($P=0,0003$) (Quadro 3). Verifica-se que as maiores TMP ocorreram durante os períodos que compreenderam o final de primavera e o verão (P5, P6 e P7), seguidas por aquelas referentes ao período de primavera (P4) e, finalmente, aquelas dos períodos de final de inverno (P2). A alta TMP do verão (P7) foi coincidente com a maior TNP (Quadro 2), indicando uma intensa renovação da população de perfilhos durante o verão. Como a manutenção da perenidade de uma pastagem depende da capacidade de reposição dos perfilhos que morreram ao longo do ano (MARSHALL, 1987), práticas de manejo que beneficiem e proporcionem altas TNP devem ser asseguradas durante períodos críticos caracterizados por elevadas TMP. As maiores TMP verificadas durante a primavera em relação ao final do inverno, provavelmente sejam uma consequência da seca ocorrida durante o mês de novembro (Quadro 1), das fertilizações nitrogenadas em setembro e outubro e da maior PPF em D4 e D5 (Quadro 4). Apesar das fertilizações nitrogenadas promoverem um efeito positivo quanto à natalidade de perfilhos (LANGER, 1972), estas, podem resultar também em incrementos nas TMP ou antecipação deste evento (ONG *et al.*, 1978). Isto provavelmente se deve ao efeito causado pelo sombreamento, principalmente pela alongação dos perfilhos em fase de florescimento (WOODWARD, 1998). Uma vez encerrada a fase de florescimento os perfilhos reprodutivos morrem devido terem completado seu ciclo natural de vida (COLVILL e MARSHALL, 1984), o que ocasiona incrementos em TMP, principalmente se acompanhados de altas mortalidades de perfilhos vegetativos (JEWISS, 1972) causadas por pisoteio, arranquio, deposição de fezes e urina, etc..

A menor altura de pasto (5 cm) promoveu as maiores TMP durante a maior parte do período experimental (Quadro 3). Tal fato pode ser uma consequência direta das maiores densidades de lotação utilizadas naquele tratamento em relação aos demais. BULLOCK *et al.* (1994) atribuíram as causas das diferenças em TMP ao possível envolvimento de efeitos de ambiente sobre perfilhos individuais ou efeitos de tratamentos sobre a idade e/ou tamanho estrutural da população de perfilhos. Contudo, L'HUILLIER (1987) não verificou diferenças em TMP durante o período de outono-inverno, quando vacas leiteiras foram utilizadas em baixa e alta densidades de lotação, diferentemente do que ocorreu durante as estações de primavera e de verão.

Florescimento

Foram observados efeitos de data de coleta de dados ($P=0,0138$) e de altura do pasto ($P=0,0253$) (Quadro 4). As maiores médias de PPF analisadas por estação foram verificadas durante o final do inverno (D1). Contudo, o desenvolvimento reprodutivo mais intenso de Florakirk concentrou-se no início do verão, como demonstrado pelos maiores valores de PPF nas datas de amostragem D5 e D6 (Quadro 4). No fim do verão (D8) foram verificadas as menores PPF, fato este coincidente com uma das maiores TNP observadas (Quadro 2). Picos de perfilhamento logo após épocas de florescimento intenso podem ser uma consequência do rápido suprimento de carboidratos de reserva acumulados na base dos perfilhos reprodutivos para aqueles vegetativos recém-nascidos após cessado o período de supressão reprodutiva (COLVILL e MARSHALL, 1984).

Apesar de diferenças em PPF terem sido observadas em apenas três das oito datas de avaliação, foram as menores intensidades de pastejo (20 e 15 cm) que proporcionaram os maiores valores observados durante o final do inverno e meados de verão. Este comportamento talvez seja uma função do maior controle de hastes reprodutivas naqueles tratamentos de menor altura de pasto onde maiores densidades de lotação foram utilizadas. Nessas situações uma desfolha mais intensa ocorre em perfilhos individuais fazendo com que estes permaneçam pequenos e não dando oportunidade ao desenvolvimento do caule e/ou emergência de inflorescência (KORTE *et al.*, 1984).

Dinâmica e densidade populacional de perfilhos

Foram observados efeitos de data de coleta de dados ($P=0,0530$) e de altura de pasto ($P=0,0186$) com maiores DPP sendo verificadas durante a primavera, seguidas por aquelas de final de inverno (Quadro 5). Contudo, o verânico ocorrido durante o mês de novembro foi provavelmente o responsável pela grande redução em DPP observadas em janeiro, consequência direta das menores TNP e maiores TMP ocorridas em P5 (Quadros 2 e 3). Dessa forma, as DPP médias observadas durante o verão podem, na verdade, ter sido subestimadas em relação àquelas verificadas na primavera. Os incrementos em DPP observados a partir do final do inverno (D1 e D2)

até meados da primavera (D3 e D4) podem ter sido uma consequência direta das elevações em TNP verificadas em P2 e P3 comparativamente a P1, provavelmente de melhorias em condições de ambiente como temperatura, regime de chuvas e período de insolação (exceto regime de chuvas durante novembro) (Quadro 1), bem como ao efeito das fertilizações nitrogenadas. Reduções na DPP em períodos subsequentes a condições de seca foram relatadas por KORTE e CHU (1983).

Considerando-se o total de perfilhos existentes no final do verão na D8, constata-se que os perfilhos originados durante o final do inverno (Geração (G) 1 e G2) representaram apenas 1% da

Quadro 5. Densidades populacionais de perfilhos (perfilhos/m²) em pastagens de *Cynodon dactylon* cv. 'Florakirk' submetidas a quatro intensidades de desfolha.

Datas	Alturas de Pasto (cm)				Médias	EPM
	5	10	15	20		
D1	10250 ^a	6856 ^b	5128 ^b	5439 ^b	6918	727
D2	11348 ^a	5568 ^b	6538 ^b	7045 ^b	7625	711
D3	13030 ^a	7538 ^b	7189 ^b	7477 ^b	8809	1099
D4	13424 ^a	7575 ^b	8030 ^b	7515 ^b	9136	945
D5	13060 ^a	7454 ^b	7318 ^b	7333 ^b	8791	981
D6	6780 ^a	9219 ^a	6712 ^a	5878 ^a	7147	1670
D7	8508 ^a	5939 ^a	7848 ^a	7424 ^a	7430	1153
D8	10235 ^a	7606 ^a	8689 ^a	10454 ^a	9246	1825

EPM - Erro Padrão da Média

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

população e os formados durante a primavera (G3, G4 e G5) cerca de 10%. Já aqueles surgidos durante o verão representaram 89% dos perfilhos totais contabilizados em março, sendo que aqueles originados no mesmo mês da avaliação final (março) representaram 68% da população total. Esse fato revela um processo intenso de renovação na população de perfilhos ocorrido de meados para o final do verão.

O tratamento de maior intensidade de pastejo (5 cm) proporcionou as maiores DPP durante as primeiras cinco datas de avaliação (D1 a D5). Porém, durante as últimas três datas (D6, D7 e D8), não foram constatadas diferenças entre os tratamentos (Quadro 5). Por ocasião do início do experimento, em D1, pastos mantidos a 5 cm

apresentaram uma DPP 80% em média superior àqueles mantidos nas demais alturas. Essa superioridade foi mantida em valores equivalentes até D5 devido as TNP e TMP manterem-se proporcionalmente equivalentes entre as alturas de pasto a cada data de avaliação. Já em D6 ocorreu uma queda brusca em DPP nos pastos de 5 cm, levando à igualdade dos valores observados entre tratamentos. Provavelmente, a utilização de pastejos intensos durante e nos períodos subsequentes àqueles onde ocorreram condições adversas de ambiente tenham promovido o decréscimo observado nos valores de DPP. Outro evento que pode ter contribuído para a redução nas DPP em janeiro foi o intenso florescimento ocorrido durante o mês de dezembro, caracterizado pelas maiores PPF no início de janeiro (D6). O fato é que as DPP de pastos mantidos a 5cm sofreram uma redução muito

drástica em março, quando as demais alturas de pasto se comportaram normalmente. Isso indica que Florakirk pode ser sensível a desfolha intensa naquela época do ano, fato que corrobora os resultados de SBRISIA (2000), que revelam reduzida capacidade de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de *Cynodon* spp neste período.

Taxas de acúmulo de MS

Somente ocorreu efeito de meses do ano ($P=0,0217$) com incrementos em TAMS do início para o final do período experimental (Quadro 6). Os menores valores de TAMS observados

ocorreram durante o mês de novembro, provavelmente em função das condições adversas de umidade ocorridas naquele mês (Quadro 1). Contudo, redução correspondente em DPP só foi verificada na contagem realizada em janeiro (Quadro 5). Isto sugere que os efeitos causados por interferências ambientais são imediatos para o acúmulo de forragem, porém atrasados em relação às DPP. GRANT e KING (1983) também observaram a ocorrência de um intervalo de tempo entre os ajustes em peso por perfilho e DPP, e atribuíram tal comportamento à ação direta e imediata das condições de ambiente ou de manejo sobre a massa por perfilho, mas não sobre a DPP.

Quadro 6. Taxas de acúmulo de matéria seca (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) em pastagens de *Cynodon dactylon* cv. 'Florakirk' submetidas a quatro intensidades de desfolha.

Mês	Alturas de Pasto				Média	EPM
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm		
Agosto	30,4 ^a	45,0 ^a	31,9 ^a	42,5 ^a	37,5	7,0
Setembro	25,8 ^a	25,1 ^a	27,6 ^a	19,3 ^a	24,5	4,1
Outubro	60,1 ^a	44,1 ^a	55,7 ^a	49,2 ^a	52,3	11,3
Novembro	35,4 ^b	28,8 ^b	31,8 ^b	56,9 ^{Aa}	38,2	8,1
Dezembro	81,7 ^a	92,5 ^a	72,8 ^a	69,5 ^a	79,1	9,3
Janeiro	93,7 ^a	90,8 ^a	87,3 ^a	88,6 ^a	90,1	10,3
Fevereiro	78,0 ^a	76,9 ^a	69,0 ^a	63,5 ^a	71,9	7,1
Março	99,5 ^a	77,9 ^a	81,4 ^a	94,4 ^a	88,3	12,4

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

EPM - erro padrão da média.

As TAMS somente apresentaram correlação positiva com as DPP durante o verão, porém em baixo nível ($r=0,30$). Durante todo o período do ensaio esta correlação foi ainda menor ($r=0,14$), revelando que o mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos estava efetivamente atuante durante a maior parte do tempo. Nos períodos onde as DPP foram baixas, como em janeiro, este mecanismo provavelmente proporcionou maiores TAMS em função do maior incremento em peso por perfilho (Quadros 5 e 6) (MATTHEW *et al.*, 1999; SBRISIA, 2000).

Apesar de não terem sido observadas diferenças quanto às alturas de pasto testadas, estas provavelmente existiram, mas foram "mascaradas" devido ao método da gaiola de exclusão provocar uma sub-estimativa do acúmulo

de forragem em pastos mantidos altos e uma superestimativa naqueles mantidos baixos (FRAME, 1981). Pastos mantidos baixos possuem uma grande quantidade de perfilhos pequenos e uma 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 um período de 3 a 4 semanas, ou seja, há um intervalo 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 dos pastos mais baixos, causando uma sub-estimativa de suas taxas de acúmulo quando isolados do animal, uma vez que o IAF teto é atingido muito rapidamente (FRAME, 1981).

CONCLUSÕES

As condições de ambiente influenciaram de forma marcante as DPP verificadas ao longo das estações de pastejo por promoverem grandes variações em TNP e TMP.

Pastagens de 'Florakirk' são caracterizadas por intensa renovação de perfilhos no primeiro terço do verão, após a finalização do processo de florescimento.

Práticas de manejo como variação na intensidade de desfolha devem ser utilizadas a fim de assegurar a manutenção de altas TNP em períodos de ocorrência de elevadas TMP.

O florescimento mais intenso ocorrido em alguns períodos afetou significativamente as TNP e TMP.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADJEI, M. B. *et al.* Production, quality and persistence of tropical grasses as influenced by grazing frequency. Proceeding of the soil and Crop Science Society of Florida, v.48, p.1-6, 1989.
- 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.; *et al.* Tiller dynamics of two grasses – responses to grazing, density and weather. *Journal of Ecology*, v.82, p.331-340, 1994.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agrônômicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1. *Scientia Agricola*, v.56, n.2, p.489-499, abr./jun., 1999.
- CHAPMAN, D. F. *et al.* 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.
- 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.
- 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.
- 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.; FUTHERGILL, M.; MORGAM, C.T. Assessment of contrasting perennial ryegrasses with and white clover, under continuous stocking in the uplands. 5 - Herbage production, quality and intake in years 4-6. *Grass and Forage Science*, v. 48, n.3, p 213-222, September, 1993.
- 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. *et al.* (Ed.) Sward measurement handbook. Berkshire: British Grassland Society, 1981. cap.3, p.39-67.
- 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.
- HERNANDEZ GARAY, A. *et al.* 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. 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. Nomenclature and definition in grazing studies. *Grass and Forrage Science*, v.34, p.11-18, 1979.
- 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. 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. *et al.* 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.; 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.
- 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, 1972. cap.5, p.19-25.
- LARBI, A. *et al.* Evaluation of three tropical perennial grasses for beef production in south-central Florida. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, NICE. *Proceedings...* Nice: French Grassland Society, 1989. P.1215-1216.
- 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.
- MARASCHIM, G. E. Avaliação de gramíneas e leguminosas tropicais consorciadas sob diferentes sistemas de manejo de pastagens. Campinas: Fundação Cargil, 1981. 51p.
- 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. *et al.* Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND ECOLOGY", 1., Curitiba, 1999. Anais. Curitiba: UFPR, 1999. p.109-133.
- MATTHEW, C. *et al.* 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.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE HAMILTON, N.R.; *et al.* A modified self-thinning equation do describe size / density relationships for defoliated swards. *Annals of Botany*, v.76, p.579-587, 1995.
- MISLEVY, P. 'Florakirk' bermudagrass. Florida Agricultural Experiment Station (Circular S-395). Ona: 1995.
- MISLEVY, P. *et al.* Registration of 'Florakirk' bermudagrass. *Crop Science*, v.39, p.587, 1999.
- 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, 1953.
- OMETTO, J.C. Registros e estimativas dos parâmetros meteorológicos da região de Piracicaba, SP. Piracicaba: FEALQ, 1989. 76p.
- ONG, C.K. *et al.* 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.
- PEDREIRA, C.G.P. Plant and animal responses on grazes pastures or 'Florakirk' and 'Tifton-85' bermudagrass. Gainesville, University of Florida, 1995. 153p. PhD Thesis .

- SAS INSTITUTE. SAS user's guide: release; 6.03. Cary, 1998. 1028p.
- SBRISSIA, A. F. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastagens de *Cynodon* spp. Piracicaba, 2000. 80p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- SNAYDON, R.W. General introduction. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) Managed grasslands: Analytical studies ecosystems of the world. Amsterdam: Elsevier Science, 1987. cap.1, p.3-5.
- 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.