

## Fluxo de Biomassa em Pastagem de Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) Manejada em Diferentes Alturas<sup>1</sup>

Laíse da Silveira Pontes<sup>2</sup>, Paulo César de Faccio Carvalho<sup>3</sup>, Carlos Nabinger<sup>3</sup>  
André Brugnara Soares<sup>4</sup>

**RESUMO** - Em pastagem de azevém anual sob lotação contínua com ovinos, quantificaram-se os fluxos de biomassa no período de 02 a 20 de outubro de 1999. Os tratamentos consistiram de quatro alturas (5, 10, 15 e 20 cm) de manejo, mantidas pelo uso de lotação variável. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições. Os fluxos foram determinados por meio de variáveis morfológicas e estruturais obtidas a partir de medições feitas em afilhos marcados. No período de estabilização das alturas pretendidas, diferenças significativas na estrutura da pastagem resultaram em alterações nos fluxos de biomassa. Os fluxos de crescimento e de consumo apresentaram resposta quadrática às alturas de manejo, com valores máximos entre 10 e 15 cm, enquanto o fluxo de senescência aumentou linearmente com a altura. Máximos ganhos médios diários e ganhos por hectare foram alcançados nesse intervalo, indicando que essa faixa é apropriada para se manejar a pastagem. O período de avaliação coincidiu com a fase pós-indução floral, determinando diminuição na massa de lâminas e balanço negativo no fluxo de biomassa para todos os tratamentos.

Palavras-chave: afilhos marcados, consumo, crescimento, morfogênese, ovinos, senescência

## Biomass Flows in Italian Ryegrass Pastures (*Lolium multiflorum* Lam.) Managed under Different Sward Heights

**ABSTRACT** - In an Italian ryegrass pasture under continuous stocking with sheep, biomass flows were estimated from 2 to 20 October 1999. Treatments corresponded to four different sward heights (5, 10, 15 and 20 cm) maintained by variable stocking. The experimental design was the randomized complete block design with three replicates. The fluxes were defined by morphogenetic and structural variables obtained from measurements performed on marked tillers. During the period in which the intended sward heights were established, significant effects in sward structure resulted in alterations on the biomass fluxes. The growth and intake fluxes showed a quadratic response with maximum values between 10 and 15 cm grazing heights, while the senescence flux increased linearly with sward height. Maximum daily live weight gain and animal yield per hectare were obtained within this interval, indicating this interval being the most appropriate to pasture management. The evaluation period was coincident with the floral induction phase, so the leaf lamina mass was progressively smaller and biomass fluxes showed a negative balance for all treatments.

Key Words: intake, growth, marked tillers, morphogenesis, senescence, sheep

### Introdução

O conhecimento do processo de morfogênese (dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço) possibilita modelar o fluxo de biomassa foliar em nível de um afilho individual, através do crescimento, morte e colheita dos diferentes componentes vegetais (Davies, 1993). As taxas de alongamento foliar e de surgimento de folhas e o tempo de vida das folhas constituem os fatores morfológicos do afilho que determinam o ritmo de crescimento e desenvolvimento de uma gramínea. Já a densidade de

afilhos constitui-se em um elemento fundamental para o cálculo do crescimento total da espécie, uma vez que, ao multiplicar o fluxo de crescimento do afilho pela densidade dos mesmos, obtém-se o crescimento total da pastagem (Davies, 1993). Portanto, a produção da pastagem é resultante do acúmulo de biomassa em cada afilho, associado à densidade dos mesmos. No entanto, o crescimento não é o único fator determinante do acúmulo de forragem no ecossistema pastagem. Outros fatores ocorrem de forma simultânea, como os fluxos de senescência e consumo. O acúmulo de forragem será o resultado do

<sup>1</sup> Parte da dissertação de Mestrado da primeira autora – UFRGS, Porto Alegre - RS.

<sup>2</sup> MSc. em Zootecnia – UFRGS, RS. E.mail: lspontes@zipmail.com.br

<sup>3</sup> Professor Adjunto do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia – UFRGS, Porto Alegre - RS. E.mail: paulocfc@vortex.ufrgs.br; nabinger@vortex.ufrgs.br; paulocfc@vortex.ufrgs.br

<sup>4</sup> Doutor em Zootecnia, UFRGS, RS.

balanço líquido entre esses três fluxos (Pinto et al., 2001).

Assim, o conhecimento dessas medidas auxilia na busca por melhores formas de manejo para o crescimento e utilização das forrageiras (Bircham & Hodgson, 1983), além de proporcionar bom entendimento dos mecanismos básicos de crescimento das mesmas.

A altura de manejo proporciona diferenças na estrutura da pastagem que irão afetar o processo de desfolhação efetuado pelo animal. As variações na intensidade e na frequência de desfolhação irão modificar a dinâmica de crescimento da pastagem, alterando os fluxos de biomassa. Nesse contexto, objetivou-se com o presente experimento definir e quantificar os diferentes fluxos de biomassa de lâmina foliar em pastagem de azevém, submetida a diferentes alturas de manejo. Optou-se por trabalhar com a cultura de azevém anual, por se tratar de uma espécie amplamente difundida em todo o Estado do Rio Grande do Sul.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA – UFRGS). A EEA localiza-se a 30°05'S e 51°40'W, com altitude de 46 m do nível do mar. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa (subtropical úmido com verão quente). Apresenta temperatura média mensal que varia de 14,2 a 24,9°C e precipitação média em torno de 1440 mm anuais (Bergamaschi & Guadagnin, 1990). O solo está classificado como um Plintossolo Argilúvico Distrófico (FTd), segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

A área experimental, constituída de 4,98 ha, foi dividida em 12 piquetes. A pastagem foi semeada em sistema de plantio direto, com renovadora de pastagem, em 28/05/99, na densidade de 40 kg de sementes de azevém anual por hectare e adubada com 20 kg de N, 70 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 15 kg de K<sub>2</sub>O por ha (uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio). Posteriormente, foram feitas duas aplicações de N em cobertura, sendo aplicados 138 kg/ha de N em 30/06/1999 e 68 kg/ha de N em 10/09/1999. Os tratamentos consistiram na manutenção de quatro alturas de manejo da pastagem: 5, 10, 15 e 20 cm. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições. Os animais experimentais foram cordeiros cruzados da raça Texel (CG1

e CG3) e animais Ile de France, todos inteiros com idade média aproximada de um ano e peso médio inicial de 36,1 ± 4,52 kg. Cada piquete contou com 11 cordeiros *testers*, totalizando 132 animais. Os animais foram pesados a cada 21 dias (sempre no mesmo horário), com jejum de 12 horas somente antes das pesagens inicial e final do experimento, usadas para estimar o ganho médio diário e o ganho por hectare. As pesagens intermediárias serviram para orientar os ajustes de lotação necessários e o controle do desempenho animal. Foi utilizada uma área adicional de azevém (1,02 ha) para manter os animais reguladores nos períodos em que estes não eram utilizados nas unidades experimentais. O período de utilização da pastagem foi de 19/08/1999 a 11/11/1999, totalizando 88 dias.

Semanalmente media-se a altura da pastagem, com o auxílio de um bastão graduado (*sward stick*), em 100 pontos por potreiro. Para manter as alturas pretendidas, utilizou-se a técnica *put and take*, descrita por Mott & Lucas (1952), em pastejo de lotação contínua e carga variável.

Para o cálculo dos fluxos de crescimento, senescência e consumo de lâminas foliares, foi necessária a determinação das variáveis intermediárias taxa de alongamento foliar (TAF), taxa de senescência por afilho (TSA), intensidade de desfolha, densidade de afilhos, além do peso por unidade de comprimento das partes das plantas (lâminas completamente expandidas e emergentes).

As variáveis TAF, TSA e intensidade de desfolha foram determinadas por meio da técnica de “afilhos marcados”, cuja metodologia é detalhada por Carrère et al. (1997). Foram realizadas cinco avaliações, em intervalos de 3-4 dias, no período de 02 a 20/10/1999. Marcaram-se 50 afilhos por piquete, distribuídos ao longo de cinco transectas, com fio colorido de telefone. Cada transecta apresentou 10 afilhos marcados distanciados 50 cm entre si. A distribuição das transectas nos piquetes pretendeu representar a possível variabilidade dos mesmos, evitando-se as proximidades da cerca. A cada avaliação, observaram-se o comprimento e número de lâminas foliares adultas (com lígula visível) e em crescimento (folhas emergentes), além de sua condição (em senescência ou não e intacta ou pastejada). Medidas de altura da bainha também foram realizadas com o objetivo de verificar seu consumo. Para as folhas em senescência, foram registrados os comprimentos da parte verde e senescente. As folhas completamente expandidas

foram medidas a partir de sua lígula e as folhas emergentes, a partir da penúltima lígula visível, conforme Davies (1993). A TAF foi obtida para cada intervalo de dias de observação, pela diferença entre os comprimentos de lâmina das folhas emergentes. É expressa em  $\text{cm}/^{\circ}\text{C}$ , ou seja, a razão entre o comprimento acumulado e a soma térmica (somatório das temperaturas médias diárias) decorrida no período considerado. Observaram-se as taxas de alongamento das folhas intactas e das pastejadas. A TAF foi utilizada para corrigir o cálculo da fração de lâmina foliar removida pelos animais, quando esta se apresentava em alongação, sendo, portanto, obtida pela diferença entre os comprimentos de lâmina foliar nesse intervalo de tempo, acrescido da TAF média (média da unidade experimental avaliada). Para as folhas emergentes, pastejadas pela primeira vez, utilizaram-se as TAF médias das folhas intactas e das folhas pastejadas, enquanto para as folhas pastejadas mais de uma vez utilizou-se a TAF média das folhas pastejadas. Estes procedimentos foram realizados para ajustar o cálculo do consumo, considerando que a desfolha pode afetar a TAF, como citado no trabalho de Lemaire & Agnusdei (1999) e constatado estatisticamente no presente estudo.

A intensidade de desfolha foi determinada pela medida de redução de comprimento nas folhas adultas e estimada nas folhas emergentes, conforme explicitado anteriormente.

A taxa de senescência foliar, também expressa em  $\text{cm}/^{\circ}\text{C}$ , foi calculada para cada intervalo de dias de observação, pela diferença entre os comprimentos da porção verde das folhas em senescência, enquanto a TSA foi obtida pelo somatório das taxas de senescência de todas as folhas do afilho.

A densidade de afilhos (número/ $\text{m}^2$ ) foi determinada no dia 11/11/1999 por contagem em cinco amostras de  $0,125 \text{ m}^2$  por potreiro, cortadas rente ao solo.

A amostragem para estimativa da taxa de acúmulo diário de matéria seca (MS) foi obtida a partir da metodologia descrita por Moraes (1991). Foram utilizadas três gaiolas por potreiro que permitiam isolar determinadas áreas de amostragem nos diversos tratamentos. As gaiolas foram construídas em ferro, medindo  $1,44 \text{ m}^2$  de base,  $1 \text{ m}^2$  de área no topo e  $0,50 \text{ m}$  de altura. Os cortes foram realizados a cada 21 dias. As amostras de  $0,25 \text{ m}^2$  cada, cortadas rente ao solo, foram separadas em lâminas verdes, colmos, juntamente com bainhas e material morto. Posterior-

mente, essas amostras foram secas e pesadas. A taxa de acúmulo de forragem foi estimada conforme a equação descrita por Campbell (1966):

$$TA_j = (DG_i - FG_{i-1})/n$$

em que  $TA_j$  é a taxa de acúmulo diário de MS no subperíodo “j”;  $DG_i$ , a quantidade de MS dentro da gaiola na data de amostragem “i”;  $FG_{i-1}$ , a quantidade de MS fora da gaiola na data de amostragem “i-1”; e “n”, o número de dias transcorridos entre “i” e “i-1”.

Dessas amostras retiradas para avaliação da taxa de acúmulo foram retiradas sub-amostras para a determinação do peso por unidade de comprimento (mg de MS/cm) das lâminas foliares (emergentes e completamente expandidas), as quais eram medidas com régua graduada, seguida de secagem e pesagem.

A partir das avaliações acima citadas, foi possível determinar os fluxos de biomassa que ocorrem em uma pastagem sob pastejo, por intermédio das seguintes equações:  $FC = TAF (\text{cm}/^{\circ}\text{C}) \times PLFE (\text{g/cm}) \times Tm (^{\circ}\text{C}) \times a \times D (\text{afilhos}/\text{m}^2) \times 10$ ;  $FS = TSA (\text{cm}/^{\circ}\text{C}) \times PLFCE (\text{g/cm}) \times Tm \times D \times 10$  e  $FI = [(dt1 \times PLFCE) + (dt2 \times PLFE)] \times D \times 10$ ; sendo  $FC$  = fluxo de crescimento;  $PLFE$  = peso das lâminas foliares emergentes (peso em relação ao comprimento da lâmina);  $Tm$  = temperatura média diária do período avaliado;  $a$  = número médio de folhas emergentes por afilho;  $D$  = densidade de afilhos;  $FS$  = fluxo de senescência;  $PLFCE$  = peso das lâminas foliares completamente expandidas (peso em relação ao comprimento da lâmina);  $FI$  = fluxo de consumo;  $dt1$  e  $dt2$  = comprimento (em cm) da porção removida pelos animais das lâminas maduras e emergentes, respectivamente. Após, multiplica-se por dez para obter os fluxos, em kg de MS de lâmina foliar/ha.dia.

O estudo das relações entre os fluxos de biomassa permite a avaliação das eficiências de utilização real (EUR) e potencial (EUP) da pastagem (Louault et al., 1997). A EUR foi determinada por meio da relação entre os FI (fluxo de consumo) e FC ( $EUR = FI/FC$ ) e a EUP calculada como um menos a relação entre os FS e FC ( $EUP = 1 - FS/FC$ ).

Os dados foram analisados considerando os afilhos marcados como unidades amostrais, considerando-se o piquete como a unidade experimental. Foi realizada análise de regressão entre as variáveis em estudo e as alturas reais obtidas por intermédio do aplicativo SAS (Freud & Littell, 1986).

## Resultados e Discussão

Os animais ingressaram na pastagem no dia 19/08/99, quando essa apresentava altura média de 25 cm. O ajuste da lotação inicial, visando atingir as alturas pretendidas levou 27 dias para atingir seu objetivo, mais que o previsto. Portanto, a partir do dia 15/09/99, consolidaram-se os tratamentos do experimento, ou seja, as alturas pretendidas foram alcançadas.

Na Tabela 1, encontram-se os parâmetros referentes à descrição da pastagem e das ofertas de forragem utilizadas durante o período de obtenção das alturas pretendidas.

A existência de estruturas diferenciadas na pastagem, decorrente do manejo imposto, resultou em alterações significativas nos fluxos de biomassa (lâminas foliares) para o período em estudo. Os fluxos de crescimento (FC), consumo (FI) e senescência (FS), expressos em kg/ha.dia de MS de lâminas foliares, apresentaram regressões significativas ( $\hat{Y} = -0,29X^2 + 8,12X - 13,38$ ,  $r^2 = 0,43$ ,  $P = 0,08$ ;  $\hat{Y} = -0,26X^2 + 6,94X + 0,11$ ,  $r^2 = 0,52$ ,  $P = 0,035$ ;  $\hat{Y} = 3,87X + 6,32$ ,  $r^2 = 0,65$ ,  $P = 0,0014$ , respectivamente), em função das diferentes alturas da pastagem.

Houve melhor ajuste do modelo quadrático para os FC e FI, sendo os valores máximos obtidos quando a pastagem era mantida a uma altura média de 14 e 13 cm, respectivamente. Relacionando ambos os fluxos, crescimento e consumo, foi possível constatar aumento linear ( $\hat{Y} = 0,58X + 19,3$ ,  $r^2 = 0,63$ ) do consumo de cerca de 0,6 kg/ha.dia de MS para cada kg de MS produzida a mais. Machado (2000) observou valores mais altos para o FC de *Lolium perenne* e *Festuca arundinacea*, em associação, quando a

pastagem era mantida com 11 cm de altura média, enquanto o FI era maximizado em alturas próximas a 12 cm. Pinto et al. (2001), em trabalho desenvolvido com Tifton 85 sob pastejo, observaram um maior fluxo de crescimento na pastagem mantida a 15 cm de altura. Os valores ficaram em torno de 38 kg/ha.dia de MS de lâminas foliares. Os resultados do presente estudo indicaram que, para a otimização dos fluxos de biomassa, é interessante manter a altura da pastagem dentro da faixa de 10 e 15 cm, já que maiores ganhos médios diários (GMD – g/animal.dia) e ganhos por hectare (G - kg/ha) também foram observados, nesse intervalo de altura, durante o período em que as alturas pretendidas foram mantidas ( $\hat{Y} = -72,5 + 46,2X - 1,69X^2$ ,  $P = 0,0100$ ,  $r^2 = 0,64$ ;  $\hat{Y} = -460,7 + 185,4X - 7,95X^2$ ,  $P = 0,0007$ ,  $r^2 = 0,80$ , respectivamente).

O FI foi menor nos tratamentos com menores alturas da pastagem. Esse fato pode ter sido ocasionado pela dificuldade de apreensão do material, já que o dossel manteve-se muito baixo durante todo o período de avaliação. Alturas intermediárias proporcionaram melhores condições para a pastagem expressar o seu potencial, beneficiando o FI e o desempenho dos animais. Nas maiores alturas a redução no FI pode estar associada à menor proporção de lâminas foliares, resultando na diminuição da profundidade do bocado e no aumento do tempo necessário à formação do bocado (procura e apreensão de lâminas verdes) (Carvalho et al., 1999). Observou-se tendência de menores proporções de lâminas foliares na pastagem sob desfolha menos intensa durante o período avaliado, o que é decorrência da indução floral observada nessa fase de desenvolvimento do azevém. A porcentagem de lâminas foliares apresen-

Tabela 1 - Características da pastagem no período de 15/09/99 a 11/11/99

Table 1 - Pasture characteristics from 09/15/99 to 11/11/99

Tratamentos (cm)	Altura real da pastagem (cm)	Massa de forragem (kg/ha de MS)	Massa de lâminas foliares (kg/ha de MS)	Oferta de forragem (% do PV)	Oferta de lâminas foliares (% do PV)
Treatments (cm)	Actual pasture height (cm)	Herbage mass (kg/ha of DM)	Leaf lamina mass (kg/ha of DM)	Herbage allowance (% LW)	Leaf lamina allowance (% LW)
5	4,6d	926,7c	231,4c	3,7c	2,6c
10	9,6c	2209,9b	494,4b	10,6b	6,6b
15	11,6b	2415,3b	548,8a	11,9b	7,3b
20	16,9a	3663,2a	638,9a	18,9a	9,1a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de médias Lsmeans (Freud et al., 1986) a 5% de significância.

Means followed by the same letter in a column do not differ ( $P > .05$ ) by Lsmeans average test.

tuou uma regressão linear negativa significativa em resposta ao aumento da altura do dossel ( $\hat{Y} = -2,52X + 63,12$ ,  $P=0,0001$ ,  $r^2=0,90$ ). O contrário ocorre com a porcentagem de colmo mais baixa ( $\hat{Y} = 2,51X + 36,93$ ,  $P=0,0001$ ,  $r^2=0,90$ ). Humphreys (1991) relata que a altura em que a pastagem é mantida pode resultar em variações nas proporções de folha, colmo e inflorescência.

O consumo potencial de um cordeiro com as características dos animais utilizados nesse experimento é de 4% do seu peso vivo (PV) (NRC, 1985). No tratamento 5 cm, o peso médio dos cordeiros foi de 49 kg. Portanto, o consumo máximo potencial para esses animais seria de 1,9 kg/dia de MS de lâminas foliares. O resultado obtido para o FI nesse tratamento foi de 23 kg/ha.dia de MS, com lotação igual a 72 animais/ha, constatando-se que cada animal consumiu apenas 0,32 kg/dia de MS de lâmina foliar, o que explica o baixo desempenho observado (GMD = -115,1 g/dia). Como consequência da baixa oferta de lâminas, o consumo de bainha aumentou nesses tratamentos (cerca de 40% do comprimento da bainha era consumida no tratamento 5 cm, contra 22% nas maiores alturas).

Nos demais tratamentos os animais também não conseguiram atingir seu desempenho potencial (ganhos de 300 g/animal.dia durante esta fase de desenvolvimento, segundo NRC, 1985), mas o consumo de lâminas foliares foi bastante superior ao tratamento 5 cm permitindo a esses animais melhor desempenho e dieta de melhor qualidade, já que o consumo de outras partes do avelhão, como a bainha e o colmo, foi reduzido.

O consumo de lâminas foliares predito pelo modelo quadrático apresentou valores máximos de 1,8 kg/animal.dia de MS de lâminas foliares, aos 16 cm de altura da pastagem. Esses resultados, obtidos pela técnica de avelhões marcados, mostraram-se bastante coerentes, na medida em que a magnitude dos valores encontrados está em conformidade com o NRC (1985).

O FS aumentou linearmente com a altura da pastagem, em decorrência do aumento da taxa de senescência por avelhão ( $\hat{Y} = 0,0035X + 0,0046$ ;  $r^2=0,41$ ;  $P=0,0001$ ), do menor consumo por unidade de área e também da maior porcentagem de avelhões com emergência da inflorescência (39% em alturas próximas a 20 cm). Nas maiores alturas, maior proporção de forragem produzida foi destinada à manutenção da altura de pastejo e, conseqüentemente, a maiores perdas pelos processos de senescência.

Pastagens submetidas a regimes de desfolha intensos apresentam pequeno crescimento, mas, em contrapartida, baixa senescência (Fagundes et al., 1999).

Grant et al. (1981) observaram maiores altas taxas de senescência foliar em poteiros com maior altura da pastagem e relacionaram esses resultados à maior proporção de tecidos vegetais maduros ou senescentes e à redução na penetração de luz. Bircham & Hodgson (1983) também observaram aumento linear da taxa de senescência com a altura da pastagem, atribuindo seus resultados à carga animal utilizada nos tratamentos. Em alturas menores, a maior lotação proporciona aumento da probabilidade de desfolhação de folhas individuais. Lemaire & Agnusdei (1999) verificaram que em pastagens de *Paspalum dilatatum* e *Lolium multiflorum* mantidas baixas, 40% das folhas não foram desfolhadas antes de entrarem em senescência, enquanto, nas maiores alturas, por volta de 75% das folhas escaparam da desfolhação. No presente experimento, em alturas próximas a 5 cm, a maior intensidade de desfolhação reduziu as perdas por senescência. O fato de a pastagem permanecer por maior período de tempo em estágio vegetativo, nesses tratamentos, também contribuiu para os menores valores do FS aqui encontrados.

A porcentagem de lâmina foliar removida apresentou regressão linear negativa significativa ( $\hat{Y} = -1,48X + 87,14$ ;  $r^2=0,78$ ;  $P=0,0001$ ), pois, quanto menor a altura, maior foi o percentual de remoção de lâmina. Pode-se observar aumento da intensidade de desfolha de 62,1% nas maiores alturas até 80,3% de remoção no comprimento das lâminas nas alturas menores. Hodgson (1990), em experimento com *Lolium perenne* manejado em diferentes níveis de oferta, observou que a intensidade de desfolhação aumentou de 13% (menor taxa de lotação) para 67% (maior taxa de lotação). As porcentagens de remoção de lâmina representam a média de todas as folhas pastejadas, independentemente do tipo ou idade da folha. Contudo, folhas mais jovens, pela forma com que pastejam os animais e pela posição que ocupam no avelhão, apresentam maior probabilidade de desfolha. Na Figura 1, observa-se a influência da idade da folha na porcentagem de desfolhação, mostrando que as folhas jovens têm mais chances de serem consumidas, devido a sua posição mais vertical no perfil da pastagem, como também demonstrado por Hodgson (1990).

Comparando os fluxos de biomassa, pode-se observar uma condição de balanço negativo na pas-

tagem, ou seja, o somatório dos FS e FI superou o FC (Figura 2). Nas maiores alturas, observa-se que os FC e FI se equivalem, indicando ser o FS o responsável pelo maior desequilíbrio entre os fluxos. Em altura intermediária (10 cm), os três fluxos são equivalentes, enquanto nas menores alturas os FC e FS se equivalem, sendo o FI o maior responsável pelo balanço negativo.

Relacionando os fluxos de biomassa de lâminas foliares à condição da pastagem, observa-se que a massa de lâminas (kg/ha de MS) diminui do início do período de avaliação até o fim desse intervalo (275 a 293 dias), conforme a Figura 3, devido ao balanço negativo entre os fluxos ocorrido no período.

As reduções na altura da pastagem não foram tão marcantes (Figura 4, entre 40 e 60 dias), principalmente nos tratamentos mais altos, em decorrência do alongamento dos entrenós. No tratamento com alturas próximas a 5 cm, observa-se redução também na altura durante esse ciclo de observação.

Na Figura 5, compara-se a taxa de acúmulo de forragem (método destrutivo) com o fluxo de crescimento obtido por meio da técnica de afilhos marcados. Os resultados obtidos foram satisfatórios pois não se esperavam valores sobrepostos, uma vez que o fluxo de tecidos representou, no presente estudo, o crescimento de lâminas foliares, não considerando a contribuição relativa dos crescimentos provenientes da bainha e do colmo. Observou-se maior diferença entre as avaliações no tratamento 5 cm. Um motivo

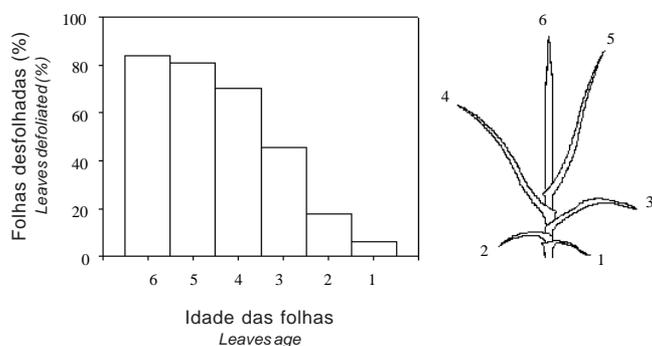


Figura 1 - Influência da idade da folha de azevém anual no processo de desfolhação (Adaptado de Hodgson, 1990).

Figure 1 - Influence of italian ryegrass leaf age on defoliation process (Adapted from Hodgson, 1990).

para essa diferença é o efeito do pastejo sobre o crescimento das plantas da pastagem. No método das gaiolas os afilhos são isolados da ação animal por 21 dias. Sendo a frequência de desfolha observada nas menores alturas de 4,7 dias, com uma intensidade de desfolha da lâmina foliar de 83%, fica evidente que os afilhos que sofrem pastejo continuamente apresentam menores taxas de crescimento. Isso está relacionado com a quantidade de tecido fotossintético ativo remanescente após o pastejo. Além das folhas pastejadas interceptarem menos luz e, conseqüentemente, contribuírem menos para a produção de biomassa da pastagem, a porção foliar não consumida das folhas emergentes e que permanece na planta apresenta uma menor capacidade de expansão celular em relação à parte inicial da folha retirada pelo animal (Pinto et al., 2001). A taxa de expansão de uma folha apresenta-se inicialmente acelerada, reduzindo-se, progressivamente, com a exteriorização do primeiro terço foliar (Pinto et al., 2001).

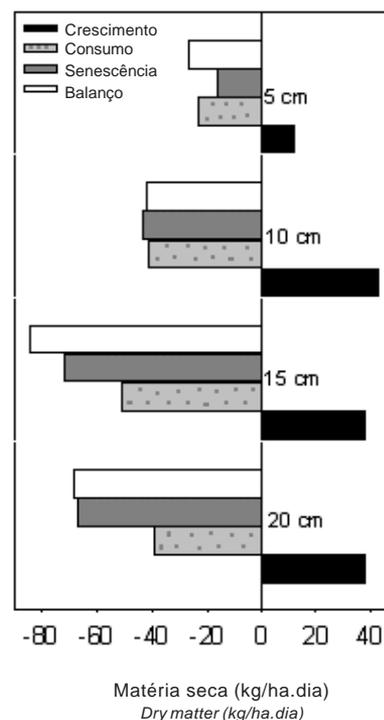


Figura 2 - Fluxo de tecidos em pastagem de azevém anual manejada em diferentes alturas.

Figure 2 - Tissue flow in italian ryegrass pasture managed at different heights.

Outro fator a ser observado é que, provavelmente, as estimativas de taxa de acúmulo nas menores alturas são superestimadas. Tal fato ocorre porque essas pastagens são mantidas sob baixo índice de área foliar (IAF) e, no momento em que são excluídas do pastejo, irão priorizar a produção de folhas para a interceptação de luz, apresentando maior velocidade de acúmulo de biomassa, pois estão longe de atingir o índice referência de 95% de interceptação (IAF crítico).

Em alturas intermediárias, pouca variação ocorre entre os métodos de avaliação. Nesses tratamentos a proporção de colmo mais bainha manteve-se estável durante todo o período experimental, por volta dos 65%.

Nas maiores alturas, observa-se novamente maior estimativa no método da gaiola em relação aos afillhos marcados. Nesses tratamentos, maior porção do potencial de produção dessa gramínea já estava direcionada para a produção de tecidos de colmos e bainhas, particularmente devido a época de avaliação, próxima do final da estação de crescimento. Como o FC incluiu apenas o crescimento de lâminas foliares, fica evidente que, em alturas maiores, ter-se-á maior estimativa de crescimento sob a gaiola, já que esta incluiu também o crescimento da bainha e do colmo.

O método utilizado para mensuração do acúmulo de forragem (gaiolas de exclusão) não permitiu a observação de diferenças entre os tratamentos, apresentando valor médio igual a 43 kg/ha.dia de MS.

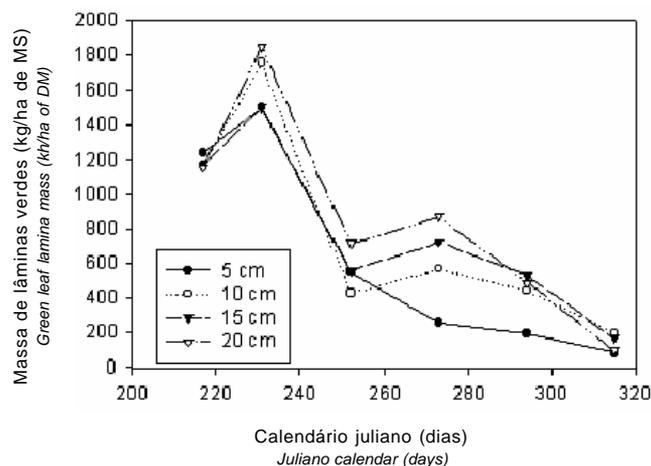


Figura 3 - Massa de lâminas verdes em pastagem de azevém anual manejada a diferentes alturas.  
Figure 3 - Green leaf lamina mass in Italian ryegrass pastures managed at different heights.

Porém, a técnica de afillhos marcados permitiu detectar maiores variações na estrutura da pastagem. Esse fato adquire extrema importância para explicar os baixos desempenhos observados no tratamento 5 cm pois, apesar de a taxa de acúmulo ser igual aos demais tratamentos, a estrutura da pastagem apresentava-se completamente distinta (folhas e afillhos menores 40 e 72%, respectivamente, em relação às maiores alturas).

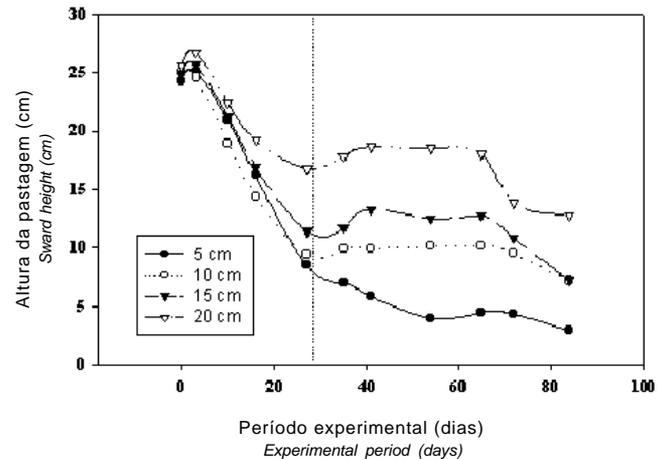


Figura 4 - Altura da pastagem de azevém anual observada ao longo do período experimental.  
Figure 4 - Italian ryegrass sward height observed along the experimental period.

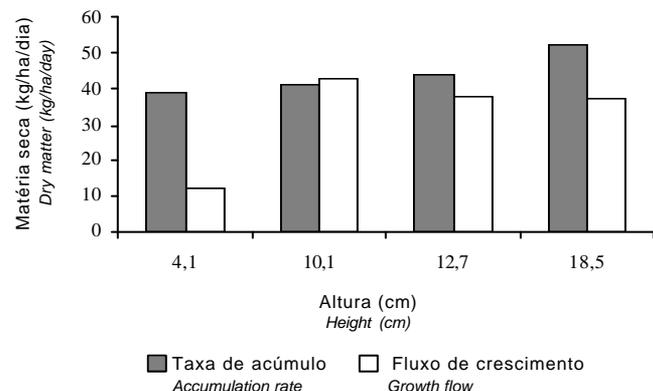


Figura 5 - Comparação entre métodos de estimativa do crescimento em pastagem de azevém anual manejada em diferentes alturas.  
Figure 5 - Comparison between estimating methods of growth in Italian ryegrass managed at different sward heights.

A eficiência de utilização real da pastagem (EUR) apresentou relação linear e negativa ( $\hat{Y} = -0,055X + 1,99$ ,  $r^2=0,25$ ,  $P=0,0998$ ), em função das diferentes alturas de manejo da pastagem. No tratamento 5 cm, observa-se valor médio de EUR igual a 2, ou seja, o FI foi duas vezes maior que o FC. À medida que aumentou a altura da pastagem, maior foi a aproximação entre os FI e FC (valores de EUR próximos a 1), evidenciando que a massa de lâminas diminui a uma taxa equivalente ao FS nesses tratamentos. Louault et al. (1997), em trabalho com azevém perene, também com ovinos, observaram valores menores para a EUR, variando entre 0,51 e 1,33, de acordo com a estação do ano. A eficiência de utilização potencial (EUP) não evidenciou diferenças significativas entre os tratamentos, apresentando valor médio negativo (-0,53), indicando ser o FS maior que o FC em todos os tratamentos.

Como ressaltado por Parsons et al. (1983), é de grande importância o conhecimento dos processos de crescimento e senescência para que se possa contrabalançar o processo de desfolhação de modo a obter melhor controle da disponibilidade de forragem. No caso amostrado, por se tratar de uma espécie anual, balanço positivo entre os fluxos de biomassa não poderia ser evidenciado, durante o período específico de observação desse trabalho, já que a pastagem se encontrava em fase de pós-indução floral, tornando o aumento do FS inevitável (como demonstrado pela EUP). Todavia, é importante salientar que o conhecimento dessas respostas é de grande contribuição na busca de melhores condições de manejo para que se possa maximizar o potencial produtivo, tanto da pastagem como do animal.

### Conclusões

Alterações na estrutura da pastagem promovem resultados diferenciados em relação aos fluxos de crescimento, consumo e senescência. Esses fluxos, medidos por intermédio da técnica de afilhos marcados, são fundamentais para compreensão dos efeitos de diferentes tipos de manejo sobre a dinâmica e evolução da pastagem.

O balanço observado entre os fluxos de biomassa indicou a possibilidade de se obterem altas taxas de crescimento da pastagem, embora com aumento do fluxo de senescência, ao mesmo tempo em que se obtenha elevada ingestão de forragem, o que se traduz, finalmente, em rendimentos superiores na faixa de manejo compreendida entre 10 e 15 cm de altura.

### Literatura Citada

- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. **Agroclima da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990. 97p.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.38, p.323-331, 1983.
- CAMPBELL, A.G. Grazed pasture parameters. I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, v.67, n.2, p.199-210, 1966.
- CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; SOUSSANA, J.F. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. **Journal of Applied Ecology**, v.34, p.333-348, 1997.
- CARVALHO, P.C.F.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J.C. O processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.253-268.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A. et al. (Eds.). **Sward measurement handbook**. London: British Grassland Society, 1993. p.183-216, 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p. (Documentos, 5)
- FAGUNDES, J.A.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agrícola**, v.56, p.1141-1150, 1999.
- FREUD, R.J.; LITTELL, R.C. **SAS system for regression**. Cary: 1986. 164p.
- FREUD, R.J.; LITTELL, R.C.; SPECTOR, P.C. **SAS system for linear models**. Cary: 1986. 210p.
- GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. **Grass and Forage Science**, v.36, p.155-168, 1981.
- HODGSON, J. **Grazing management: Science into practice**. Harlow, UK: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.
- HUMPHREYS, L.R. **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 206p.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Curitiba: CABI Publishing, 1999. p.265-287.
- LOUAULT, F.; CARRÈRE, P.; SOUSSANA, J.F. Efficiencies of ryegrass and white clover herbage utilization in mixtures continuously grazed by sheep. **Grass and Forage Science**, v.52, p.388-400, 1997.
- MACHADO, A.O. **Efeito da estrutura da pastagem e da desfolhação no fluxo de tecidos de *Lolium perenne* e *Festuca arundinacea* em associação**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2000. 40p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- MORAES, A. **Produtividade animal e dinâmica de uma**

- pastagem de pangola (*Digitaria decumbens* Stent), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo-branco (*Trifolium repens* L.) submetida a diferentes pressões de pastejo.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991. 200p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991.
- MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, State College. **Proceedings...** State College: Pennsylvania State College, 1952. p.1380-1385.
- NATIONAL RESEARCH CONCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep.** Washington, D.C.: National Academy Science, 1985. 99p.
- PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLET, B. et al. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.127-139, 1983.
- PINTO, F.M.; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. et al. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.439-447, 2001.

Recebido em: 03/10/02

Aceito em: 04/09/03