

# **SISTEMAS DE PASTEJO NA EXPLORAÇÃO PECUÁRIA BRASILEIRA**

**Carlos Guilherme Silveira Pedreira  
Sila Carneiro da Silva  
Gustavo José Braga  
João Menezes de Souza Neto  
André Fischer Sbrissia**

*Departamento de Zootecnia, USP-ESALQ, Piracicaba, SP*

## **Introdução**

A indústria pecuária nas regiões tropicais tem passado por mudanças importantes em tempos recentes. No Brasil o final do século XX foi marcado pela necessidade de reavaliação de postura e procedimento em diversos setores, em função da estabilidade econômica. Nesse contexto, o setor primário foi forçado a direcionar esforços para a tecnificação e para o aumento de eficiência do processo produtivo. Uma das atividades do setor que talvez tenham sido atingidas com mais intensidade foi a pecuária, que, no Brasil é essencialmente baseada no uso de pastagens.

Como em todos os setores, a busca por soluções para problemas que antes eram crônicos e assumidos como inerentes e inevitáveis, teve início com a conscientização de que sobrevivência era sinônimo de eficiência. Numa atividade em que escala de produção e margem de lucro têm que ser entendidas com exatidão, a demanda por tecnologia aumentou significativamente. Começou-se, em muitos casos, a discutir o "sistema" de produção animal e a entender a sua natureza multi-disciplinar e, aos poucos, aceita-se o fato de que custo baixo não é sinônimo de lucro máximo. Esses sistemas precisam sim ser retro-alimentados com investimento em recursos produtivos e tecnologia, e, ao mesmo tempo em que as pressões sociais e governamentais requerem a conscientização ecológica e o produto animal de qualidade, as econômicas demandam que sejam viáveis. Em uma palavra, deve haver sustentabilidade.

Nos países desenvolvidos, tais pressões têm, em anos recentes determinado grandes mudanças de procedimento na indústria pecuária. Sistemas intensivos de produção em confinamento têm sido associados a problemas de doenças e de poluição de mananciais e em muitas situações, a "volta aos pastos" está sendo conclamada. Isso coloca o setor produtivo diante do dilema de ter que manter os níveis de produtividade, estrutura de custos, gerenciamento dos sistemas etc, pelo menos em níveis semelhantes àqueles praticados nos sistemas confinados. Ocorre que, na pastagem, o manejo da alimentação que é crítico para o bom manejador de pastos, passa a ser todo

um novo universo para o pecuarista habituado a gerenciar ingredientes de rações. Embora o pasto pastejado seja a fonte de alimento mais barata para os rebanhos de ruminantes, a falta de conhecimento sobre como usá-lo, pode custar caro. Às vezes caro demais.

As literaturas científica e técnica são ricas em publicações sobre produção e manejo de pastagens, sobretudo no que diz respeito a espécies de clima temperado. Nos últimos anos, muito tem se avançado no campo das espécies tropicais. Sistemas de pastejo (entendidos como a combinação integrada dos componentes animal, planta, solo, clima, manejo, e mercado) têm sido concebidos e testados na tentativa de se chegar a receitas ótimas, mas logo se percebe que as individualidades de cada sistema, definem obrigatoriamente individualidades filosóficas na sua condução.

Dentre os componentes mais estudados os métodos de pastejo têm recebido grande atenção por parte da pesquisa. A diversidade de espécies de plantas forrageiras tropicais, aliada à diversidade de ambientes em que serão utilizadas, impossibilita a proposição de receitas para cada combinação. Assim, é fácil reconhecer que, mais importante do que saber "o que acontece", é mais importante saber "por que acontece", e, portanto, a adoção bem sucedida de tecnologia de manejo de pastagens passa obrigatoriamente pelo entendimento das bases biológicas que regem as respostas das plantas forrageiras às estratégias de desfolha (i.e., métodos de pastejo) dentro dos sistemas de produção.

### **Respostas morfofisiológicas de plantas forrageiras ao pastejo**

As funções primárias das plantas superiores são capturar a luz do sol para assegurar o suprimento de energia para crescimento e absorver água e nutrientes minerais do solo através de suas raízes. A morfologia da planta forrageira é adaptada para esses fins, mas também é influenciada pelas estratégias que garantem sua sobrevivência sob pastejo (Hodgson, 1990). A frequência e intensidade com que a comunidade de plantas é pastejada depende do manejo da pastagem (Lemaire & Chapman, 1996).

Uma vez que existem síntese e morte contínuas de tecidos numa pastagem em crescimento, todo material que não é colhido acaba morrendo e é perdido. Esta dinâmica de crescimento e morte pode ser origem de perdas consideráveis na produção. Numa pastagem cujo intervalo médio de aparecimento de folhas é de cerca de 10 dias e que mantém três folhas vivas por perfilho, por exemplo, uma quantidade equivalente à massa de folhas vivas de toda a pastagem senesce e é substituída a cada mês. Assim, em contraste com outras culturas que só são colhidas no final de seu ciclo, as pastagens devem ser colhidas regularmente (Nabinger, 1997). A maior contribuição para o acúmulo de massa seca das plantas vem do carbono assimilado através da fotossíntese. O total de carbono assimilado é conhecido como produtividade

primária bruta. Deste valor é subtraída a perda respiratória de manutenção e de crescimento de partes não colhíveis (e.g., órgãos subterrâneos), sendo a diferença entre esses valores conhecida como produtividade primária líquida, e este é o valor que realmente importa nos estudos de produtividade de culturas (Hopkins, 1995). Embora em plantas forrageiras, altas taxas fotossintéticas não sejam sinônimo de alta produção colhível (Parsons et al., 1983a; Johnson & Parsons, 1985), a quantificação e o entendimento do processo fotossintético são passos essenciais para entender os efeitos do manejo sobre a produtividade das pastagens (Parsons et al., 1988a), já que durante o pastejo há um conflito de interesses entre o animal e a planta. O pasto precisa manter área foliar para continuar crescendo, e as folhas são consumidas pelos animais. Este conflito torna-se mais evidente em pastagens mantidas sob lotação contínua (Parsons et al., 1983a).

O padrão de desfolha pode afetar a fotossíntese, pois altera a proporção de folhas de diferentes idades no pasto (Parsons et al., 1988a). Isto passa a ter importância à medida que folhas mais velhas têm o seu potencial fotossintético reduzido e, dependendo da intensidade da desfolha, ocorre uma exposição à luz de folhas com diferentes idades e, conseqüentemente, de diferentes capacidades fotossintéticas. Quando uma determinada proporção de folhas é removida de um perfilho, segue que durante a rebrota, no caso de lotação rotacionada, há um aumento na proporção de folhas novas de alta capacidade fotossintética (Parsons et al., 1988). Já no caso de lotação contínua as folhas novas é que estão sendo removidas em maior proporção. Isso poderia indicar que pastos sob lotação rotacionada teriam uma vantagem, em termos de assimilação fotossintética, em relação a pastos sob lotação contínua. No entanto a situação é um pouco mais complexa e, como será visto, existem fatores compensatórios que tendem a equilibrar essa situação.

### **Lotação contínua**

Uma das principais características de pastagens mantidas sob lotação contínua é sua capacidade de estimular o perfilhamento (Bircham e Hodgson, 1983; Parsons et al., 1983a). Parsons et al. (1983b) verificaram que pastagens de *Lolium perenne* mantidas com IAF próximo de 1 apresentaram aproximadamente 40000 perfilhos/m<sup>2</sup>, enquanto que pastagens mantidas sob lotação rotacionada, segundo Jones et al. (1982), têm cerca de 10000 a 15000 perfilhos.

A alta densidade populacional de perfilhos favorece a interceptação eficiente da luz, que é prerrogativa básica para altas taxas fotossintéticas. Numa pastagem sob lotação contínua, mantido um mesmo IAF, mantêm-se proporções relativamente constantes de folhas de diferentes idades no dossel. Na Tabela 1 encontra-se um resumo das diferentes categorias de folhas e de

suas respectivas contribuições para a fotossíntese num pasto de azevém mantido num IAF próximo de 1.

Tabela 1 - Contribuição de diferentes componentes do pasto para a área foliar e fotossíntese líquida de uma pastagem de *Lolium perenne* mantida em IAF próximo de 1. (F1, folha em crescimento; F2, folha mais jovem completamente expandida; F3, folha madura)

Categoria	Área foliar (%)	Fotossíntese líquida (%)	Eficiência fotossintética (g CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> (área foliar) h <sup>-1</sup> )
F1	16,2	38,3	2,2
F2	26,4	38,9	1,4
F3	20,3	17,5	0,8
Bainha	37,1	4,5	0,1

Adaptado de Parsons et al. (1983a).

As folhas que estão em crescimento (F1) e as mais jovens completamente expandidas (F2) contribuem com quase 42% da área foliar do dossel e sua contribuição é de quase 77% da fotossíntese da pastagem. De maneira contrária, a bainha corresponde a 37% da área foliar, sendo que sua contribuição para fotossíntese é menor que 5%.

Se as bainhas não fossem tão ineficientes do ponto de vista fotossintético, elas poderiam compensar a área de lâmina foliar reduzida (Parsons et al., 1983a) que se observa em pastagens sob lotação contínua mantidas num baixo IAF, pelo simples fato de que a bainha normalmente escapa da desfolha (De Lucia Silva, 1974). Esta compensação seria mais evidente em pastagens submetidas a um pastejo mais intenso, onde a interceptação de luz seria mais eficiente que em pastos submetidos a desfolhas mais lenientes. A baixa eficiência fotossintética das bainhas é explicada pelo fato de que as mais jovens estão circundadas por até 5 bainhas mais velhas (Parsons et al., 1983a), que interceptam maior quantidade de luz, mas podem estar mortas. Desta forma a boa cobertura de solo, característica de pastagens mantidas com IAF baixo, promove a interceptação de luz por tecidos que contribuem muito pouco para a fotossíntese. No entanto, pastagens mantidas num IAF baixo possuem folhas mais jovens que se formam sob altas intensidades luminosas, livres do sombreamento das folhas mais velhas e, portanto, possuem uma alta eficiência fotossintética (Woledge, 1973; Woledge, 1978).

A Figura 1 (Parsons et al., 1983b), mostra o balanço entre fotossíntese, consumo e perdas em pastos mantidos nas condições de IAF alto (3) e baixo (1). A fotossíntese bruta no pasto desfolhado lenientemente foi maior que no pasto desfolhado mais intensamente (300 vs. 209 kg de CH<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>). Apesar

disso, o consumo de forragem por hectare foi maior no pasto mantido num IAF baixo (38 vs. 53 kg CH<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>). Isso resultou num aproveitamento de 13% da fotossíntese bruta no pastejo leniente comparado com 25% no pastejo intenso.

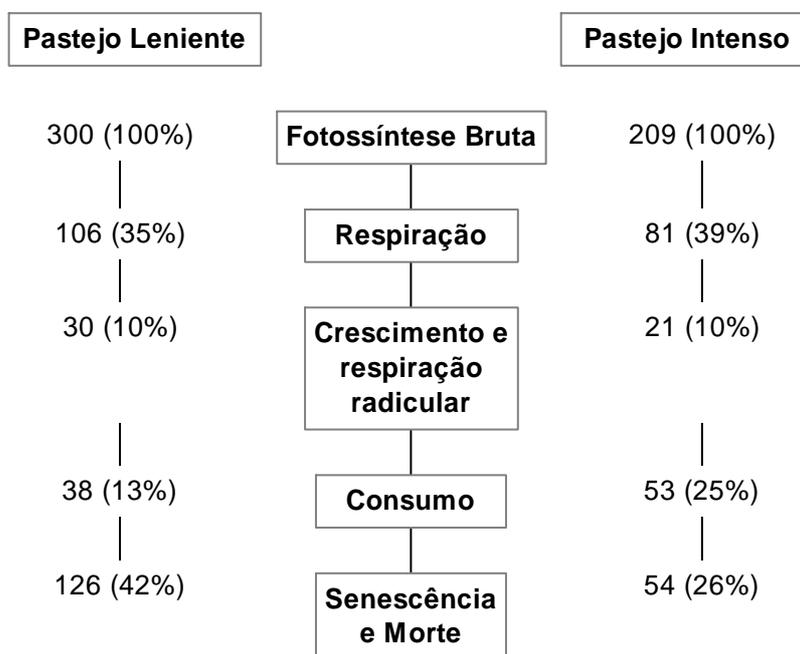


Figura 1 - Fluxo de carbono em pastagens de *Lolium perenne*, sob lotação contínua, submetidos a duas intensidades de desfolha. Adaptado de Parsons et al., (1983b). As unidades estão em kg de CH<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>.

A diferença entre as eficiências de pastejo não foi resultado de perdas diferentes do pasto por respiração ou partição de fotoassimilados para o sistema radicular. Embora uma maior quantidade de carbono tenha sido perdida através da respiração no pasto mais alto, a proporção da fotossíntese bruta utilizada para respiração foi similar (35% vs. 39%) em ambos os casos. Da mesma maneira a quantidade de carbono que foi para o sistema radicular também foi maior no pasto alto, apesar da proporção entre os dois ter sido similar (10%). A principal diferença entre os dois foi o fato de que o tecido produzido no pasto mais baixo foi rapidamente consumido. Isto é particularmente importante no caso do azevém que apresenta uma rápida taxa

de renovação de folhas que, se não forem colhidas, senescem e morrem (Hunt, 1965; Morris, 1969; Robson, 1973).

A produção de tecido no pastejo leniente foi substancialmente maior que no pastejo intenso (164 vs. 107 kg CH<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) (Figura 1), mas somente uma pequena porção do tecido produzido foi colhida. Já no pastejo mais intenso uma proporção maior foi colhida, gerando uma eficiência de utilização maior. Na pastagem mantida com o IAF mais elevado, a fotossíntese bruta está próxima do máximo. As perdas de material devido às taxas respiratórias são também próximas do máximo, embora a proporção entre respiração e fotossíntese, mantenha-se em torno de 45% para qualquer valor de IAF. Em valores altos de IAF a taxa de produção bruta de tecidos (também chamada de troca líquida de carbono ou produção líquida primária) é maximizada. No entanto, para manter esse alto IAF, apenas uma pequena proporção do tecido foliar produzido pode ser colhido, e uma alta proporção morre antes de ser colhido (Parsons e Chapman, 1998).

Essa situação parece ser conflitante com o que foi descrito nos estudos de Brougham (1956, 1958), que concluiu que a máxima taxa de acúmulo líquido ocorre quando um pasto em rebrota intercepta 95% da luz incidente. No entanto existem diferenças fundamentais entre a fisiologia de pastos em crescimento e aqueles mantidos num mesmo IAF (Parsons et al., 1983b). Numa pastagem em processo de rebrota (Figura 2), a taxa de produção de novos tecidos aumenta à medida que a fotossíntese bruta também aumenta. Nessa condição, ocorre um atraso entre a produção de tecidos e os processos de senescência e morte (Parsons et al., 1983b), ou seja, a senescência só começa a ocorrer a partir do ponto B (Figura 2), um pouco antes do dossel atingir a taxa máxima de acúmulo líquido. Assim, como observado por Brougham (1958), altas taxas de fotossíntese bruta estão associadas com máximas taxas de acúmulo líquido (ponto C na Figura 2), o que significa dizer produção potencialmente colhível sob corte ou lotação rotacionada.

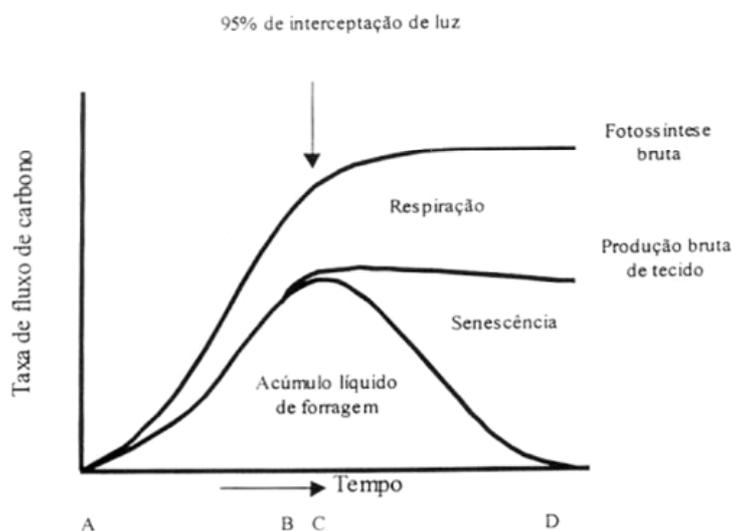


Figura 2 - Balanço entre a taxa de fotossíntese bruta, respiração, senescência e a taxa de acúmulo líquido de forragem num pasto em período de rebrota. Adaptado de Parsons (1980).

De maneira contrastante, num dossel mantido num IAF suficiente para interceptar quase toda luz incidente, não há vantagem entre a taxa de produção de tecido e a senescência foliar (Parsons et al., 1983b), já que um dossel mantido num IAF elevado, mesmo tendo alta taxa fotossintética e, conseqüentemente alta produção bruta de forragem, possui também uma alta taxa de senescência (a partir do ponto C na Figura 2). Além disso, se o dossel continuar crescendo, ou seja, interceptar quase toda luz incidente, a senescência aumenta a ponto de ser igual à produção bruta, o que significa acúmulo líquido de forragem igual a zero (ponto D na Figura 2).

Mantendo-se um dossel num IAF alto sob lotação contínua é inevitável que apenas uma pequena proporção do tecido produzido seja colhido, de tal forma que uma grande quantidade de material permanece no pasto para contribuir com a fotossíntese e, posteriormente, com a senescência foliar. Desta forma a quantidade de forragem consumida é baixa. Já na pastagem mantida sob IAF baixo o consumo é maior, mesmo sendo o dossel mantido num IAF menor que o requerido para 95% de interceptação de luz (Parsons et al., 1983b).

Na Figura 3 (Parsons et al., 1983b) é mostrada a relação entre os principais fatores fisiológicos interferindo na produção bruta e no consumo de forragem numa pastagem onde o dossel é mantido sob diferentes intensidades de pastejo. São aparentes as principais limitações de pastagens mantidas sob lotação contínua. Altas taxas fotossintéticas e altas taxas de produção bruta de tecidos não podem estar

associadas com alta produção colhível e alta eficiência de colheita. Conforme a intensidade de pastejo é aumentada, e o dossel é mantido num menor valor de IAF (Figura 3), o consumo de forragem por hectare aumenta, assim como uma maior proporção da forragem produzida é colhida.

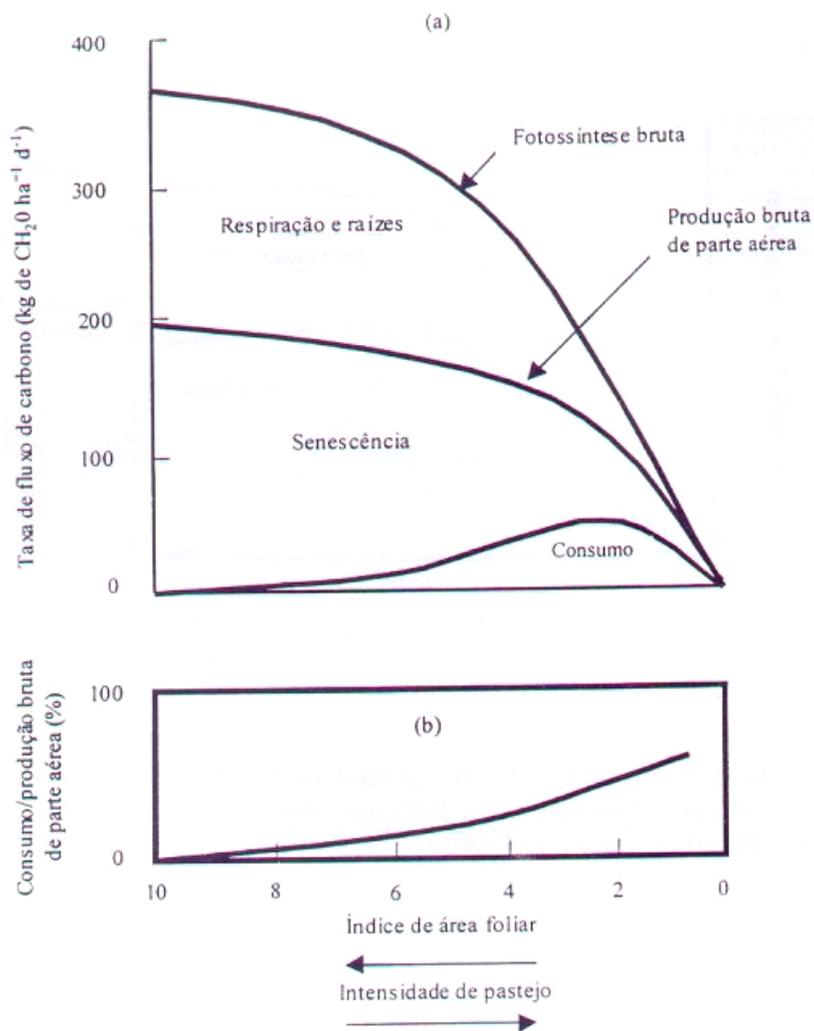


Figura 3 - Efeito da intensidade do pastejo (baseado no IAF médio que o pasto está sendo mantido) no balanço dos principais componentes fisiológicos que afetam o crescimento e a utilização de pastagens sob lotação contínua (Adaptado de Parsons et al., 1983b).

Assim sendo, devido principalmente à rápida renovação de folhas no pasto (Hunt, 1965; Davies, 1977), a maximização da produção por hectare (quantidade colhível) não depende da maximização da fotossíntese e da taxa de produção bruta de tecidos, pelo fato de que os pastos também apresentam alta taxa de senescência. A máxima produção colhível é conseguida num IAF abaixo do ótimo para produção de biomassa, mas que permite a melhor oportunidade de colheita de material vivo (Parsons et al., 1988).

### **Lotação rotacionada**

A capacidade fotossintética do dossel após uma desfolha depende da quantidade de área foliar residual e da capacidade fotossintética das folhas remanescentes. Num dossel que atingiu IAF elevado, as folhas que permanecem após o pastejo não são adaptadas à alta luminosidade incidente sobre elas, resultante da remoção das folhas superiores que as sombreavam, pois foram formadas em condições de baixa luminosidade (Prioul et al., 1980a,b) e temperatura (Robson et al., 1988). Desta forma, o IAF residual tem baixa capacidade fotossintética apesar da alta incidência de radiação. Como consequência, a rebrota inicial é lenta até que um número suficiente de folhas tenha se expandido e passe a contribuir substancialmente para a fotossíntese da cultura (Nabinger, 1997).

A quantidade de área foliar residual é função da intensidade da desfolha, determinada pelo resíduo pós-pastejo ou pela altura de corte no caso de uma desfolha mecânica. Numa desfolha severa, em que a maior parte do tecido fotossintetizante é removido, a fixação de carbono pode ser insuficiente para assegurar a manutenção dos tecidos remanescentes e para a síntese de nova área foliar. Nessa condição a produção de novas folhas necessita ser suportada pela mobilização de reservas. Uma vez que ocorrem "perdas" de carbono pela respiração, determinadas pela síntese dos novos tecidos, há uma perda inicial de massa de forragem (balanço de C negativo). Este balanço de carbono apenas se tornará positivo depois que a área foliar produzida a partir das reservas for suficiente para assimilar uma quantidade de carbono que exceda as perdas por respiração e senescência. Como resultado, quanto mais severa for a desfolha maior será a fase de balanço negativo de carbono (Parsons et al., 1988; Nabinger, 1997). Os carboidratos de reserva podem ser translocados de perfilhos não desfolhados para perfilhos desfolhados, e é razoável assumir que isto ajuda na recuperação do crescimento destes últimos. Segundo Hodgson (1990), provavelmente essa "ajuda" é mais importante sob lotação contínua, onde os perfilhos são pastejados individualmente ou em pequenas touceiras, do que sob pastejo intermitente onde a maior parte dos perfilhos no piquete é desfolhado num curto período de tempo. No método de lotação rotacionada, para qualquer valor de IAF, o pasto cresce mais rapidamente na rebrota do que no pastejo (período de ocupação). A redução

geral em termos de carbono acumulado é cerca de 22% e parece ser devida a dois fatores: a remoção de folhas jovens fotossinteticamente mais eficientes, deixando principalmente folhas velhas e ineficientes e ao distúrbio provocado pelo pisoteio dos animais que afeta a taxa de interceptação e consequentemente a taxa de fotossíntese (Grant e King, 1983).

Os trabalhos de Brougham (1956, 1958) mostraram bem o efeito da intensidade de desfolha sobre a restauração do IAF e a interceptação de luz. Nesses experimentos, um dossel com altura média de 22 cm foi desfolhado a 12,5; 7,5 ou 2,5 cm. Os resultados mostraram que a intensidade do pastejo determinou uma grande redução na quantidade de luz interceptada imediatamente após o corte e que um período de tempo maior foi necessário para a pastagem atingir um IAF capaz de interceptar a maior parte da radiação incidente. Trabalho de Parsons et al. (1988a) mostra o mesmo padrão de recuperação do IAF, e o efeito da intensidade de desfolha (Figura 4a) sobre a fotossíntese do dossel lembra a curva proposta por Brougham (1956, 1958) para a interceptação de luz. Em um dossel que sofreu desfolha severa (curva 2 da figura 4a), a taxa fotossintética é substancialmente reduzida e ocorre uma demora até que a taxa máxima de fotossíntese seja atingida. Numa desfolha mais leniente (curva 4), a taxa fotossintética é menos reduzida pela desfolha e a taxa fotossintética máxima é restabelecida rapidamente. Por outro lado, a intensidade de desfolha tem um efeito parecido sobre a taxa de senescência (Figura 4b). Sob desfolha severa (curva 2), a taxa fotossintética do dossel é substancialmente reduzida, e dessa maneira ocorre um atraso até que a senescência comece a aumentar. Sob desfolha mais leniente (linha 4) o efeito é semelhante àquele para a taxa de produção bruta, ou seja, a taxa máxima de senescência foliar é restabelecida de forma mais rápida.

A intensidade de desfolha tem um grande efeito sobre as taxas de crescimento (Figuras 4c e 4d). Como a taxa de senescência foliar é atrasada em relação à taxa de produção bruta de tecidos, a taxa de crescimento instantâneo ( $dw/dt$ ) (Figura 4c), é sempre positiva, o que leva a concluir que o dossel realiza, independente da desfolha, um acúmulo líquido positivo de forragem. A intensidade de desfolha tem efeito marcante também na taxa média de crescimento  $(W-W_0)/t$  (Figura 4d). Após uma desfolha severa a taxa média de crescimento aumenta drasticamente. No entanto, como descrito por Parsons e Penning (1988), a taxa média de crescimento sofre pouca alteração, mantendo-se em níveis altos após seu valor máximo ter sido atingido. Após uma desfolha intermediária, uma taxa média de crescimento alta também é mantida, embora isso ocorra num período mais curto de tempo. Já sob desfolhas mais lenientes, as taxas de crescimento não só são menores como também declinam com o passar do tempo.

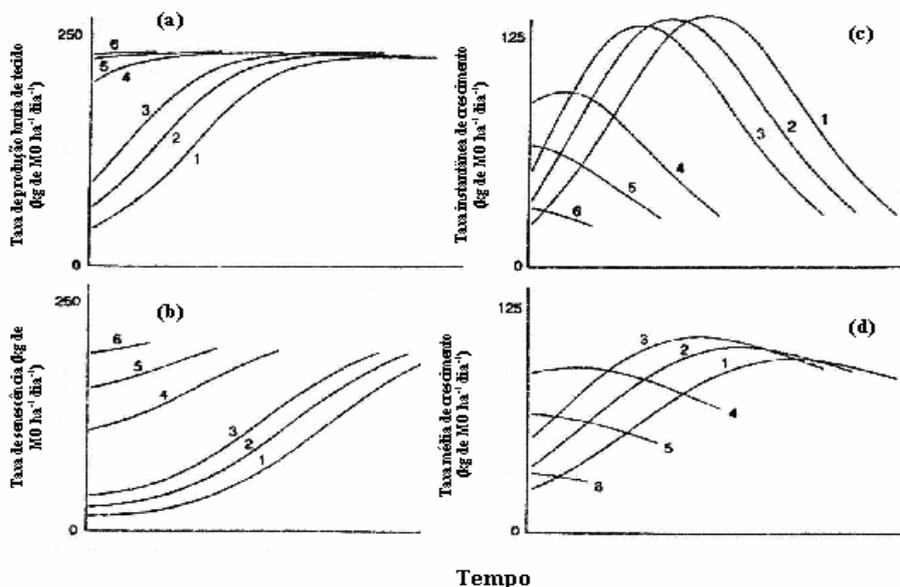


Figura 4 - Efeito da intensidade da desfolha sobre a taxa de produção bruta de tecido (a), taxa de senescência foliar (b), taxa de crescimento instantânea (c) e a taxa de crescimento médio (d) ao longo do tempo, considerando a rebrota iniciando de seis diferentes valores de IAF (0,5; 0,8; 1,1; 3,4; 5,3; 6,8 - numerados de 1 a 6, respectivamente). Adaptado de Parsons et al., (1988a).

Os padrões de mudança nos principais processos envolvidos durante o crescimento de uma pastagem foram descritos em detalhe usando pastagens no estágio vegetativo em ambiente controlado (McCree e Troughton, 1966; Robson, 1973). Os estudos realizados por Parsons e Penning (1988) corroboram esses resultados (Figura 5).

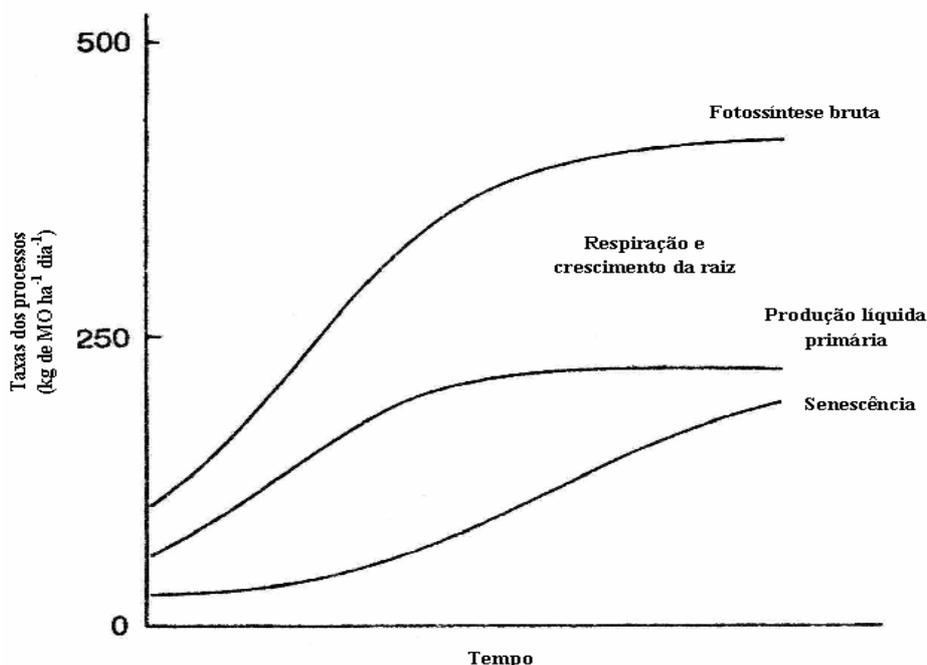


Figura 5 - Efeito da duração da rebrota sobre os principais processos envolvidos no acúmulo líquido de forragem: fotossíntese bruta; produção bruta de tecido e senescência. Adaptado de Parsons e Penning (1988).

A fotossíntese, e conseqüentemente a capacidade de produção bruta de tecido, aumentam rapidamente após a desfolha. Porém há um atraso entre um aumento correspondente na senescência foliar e, como resultado, há momentos onde altas taxas de produção bruta de tecido estão associadas a baixas taxas de morte de tecidos. Essa vantagem relativa da taxa de produção bruta sobre a taxa de senescência não implica, todavia, necessariamente numa maior capacidade produtiva (Parsons e Penning, 1988). Uma conseqüência imediata da defasagem temporal entre estes dois processos é que ocorre uma mudança na taxa de crescimento instantâneo ( $dw/dt$ ), que descreve a curva sigmóide de acúmulo líquido de forragem. Para maximizar a produção deve-se questionar como o prolongamento do período de rebrota afeta a taxa média de crescimento (Maeda e Yonetani, 1978; Watanabe et al., 1984). Isso é definido como o incremento líquido em peso ( $W-W_0$ ), dividido pelo tempo de rebrota. O

objetivo é colher a forragem quando a taxa média de crescimento for máxima (Parsons e Penning, 1988). O efeito da duração da rebrota sobre a taxa média de crescimento está mostrado na Figura 4(d). Após uma desfolha severa, a taxa média de crescimento aumenta rapidamente com um grande aumento também na taxa de crescimento instantâneo. Porém, nas últimas fases da rebrota, mudanças na taxa média de crescimento são resultantes das altas taxas de crescimento instantâneo verificadas no início da rebrota. Desta forma, até mesmo assumindo-se que toda forragem acumulada fosse colhida, a taxa média de produção líquida seria praticamente insensível às variações no período de rebrota após ter atingido seu valor máximo. Isto ocorre, principalmente, pelo fato de que a taxa máxima de crescimento médio ocorre após a taxa máxima de crescimento instantâneo e antes da massa máxima (Parsons e Penning, 1988). Embora seja possível, em teoria, identificar um momento ótimo para a colheita com a finalidade de atingir a taxa máxima de crescimento, é importante considerar como este conhecimento poderia ser aplicado na prática.

Em países de clima temperado tem sido intensificado o uso de variáveis-guia que descrevem, tão bem quanto possível (embora nenhuma delas individualmente o faça por completo) o que se convencionou chamar de "condições de dossel" (altura, massa, IAF, resíduo) quer seja na orientação do manejo ou caracterizações de tratamentos experimentais (Grant et al., 1988; Parsons e Penning, 1988; Smetham, 1995). Isto é importante para a definição da intensidade e da eficiência com que a pastagem está sendo colhida. Porém, no caso de lotação rotacionada, se não forem levadas em conta a produção e as perdas de tecido durante o período de rebrota, essas características são insuficientes para estimar o consumo de matéria seca pelos animais (Parsons et al., 1988).

Alguns parâmetros ecofisiológicos para se estipular o momento ideal de corte (ou pastejo), tais como, interceptação luminosa de 95% (Tainton, 1974; Korte et al., 1984) e início do aumento na taxa de senescência foliar (Hunt, 1965; Mares Martins, 1977) têm sido usados com algum sucesso. No entanto, como mostra o trabalho de Parsons e Penning (1988), a taxa média de crescimento é relativamente insensível à duração do período de rebrota após um período mínimo de descanso, razão pela qual a atenção deve ser voltada aos chamados aspectos de "estrutura" do pasto, em particular a relação haste/folha. Em geral, em principalmente em espécies de clima temperado, contrariamente à lotação contínua, desfolhas severas sob lotação rotacionada (baixo IAF residual) não são eficientes em controlar o desenvolvimento das hastes, principalmente quando o período de rebrota é muito longo. As hastes não só são difíceis de pastejar como também, em períodos de longa rebrota, a densidade populacional de perfilhos pode diminuir, prejudicando a rebrota subsequente da pastagem (Tainton, 1974; Smetham, 1995).

### **Os métodos de pastejo e a produtividade da pastagem**

Alguns trabalhos têm mostrado que cada um dos métodos de pastejo comumente utilizados possui vantagens relativas. No entanto, maior eficiência num dado processo tende a ser compensada, em maior ou menor grau, pela redução na eficiência em outros (Hodgson, 1990). Os trabalhos de Bircham e Hodgson (1984) e Grant e King (1984) mostraram que ajustes na taxa de crescimento por perfilho em resposta a mudanças no manejo, ocorreram mais rapidamente que mudanças na população de perfilhos. Além disso, o processo de auto-desbaste (*'self thinning'*) foi mais rápido que a reconstituição na população de perfilhos. Isto pode explicar, em parte, o reporte por Jones et al. (1982) de que pastagens sob lotação rotacionada possuíam uma menor densidade populacional de perfilhos quando comparadas àquelas sob lotação contínua. Por outro lado, pastagens sob lotação rotacionada apresentam maiores taxas fotossintéticas, durante o período de rebrota, quando comparadas a pastagens sob lotação contínua (Parsons e Penning, 1988). Isso é explicado pelo fato de que pastagens sob lotação contínua, mesmo possuindo alta densidade populacional de perfilhos, possuem pequena área de lâmina foliar com baixa eficiência fotossintética, pois as folhas mais novas é que são mais freqüentemente consumidas e grande parte dessa área foliar é formada por tecidos de baixa eficiência fotossintética, principalmente bainhas (Parsons, 1983a).

Reconhecidas as vantagens e limitações de cada um dos métodos pode-se, então, compara-los. É importante, no entanto, que se entenda de que maneira essa comparação pode ser feita. Segundo Parsons et al. (1988), a melhor forma seria plotar as taxas médias de crescimento em função de algum atributo que não variasse, dado qualquer valor para freqüência e intensidade de desfolha. Assim, utilizando modelos mecanísticos, esses autores relacionaram a taxa média de crescimento em função do seu IAF médio (Figura 6). Nesse cenário, para qualquer valor de freqüência e intensidade de desfolha existe apenas um valor para a taxa de crescimento e IAF médio.

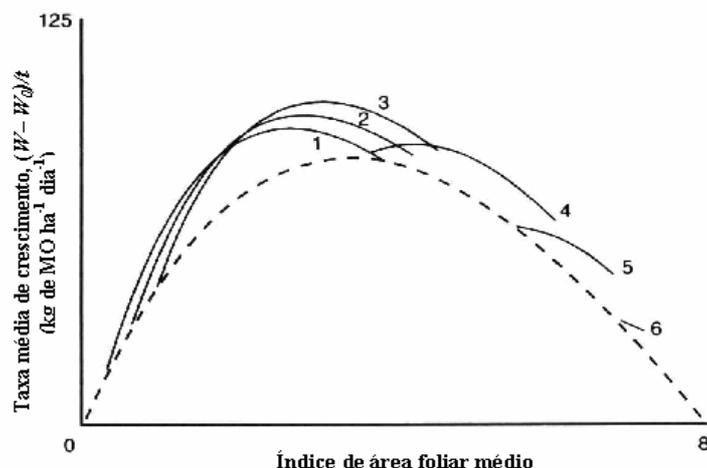


Figura 6 - Relação entre a taxa média de crescimento da pastagem e IAF médio sob lotação rotacionada rebrotando a partir de IAF de 0,5; 0,8; 1,1; 3,4; 5,3 e 6,8 (numeradas de 1 a 6, respectivamente) e uma pastagem sob diferentes valores médios de IAF sob lotação contínua. Adaptado de Parsons et al., (1988).

Desta forma, quando os métodos são comparados dentro de um mesmo critério (parâmetro), as produções em ambos são similares. Além disso, a máxima taxa de crescimento e o maior potencial de produção por hectare são atingidos, nos dois métodos, com um valor médio de IAF que é baixo, resultado de um equilíbrio ótimo entre a produção bruta de tecidos, taxa média de crescimento e taxa de senescência (Parsons et al., 1988). Esses mesmos autores estabeleceram uma relação funcional entre as taxas dos principais processos envolvidos no crescimento com o IAF médio do dossel (Figura 7). Existe similaridade das curvas com resultados previamente obtidos para lotação contínua (Bircham e Hodgson, 1983; Parsons et al., 1983a; Johnson e Parsons, 1985).

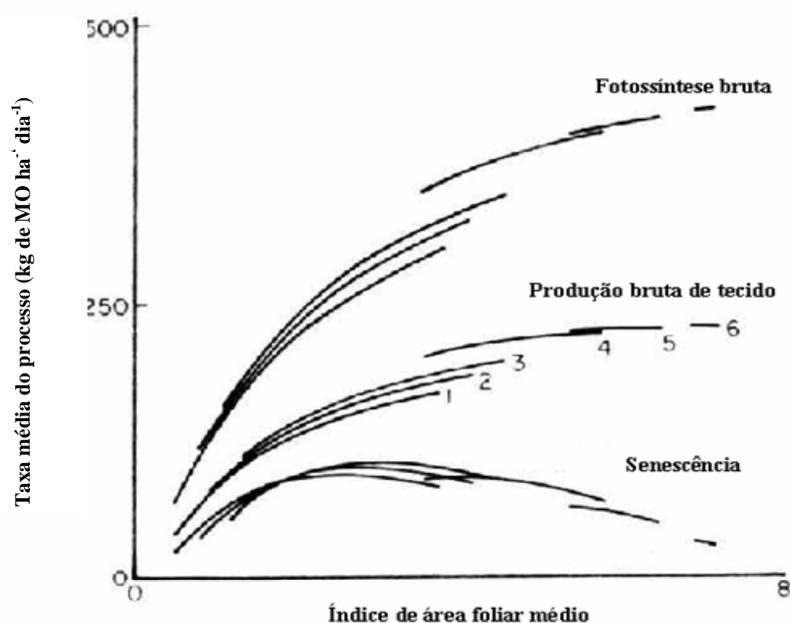


Figura 7 - Balanço entre fotossíntese bruta, produção bruta de tecido e a taxa média de crescimento da pastagem sob lotação rotacionada, baseados numa mesma variação de IAF médio. Os valores de 1 a 6 indicam, respectivamente, IAF residual igual a 0,5; 0,8; 1,1; 3,4; 5,3 e 6,8. Adaptado de Parsons et al., (1988).

Normalmente tem sido proposto que a defasagem temporal entre as variações na fotossíntese líquida e a taxa de morte foliar poderia beneficiar a produtividade sob lotação intermitente. É evidente que esse  $\Delta t$  causa um aumento na taxa de crescimento instantâneo ( $dw/dt$ ) num dado momento ou num determinado IAF, conforme o dossel tem seu IAF aumentado. Entretanto, isso simplesmente possibilita o aumento da massa total de forragem ( $W$ ) mas não em produção colhível (Parsons et al., 1988a). Isso pode conduzir a um aumento de até 20% em lotações intermitentes sobre a taxa média de crescimento  $(W - W_0)/t$  do dossel (Figura 6).

A produção máxima pode ser obtida no período que precede um aumento na taxa de mortalidade de folhas. Isto pode ser conseguido na prática conhecendo-se a taxa de aparecimento de folhas ou sua relação com a soma térmica do período (graus-dia), por exemplo. Para assegurar a rápida

restauração da área foliar e da fotossíntese, o dossel deve manter uma alta densidade populacional de perfilhos, e para evitar períodos de baixo potencial fotossintético observados durante o pastejo (King et al., 1984), os períodos de ocupação devem ser curtos (Parsons e Penning, 1988).

### **Eficiência de utilização da forragem sob pastejo**

A eficiência de utilização da forragem pode ser definida como a proporção da produção bruta que é removida pelos animais antes que se inicie o processo de senescência, a qual é função também da proporção do comprimento da lâmina que não é colhida pelo pastejo e senesce (Lemaire e Chapman, 1996). A otimização da eficiência de utilização da forragem depende de um entendimento do tempo de vida da folha na pastagem e dos fatores que influenciam a intensidade de desfolha. Como demonstrado por Mazzanti e Lemaire (1994), a proporção do comprimento da folha que escapa do pastejo e eventualmente senesce, pode ser estimada pela proporção entre o tempo de vida das folhas e o intervalo de desfolha, o qual determina o número máximo de vezes que uma folha pode ser removida. Sob lotação contínua, a proporção do comprimento da folha removida a cada desfolha é relativamente constante, sendo, segundo Mazzanti e Lemaire (1994), em torno de 50%. Por exemplo, considerando um tempo de vida médio de 40 dias para a *Festuca arundinacea* e um intervalo médio de desfolha de 20 dias, espera-se uma eficiência teórica de utilização máxima de 75%. Esse valor é consistente com a máxima eficiência de utilização obtida por Mazzanti e Lemaire (1994) de 73% em pastagens de festuca sob lotação contínua. Esses autores mostraram também que a deficiência de nitrogênio resultou em baixa utilização da forragem (57%) quando comparado com os 73% obtidos com o suprimento ótimo de N. Isto é explicado pelo fato de que com um baixo suprimento de N o intervalo de desfolha é maior (28 dias contra 20 dias no suprimento ótimo de N) como consequência da menor taxa de lotação utilizada para manter o pasto no mesmo IAF. Desta forma é possível inferir que, em pastagens mantidas num IAF constante sob lotação contínua, qualquer redução na produção de tecido foliar causada por deficiência no suprimento de N, causará redução na taxa de lotação, que por sua vez, contribuirá para menor eficiência de utilização da forragem (Figura 8).

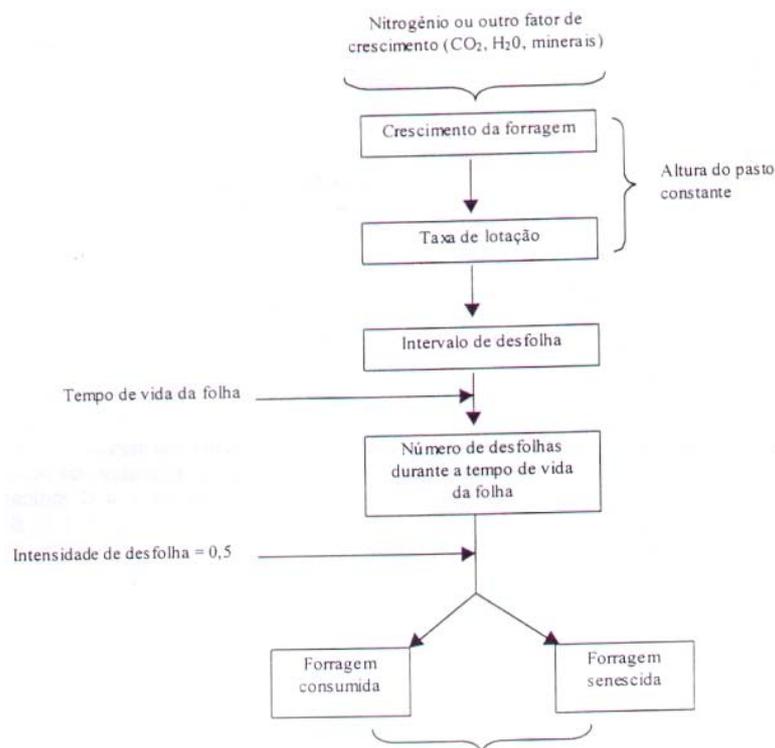


Figura 8 - Representação esquemática do efeito do suprimento de fatores de crescimento na eficiência de utilização de forragem sob lotação contínua (Adaptado de Mazzanti e Lemaire, 1994).

Segundo Lemaire e Chapman (1996) a magnitude dessa redução na eficiência de utilização é dependente do tempo de vida das folhas das diferentes espécies de gramíneas, e isto deve ser considerado quando do planejamento de sistemas que visem otimizar a eficiência de colheita. Esses mesmos autores afirmaram que, teoricamente, a redução na eficiência de pastejo induzida pela diminuição no crescimento e, conseqüentemente, na taxa de lotação, poderia ser maior para espécies com um curto período de vida das folhas.

Sob lotação intermitente, a freqüência de desfolha é determinada pela freqüência com que se move os animais de um piquete para outro, o que, por sua vez, é função do tamanho do piquete, do número de piquetes, da taxa acúmulo líquido e da taxa de lotação (Lemaire e Chapman, 1996). Assim, nesse método de colheita da forragem, a duração média do período de descanso pode ser ajustada de forma a

minimizar a perda de tecidos foliares devido à senescência, desde que a taxa de lotação e a duração do período de pastejo sejam suficientes para remover a máxima proporção da forragem acumulada. Nesse método, pode ser possível manter uma alta eficiência de utilização apesar da diminuição no crescimento e, por conseqüência, na taxa de lotação. Desta forma, a redução na taxa de lotação que resulta na extensificação do sistema pode levar ao uso da lotação rotacionada com um apropriado período de descanso (mais curto que a duração média de vida da folha) no lugar de um sistema que use lotação contínua. Na lotação rotacionada pode ser possível manter um equilíbrio estável entre consumo da forragem e o crescimento e assim evitar o acúmulo excessivo de material senescente e o desenvolvimento de áreas de rejeição com alto conteúdo de material morto. A senescência, ainda assim, é algo inevitável em função da necessidade de se priorizar a produção animal, o que conduz necessariamente a ofertas de forragem muito acima da capacidade de ingestão do animal (Nabinger, 1997). Na Tabela 2 são mostradas as eficiências globais do uso de lotação rotacionada (Parsons e Penning, 1988) e lotação contínua (Leafe et al., 1974 e Parsons et al., 1983a,b) na mesma área e sob as mesmas condições, na Inglaterra. O total de carbono assimilado pela fotossíntese na duração média de rebrota (19-23 dias - azevém) é maior que os valores obtidos sob regime de corte. A proporção da fotossíntese bruta utilizada para respiração de manutenção e crescimento da planta e respiração das raízes já foi mostrada em vários estudos com diferentes tipos de manejo (Robson, 1973; Leafe et al., 1974; Parsons et al., 1983a,b) ser próxima de 50%. Além disso, é feita uma estimativa da produção bruta de tecido assumindo-se que uma proporção similar da fotossíntese bruta seja consumida por estas vias, quer seja sob corte ou pastejo (Parsons e Penning, 1988).

Tabela 2 - Comparação da eficiência global de produção sob corte (não freqüente e intenso (IAF 1)), lotação contínua num IAF de 1 (intenso) e 3 (leniente) e lotação rotacionada com três períodos de rebrota (curta - 12-13 dias), (média - 19-23 dias) e longa (30-34 dias) para o azevém perene. Os números entre parênteses indicam a eficiência de utilização da forragem

Manejo	Lotação contínua			Lotação rotacionada		
	Corte	Intenso	Leniente	Curta	Média	Longa
(a) Fotossíntese bruta	60,0	37,6	54,0	48,6	62,0	69,1
(b) Produção bruta de tecido (estimado)	30,0	18,8	27,0	24,3	31,0	34,5
(c) Produção:						
Corte (t/ha)	12-15			9,8	13,2	15,5
Pastejo (t/ha)		9,6	6,9	9,6	9,4	10,2
Eficiência de colheita:						
c/a(%)	20-25	25,5	12,7	19,7	15,1 (21,2)	14,7
c/b(%)	40-50	51,0	25,5	39,5	30,2 (42,5)	29,5

Fonte: Adaptado de Parsons e Penning (1988).

Sob corte, normalmente tem-se obtido algo em torno de 12-15 t de MO ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Leafe et al., 1974; Morrison et al., 1980) para aquele ambiente e aquela espécie. Isso representa uma eficiência máxima de utilização de 25% da fotossíntese bruta e 50% da produção bruta estimada. A quantidade colhida por pastejo na rotação média (a mais freqüentemente usada em países de clima temperado) é igual à obtida na mesma pastagem sob lotação contínua. Sob lotação contínua, a baixa produção obtida, em relação aos cortes, não é resultado de uma menor eficiência de colheita, mas sim de uma menor taxa de produção bruta (Parsons et al., 1983a). Sob lotação rotacionada, entretanto, há uma clara oportunidade de se atingir maiores potenciais de produção. No entanto, convém lembrar que quando uma grande proporção desta produção é de hastes, como na rotação média e longa (Tabela 2), a lotação rotacionada pode ser, paradoxalmente, tida como menos eficiente, já que os animais podem relutar em consumir hastes. Embora o potencial de produção aumente com o período de rebrota, a eficiência global do processo diminui.

### **Frequência e intensidade de desfolha**

Sob lotação rotacionada onde os animais pastejam por um período que varia de 12 a 72 horas, a freqüência de desfolha está intimamente relacionada com o intervalo de desfolha, o qual é determinado pelo sistema de produção da fazenda como um todo. A intensidade de desfolha em tais sistemas pode ser expressa como a proporção do comprimento inicial de folhas que foi removida até o fim do período de ocupação. Isso é verdade em situações onde o período de pastejo é suficientemente curto para que se possa ignorar o processo de crescimento durante o período de pastejo. A intensidade de desfolha depende diretamente da taxa de lotação e da duração do período de pastejo, que são dependentes do tipo de manejo adotado (Lemaire e Chapman, 1996).

Wade (1991) estudou a freqüência de desfolha de perfilhos individuais em três métodos de pastejo (em faixas, lotação rotacionada e lotação contínua). Suas observações permitiram concluir que as relações entre freqüência de desfolha e densidade de lotação verificadas por Wade e Baker (1979) em lotação contínua permaneceram válidas para lotações intermitentes. A recíproca do intervalo médio entre duas desfolhas sucessivas do mesmo perfilho equipara-se à proporção de tecido pastejado a cada dia, o qual, por sua vez, pode ser interpretado como a proporção da área do pasto que foi pastejada pelos animais naquele dia (Wade et al., 1989). Desta forma, foi possível mostrar que num pastejo em faixas, com uma densidade de lotação de aproximadamente  $150 \times 10^3$  kg de peso vivo (PV) ha<sup>-1</sup>, toda área de pasto disponível aos animais foi pastejada em quatro ocasiões no dia (400% da área pastejada no dia), enquanto que sob lotação contínua (taxa de lotação variando de  $1,3 \times 10^3$  a  $8,1 \times 10^3$  kg de PV ha<sup>-1</sup>), apenas 6 a 20% da área foi pastejada

a cada dia (Figura 9). Sob lotação contínua, a área pastejada por dia foi aproximadamente igual a intervalos de desfolha de 5 a 16 dias, valores estes que estão dentro das variações relacionadas por diversos autores para *Lolium perenne* (Hodgson, 1966; Hodgson e Ollerenshaw, 1969; Barthram e Grant, 1984) e para *Festuca arundinacea* (Mazzanti e Lemaire, 1994). Apesar dos manejos aparentemente contrastantes, os pontos estão dentro de uma mesma reta, refletindo apenas a proporção da área pastejada em função da taxa de lotação.

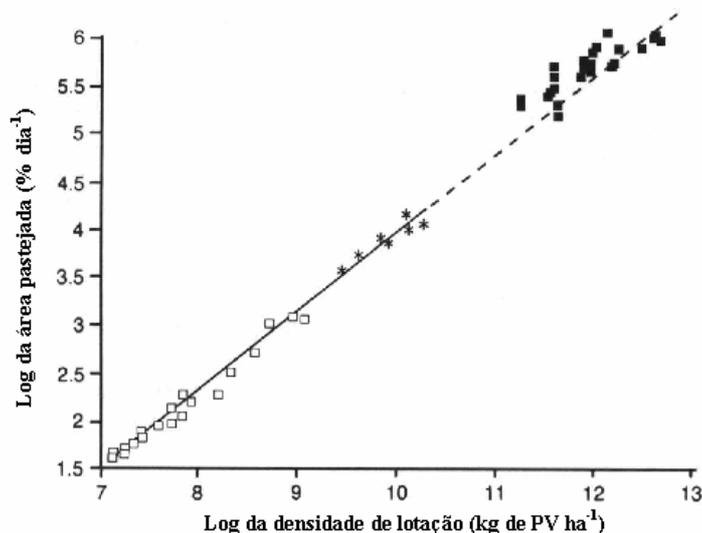


Figura 9 - Relação entre a área pastejada por dia e a densidade de lotação em pastagens sob lotação contínua ( □ rotacionada (Δ) e em faixas (v). PV, Peso vivo. Adaptado de Wade (1991).

Mazzanti e Lemaire (1994) mostraram que a frequência de desfolha depende principalmente da taxa de lotação. Esses autores verificaram que as diferenças na frequência de desfolha em *Festuca arundinacea* (sob lotação contínua) submetida a diferentes doses de N não foram devidas à adubação nitrogenada, mas sim a uma maior taxa de lotação exigida nos tratamentos com maiores níveis de N a fim manter o mesmo índice de área foliar, e que a intensidade média de desfolha é uma proporção relativamente constante (35%) do comprimento do perfilho (Figura 10). Aqui também é possível visualizar os métodos com sendo diferentes pontos de um mesmo "continuum" de resposta e não como processos diferentes como tem sido assumido genericamente (Lemaire e Chapman, 1996).

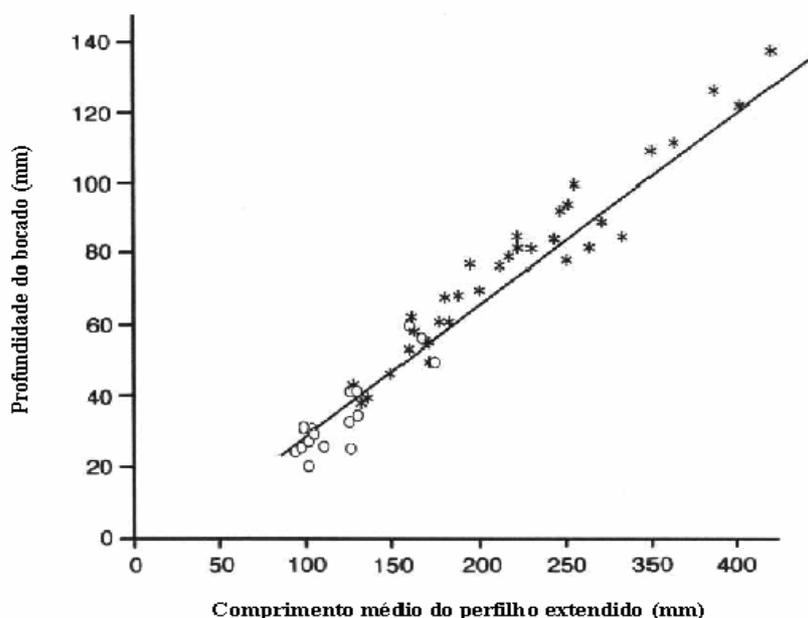


Figura 10 - Relação entre a profundidade do bocado e o tamanho do perfilho estendido em pastagem sob lotação contínua (O) e rotacionada (T). Adaptado de Wade (1991).

**Aplicação de conceitos: Métodos de pastejo e algumas de suas implicações práticas sobre o potencial produtivo dos sistemas de produção animal**

O principal objetivo de um sistema de produção animal em pastagens, independente do método de pastejo utilizado, é obter lucro. Nenhuma operação de manejo tem sentido se o fluxo de caixa for negativo. O método a ser utilizado deve ser operacional e flexível o suficiente para proporcionar vantagens de seu uso e reduzir riscos, entre os quais aqueles influenciados pelas condições climáticas (Rouquette Jr., 1993). O manejador deve ter familiaridade com as adversidades climáticas, e com os padrões de precipitação e temperatura. Estas ocorrências influenciarão o crescimento da forragem e os períodos de pastejo onde podem ocorrer sub- e super pastejo. Na maioria dos sistemas, há uma faixa de tempo limitada onde a taxa de lotação está equiparada à produção de forragem. Desfolha excessiva ou superpastejo seguido de um seca prolongada podem reduzir os recursos

forrageiros por vários anos. Além do clima, a produtividade do pasto está influenciada pelas condições de solo e a fertilidade da área e seu manejo podem influenciar o ajuste da taxa de lotação (Rouquette Jr., 1993). Qualquer que seja o método de pastejo, ele conceitualmente implica num certo grau de controle sobre o pasto e os animais. Dois dos principais métodos de pastejo são a lotação contínua e a lotação rotacionada, que, para o manejador representam "pacotes" contrastantes de manejo da pastagem, no que diz respeito ao aspecto organizacional do sistema.

Bransby (1991) afirmou haver alguns benefícios quanto ao uso da lotação rotacionada em relação à lotação contínua mas cuidados devem ser tomados quanto à variação experimental encontradas na literatura, pois evidências de trabalhos bem delineados mostram pouco ou nenhum benefício quanto ao pastejo rotacionado. A principal vantagem da lotação rotacionada é a maior taxa de lotação possível de ser obtida, mas, em muitos casos, esta vantagem é neutralizada por uma redução do desempenho animal.

Matches e Burns (1995) mencionaram que, em geral, nas regiões temperadas, uma resposta animal por área de 8-10% maior é obtida na lotação rotacionada quando comparada à lotação contínua. Nos trópicos, em sistemas com desempenhos animais menores, a lotação contínua pode ser superior à rotacionada. As diferenças relativas às vantagens de um método em relação a outro são prejudicadas por deficiências nos trabalhos de pesquisas que os comparam, que frequentemente envolvem apenas um nível de taxa de lotação, oferta de forragem ou pressão de pastejo para cada método e estes fatores podem ter seus efeitos confundidos com os do método de pastejo empregado. Há um número elevado de variações no pastejo com lotação rotacionada (incluindo número de piquetes, frequência, etc.) que podem influenciar o resultado deste método de pastejo numa comparação com a lotação contínua (Bransby, 1991; Matches e Burns, 1995; Rodrigues e Reis, 1997).

As principais vantagens da lotação rotacionada são o aumento da taxa de lotação, redução da seleção e de áreas de pastejo desuniforme no piquete, aumento da sobrevivência de espécies e consorciações de plantas que não toleram o pastejo de lotação contínua, oportunidade de conservação de mais forragem e maior tempo de utilização da forragem (Bransby, 1991; Matches e Burns, 1995). A melhor capacidade de suporte é uma consequência da maior produção de forragem devido ao aumento do intervalo de desfolhações. Esta prática aumenta a produção mas força o animal a comer toda a planta, resultando em dietas de menor valor nutritivo e menor ganho de peso. O pastejo mais uniforme é feito às custas de menor desempenho animal. O resultado líquido é que a diferença no ganho por área torna-se muito pequena ou indiferente (Bransby, 1991). Sob lotação rotacionada, o excesso de forragem pode ser conservado como feno ou silagem para ser usado quando houver escassez de forragem. A intensificação da produção de forragem através do uso da lotação rotacionada não adiciona mais produtividade no

período de crescimento mas pode haver um aumento de 11-22% na colheita por hectare de nutrientes digestíveis totais (NDT) (Pigden e Greenshieds, citados por Matches e Burns, 1995). O aumento da proporção de forragem ofertada que é consumida em cada piquete, ou seja, sua eficiência de utilização, geralmente favorece altas produções animais por hectare. Perdas devido ao pisoteio, morte, e decomposição de forragem não pastejada são reduzidas com mais pastejos (Matches e Burns, 1995).

A lotação rotacionada proporciona uma forragem com características qualitativas variáveis, quando o período de ocupação do piquete é maior que um dia. Há um declínio constante e diário no valor nutritivo da forragem presente no piquete (Blaser et al. citados; Matches e Burns, 1995). Num primeiro momento, na entrada dos animais ao piquete, estes têm acesso a uma forragem com elevada quantidade de folhas, de alta qualidade. A forragem remanescente nos dias sucessivos tem sua composição morfológica continuamente alterada e seu valor nutritivo progressivamente diminuído, com maior proporção de hastes, e valor nutritivo inferior ao do dia anterior.

Nas condições do Brasil central, geralmente, pastejo de lotação contínua ocorre em áreas maiores e mais extensivas, porém também é utilizado em propriedades de produção intensiva onde há pastos menores. A taxa de lotação pode ser fixa ou variável durante a estação de crescimento (Matches e Burns, 1995). Este método de pastejo apresenta um menor investimento em cercas e aguadas além de, em teoria, exigir menor número de decisões de manejo, o que tornaria mais fácil a sua aplicação correta. A lotação contínua proporciona ao rebanho uma melhor oportunidade de seleção de forragem durante o pastejo e, se isso for possível, a possibilidade de seleção frequentemente resulta em melhor desempenho animal que aqueles proporcionados pela lotação rotacionada. Quando a lotação contínua é utilizada trabalhando-se com taxa de lotação variável reduz-se a severidade do aparecimento de áreas de sub e superpastejo.

As maiores limitações normalmente atribuídas ao método de lotação contínua são sua menor capacidade de suporte devido a desfolhas mais frequentes, maior seletividade de forragem e desuniformidade de pastejo e menor persistência de espécies que são sensíveis à desfolhação frequente. A menor taxa de lotação pode ser uma observação válida mas ela é compensada por um melhor desempenho animal, resultando em ganhos por área semelhantes ao pastejo rotacionado com taxas de lotação menores. A desuniformidade de pastejo resulta de uma maior seleção que é o que proporciona melhor desempenho animal. A persistência de espécies em lotação contínua pode ser conseguida com espécies mais adaptadas e com ajustes da taxa de lotação para adequar altura e frequência de desfolhações Bransby (1991).

O método de lotação rotacionada é preconizado como mais eficiente que o de lotação contínua, por promover uma maior e mais vantajosa produção

animal, o aumento da eficiência de utilização da pastagem e melhor controle de parasitas. Os resultados práticos, no entanto, mostram que o desempenho animal é variável, podendo ser maior, ou menor, ou ainda sem diferenças, parecendo que o principal efeito é um aumento da capacidade de suporte. Kee et al. (1991) compararam os dois métodos com num trabalho de pastejo de capim-bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] cv. Tifton 44, por 2 anos e observaram que no primeiro ano, quando houve melhor condição climática e maior precipitação, o desempenho animal foi melhor em menores taxas de lotação, quando o método de pastejo era de lotação contínua e o inverso, quando o método de pastejo era de lotação rotacionada e não observaram diferenças entre os métodos no segundo ano, quando as condições climáticas, com menor precipitação, não foram favoráveis a um bom crescimento da forrageira (Figura 11). Além disso, a utilização foi mais afetada pela taxa de lotação que pelo método de pastejo. No primeiro ano, quando as chuvas favoreceram um crescimento mais vigoroso da forragem, as características qualitativas foram melhores sob lotação contínua, com taxas de lotação menores e quando as taxas de lotação eram maiores no rotacionado. Quando o crescimento foi limitado pela seca não houve diferença entre os métodos. A conclusão a que os autores chegaram é que a taxa de lotação e a condição climática (chuvas) são mais importantes que o método de pastejo.

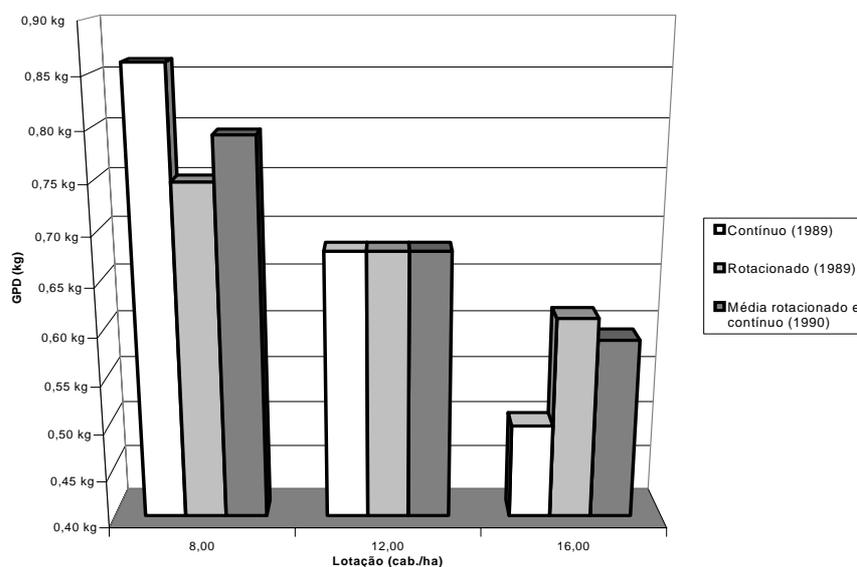


Figura 11 - Ganho de peso em função do método de pastejo em diferentes taxas de lotação, em 2 anos de experimentação (Kee et al., 1991).

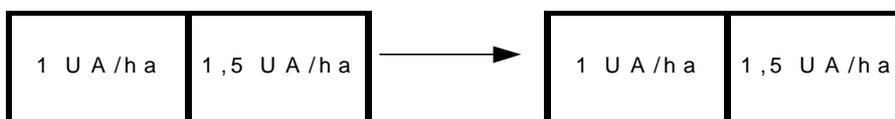
No sul dos EUA, Rouquette Jr. (1993) afirmou que a lotação rotacionada não se mostrou sempre viável economicamente em pastagens de gramíneas perenes, de crescimento na estação quente, quando foi utilizada a taxa de lotação variável. Naquele cenário, as pastagens não respondem aos propósitos idealizados do pastejo rotacionado mas sim conferem melhor flexibilidade no tocante a atender à demanda animal com um suprimento adequado de forragem. Segundo aquele autor, o método de lotação rotacionada pode elevar a produção por área somente em pastagens que são capazes de produzir uma adequada quantidade de forragem de elevado valor nutricional.

O método de pastejo, para ser eficiente com um balanço adequado entre a quantidade e a qualidade de forragem, e maior eficiência de utilização pelo animal deve idealmente ser combinado com a adoção da taxa de lotação variável. Isso pode ser feito tanto em lotação rotacionada como em lotação contínua mas requer múltiplos pastos na propriedade. Animais e forragem devem interagir de forma complementar as necessidades de cada um, o que implica em que as práticas de movimentação do rebanho entre as pastagens, ocorram sempre que necessárias e justificadas, em função das necessidades da planta e animal e não em função de um calendário ou épocas de mudanças programadas. O manejador deve tomar decisões regularmente, unindo práticas de melhoria da produção de forragem com os requerimentos animais (Rouquette Jr., 1993).

A produção de carne ou leite nos diferentes métodos de pastejo poderá ser satisfatória e semelhante em qualquer sistema se houver quantidade e qualidade de forragem. Escolhas baseadas no conhecimento da biologia da espécie forrageira e do tipo de animal e desempenho desejado são necessários para tomar as decisões acertadas. A escolha do método de pastejo também deve considerar a prática de manejo e habilidade do produtor em avaliar as plantas forrageiras e a resposta animal o tempo todo (Matches e Burns, 1995). A sofisticação que envolve certos sistemas, muitas vezes desnecessária, exigindo constante acompanhamento técnico, além de frequentes decisões de manejo, é frequentemente o fator limitante a sua adoção, uma vez que resultados semelhantes podem ser obtidos por processos mais simples e de menor custo (Rodrigues e Reis, 1997). As plantas para pastejo diferem em morfologia, qualidade inerente, taxa de declínio do valor nutritivo, e persistência sob desfolhação. Espécies cespitosas, de porte alto, normalmente adaptam-se melhor à desfolha intermitente característica da lotação rotacionada, enquanto que espécies de porte baixo, prostradas ou estoloníferas, são mais usadas sob lotação contínua (Rodrigues e Reis, 1997). Estas diferenças, além da estação de crescimento adequada, unidas com o manejo dos animais e fatores como época de parição, intervalo entre partos, idade de desmama, e condição animal, definem a flexibilidade de manejo que deverá ser possível para obter a resposta animal desejada.

Os métodos de pastejo apresentam variação dentro do mesmo prática de pastejo. A lotação contínua pode ser utilizada com taxa de lotação fixa (Figura 12a) ou variável (Figura 12b). Os animais têm acesso a toda a área de pastejo e a taxa de lotação pode variar ou não em função do manejo e da estacionalidade de produção.

(a) P astejo de lotação contínua (taxa de lotação fixa).



(b) P astejo de lotação contínua (taxa de lotação variável)

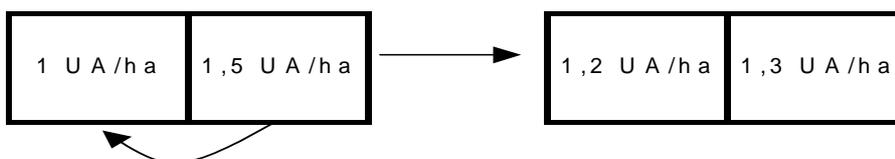
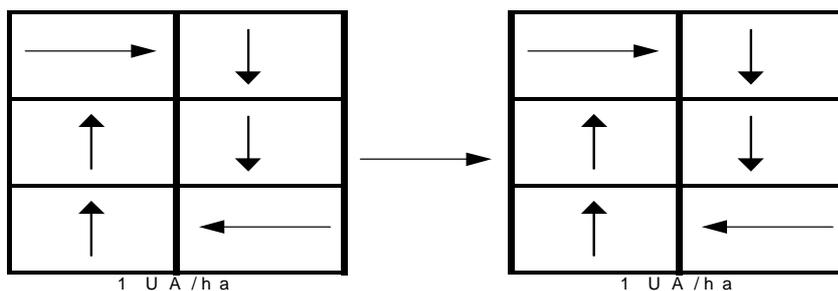


Figura 12 - Pastejo de lotação contínua, com taxa de lotação fixa e variável (Adaptado de Matches e Burns, 1995).

Na lotação rotacionada tem-se um maior número de variações, ou modalidades, o "rotacionado convencional" (Figura 13) onde os animais ficam em um piquete por um tempo, período de ocupação, e são então mudados para outro piquete e após outro período de ocupação são mudados novamente de piquete e assim sucessivamente até voltarem no primeiro piquete após um período, tempo em que os animais ficaram nos demais piquetes, que é o período de descanso. Uma variação desse método o pastejo em faixa (Figura 14a), onde os animais têm acesso restrito dentro do piquete, e com movimentação de cercas, o animal vai pastejando faixas restritas da área do piquete. Este método, usado em sistemas mais intensivos, principalmente em pecuária de leite, é preconizado em propriedades onde a qualidade do manejo é elevada, com o objetivo de aumentar a eficiência de utilização da forragem. A lotação rotacionada convencional e o pastejo em faixa melhoram a produção por área, enquanto com lotação contínua há um favorecimento da quantidade de gordura no leite (Tabela 3). Esses resultados demonstram que uma utilização mais intensiva da forragem favorece a produção por área (resposta quantitativa) enquanto que um pastejo mais seletivo favorece a composição do leite (resposta qualitativa).

(a) P a s t e j o d e l o t a ç ã o r o t a c i o n a d a ( t a x a d e l o t a ç ã o f i x a ) .



(b) P a s t e j o d e l o t a ç ã o r o t a c i o n a d a ( t a x a d e l o t a ç ã o v a r i á v e l ) .

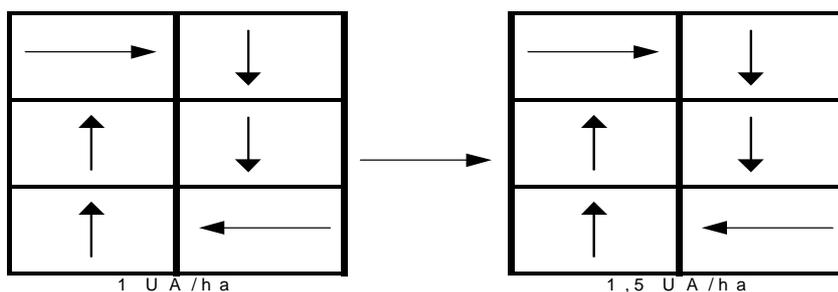


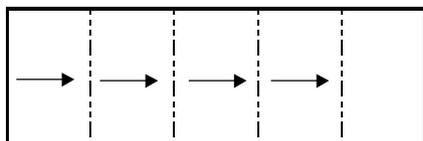
Figura 13 - P a s t e j o d e l o t a ç ã o r o t a c i o n a d a , c o m t a x a d e l o t a ç ã o f i x a e v a r i á v e l ( A d a p t a d o d e M a t c h e s e B u r n s , 1 9 9 5 ) .

Tabela 3 - P r o d u ç ã o d e l e i t e e c o n c e n t r a ç ã o d e g o r d u r a n o l e i t e e m r e s p o s t a a o m é t o d o d e p a s t e j o ( C a s t l e e W a t s o n , c i t a d o s M a t c h e s e B u r n s , 1 9 9 5 ) .

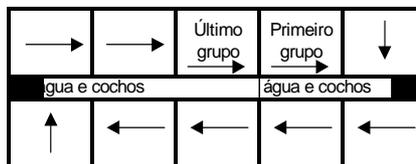
Método	Produção de leite (kg/vaca/dia)					Leite	
	Semana (1-5)	Semana (6-10)	Semana (11-15)	Semana (16-20)	20 Semanas (média)	kg/ha	Gordura (%)
Em faixa	21,9	18,9	17,4	12,5	17,7	12.400	3,59
Rotacionado convencional	23,7	20,0	16,3	11,6	17,9	15.500	3,54
Contínuo	23,9	19,5	14,5	8,5	16,6	11.500	4,20

Uma outra variação da lotação rotacionada é o "pastejo primeiro-último" ou "de ponta" (Figura 14b) onde um lote de animais, normalmente de maior exigência, pasteja primeiro o piquete e em seguida um outro lote de menor exigência, pasteja a mesma área. Somente após o pastejo do segundo lote é que inicia o período de descanso do piquete.

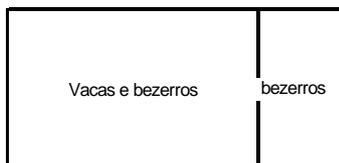
(a) Pastejo de lotação rotacionada, em faixa.



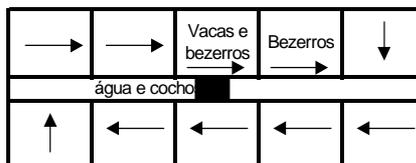
(b) Pastejo de primeiro-último



(c) Creep grazing



(d) Creep grazing avançado



(e) Pasto diferido

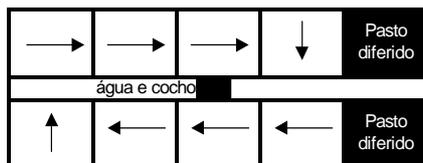


Figura 14 - Métodos de pastejo (Adaptado de Matches e Burns, 1995).

Este método permite favorecer uma categoria animal de maior exigência, que assim consome forragem de melhor qualidade (Tabela 4). As maiores limitações deste método são a maior dificuldade de manejo, com o uso de dois grupos na mesma área e locais de uso comum, aguadas e cochos, dispostas de forma que todos os piquetes tenham acesso sem que os lotes não se misturem durante o pastejo.

Tabela 4 - Comparação de respostas de grupos de pastejo (primeiro e último) em pastejo rotacionado (Blaser et al., citados Matches e Burns, 1995)

Grupo	Ganho de peso novilhos		Produção de leite (kg/vaca/dia)
	Diário (kg)	Total (kg/ha)	
Primeiro pastejo	0,61	267	13,1
Segundo pastejo	0,37	161	8,5
Diferença	0,24	106	4,6
Média	0,49	---	10,8
Total	---	428	---

Uma variação dos métodos de pastejo que pode ser usada tanto em lotação contínua como em rotacionada é o "creep grazing". Aqui os bezerros têm acesso a uma área restrita onde há forragem de melhor qualidade (Figura 14c). Esse método favorece o melhor desempenho dos bezerros e maior peso na desmama desses animais. Uma variação desse sistema é o "creep grazing avançado", onde os bezerros têm acesso ao pasto que ainda será pastejado pelas vacas e assim ingerindo forragem de melhor qualidade, como no pastejo primeiro-último (14d).

Uma estratégia de manejo do pastejo bastante utilizada no Brasil central é o pastejo diferido (Figura 14e). Essa modalidade de utilização da pastagem consiste em fechar algumas áreas de pastagem, retirando os animais durante parte da estação de crescimento (normalmente a segunda metade) e colocá-las novamente em uso num período de menor produção de forragem. Além de gerar uma reserva de alimento, aumentando o suprimento de forragem em épocas que normalmente são de escassez, essa técnica permite viabilizar estratégias de suplementação concentrada, como o uso de mistura múltipla (sal proteinado) e suplementação em condições de pasto (semi-confinamento), que só produzem bons resultados quando há boa oferta de forragem na seca, mesmo que esta seja de menor qualidade.

A simplicidade, a flexibilidade de manejo e a manutenção da persistência e produtividade da pastagem a longo prazo são características que não devem ser esquecidas ao se escolher um método de pastejo. Os métodos de pastejo devem estar integrados a um sistema de produção animal a pasto, onde se obtém uma interação bem definida entre forragem e opções de manejo do rebanho, de maneira a se encontrar a melhor produção animal e atingir os objetivos econômicos. Os requerimentos nutricionais do rebanho deverão ser considerados em primeira instância no planejamento do programa de manejo forrageiro. Em um rebanho, existem exigências variáveis para as diferentes categorias de animais e mesmo dentro de uma categoria a exigência varia com o peso, estado fisiológico ou desempenho esperado. Vacas de corte

em início de lactação (Figura 15) têm sua exigência aumentada, sendo este período (ou um pouco antes dele), o mais crítico na sua alimentação para que seja novamente coberta e entre em gestação, principalmente em rebanhos que se deseje uma alta porcentagem de nascimentos. Animais em crescimento têm sua exigência de manutenção aumentada com o aumento de seu peso corporal e o sistema (incluindo o método de pastejo) deve atender as exigências crescentes desses animais.

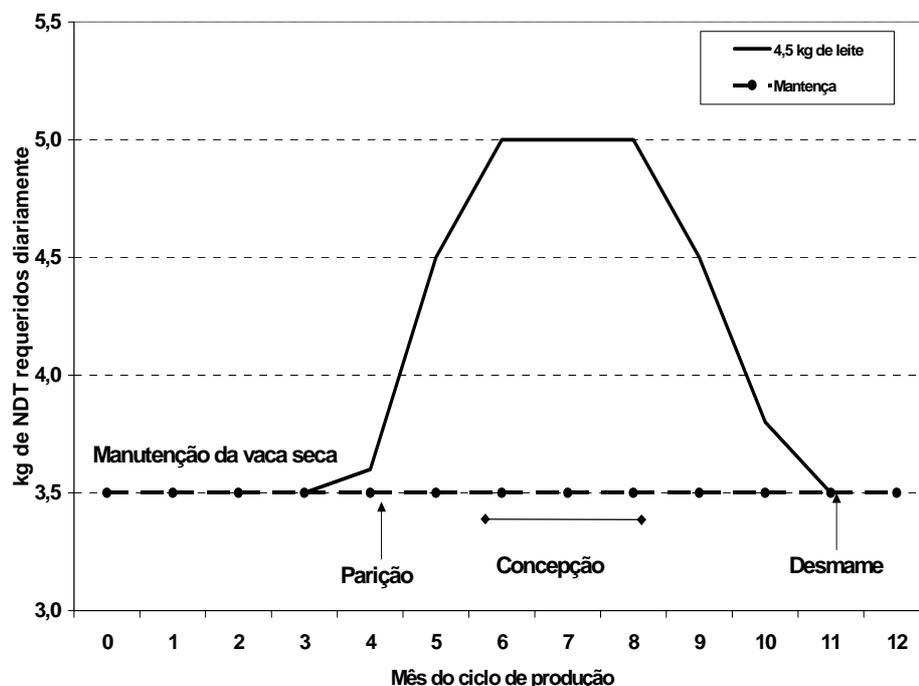


Figura 15 - Exigências diárias de NDT de vacas de corte de 450 kg produzindo 4,5 kg de leite/dia (Adaptado de Thompson, citado por Matches e Burns, 1995).

Sistemas de pastejo podem ser desenvolvidos para diferentes categorias do rebanho (vacas, animais em crescimento, engorda, fêmeas para reposição, etc.) para prover alimento em todos os períodos críticos do ciclo produtivo. Por exemplo, o planejamento do sistema de pastejo para vacas de cria deve contemplar épocas específicas de parição, de forma a unir taxas de

lotação elevadas com máxima capacidade de suporte da pastagem, máxima exigência animal com o máximo consumo de nutrientes da forragem e datas de desmame com abundante forragem de qualidade para os bezerros desmamados. Diferentes estratégias podem ser empregadas para atingir tais objetivos. O uso de leguminosas exclusivas ou consorciadas com gramíneas, geralmente resulta em maior produção por animal e em alteração na estacionalidade de produção de forragem, além do que as leguminosas mantêm melhor valor nutritivo no período da seca. O uso de forragens com diferentes padrões de "maturação", na mesma pastagem ou em áreas diferentes da propriedade pode proporcionar melhor eficiência global no sistema. As forragens de "maturação mais rápida" são usadas primeiro e então pode-se usar as de "maturação mais lenta" (e.g., plantio de aveia e azevém no inverno) ou usar intensivamente pastagens de "maturação rápida" e reservar áreas de forragem de "maturação mais lenta" para o período de seca (pastos de *Panicum* e *Brachiaria* numa mesma propriedade).

A idade da forragem a ser pastejada pode ser manipulada de forma a privilegiar categorias mais ou menos exigentes e alterar a taxa de lotação da propriedade. Pastejos com menor frequência de desfolha da forragem aumentam a produção total de forragem durante a estação de crescimento, elevando a taxa de lotação mas resultam em forragens de menor digestibilidade e concentração de proteína bruta e deveriam ser usadas para categorias menos exigentes. Desfolhas mais frequentes, seriam ideais para categorias mais exigentes. O uso de adubação, principalmente nitrogenada, pode aumentar a produção em diferentes épocas durante a estação de crescimento. Essa prática de manejo pode ser usada para aumentar a capacidade de suporte da pastagem, sendo uma ferramenta de manejo importante para melhorar a distribuição da produção estacional de forragem.

O uso de pastejo diferido, armazenando a forragem no campo até o momento de sua utilização também pode ser uma prática viável. Os períodos de acúmulo podem ser usados como uma ferramenta de manejo para determinar qualidade e quantidade de forragem reservada. Geralmente, as produções aumentam com o aumento do período de vedação mas a qualidade é reduzida. Períodos curtos de vedação geram forragem com maior participação de tecido jovem e melhor qualidade, o que é desejável para animais mais exigentes como animais em crescimento (Matches e Burns, 1995). Outras estratégias que podem ser usadas incluem a sobresemeadura de forragens de inverno em campos nativos ou milheto (*Pennisetum americanum*) e sorgo para pastejo (*Sorghum halepense*) no início da estação de crescimento em pastagens de verão, o que proporciona maior capacidade de suporte e desempenho animal.

### **Considerações finais**

Parece não ser apropriado engajarmo-nos em discussões com relação a superioridade de um método de pastejo sobre qualquer outro sem que alguns pontos sejam levados em consideração. Em estudos com espécies forrageiras de clima temperado onde se compararam a lotação contínua e a rotacionada, é evidente que os métodos fazem parte de um mesmo "*continuum*" de respostas, e que não são antagonísticos ou mutuamente exclusivos como frequentemente se sugere. Uma produtividade teórica superior em até 20% poderia ser esperada, para espécies de clima temperado, com a utilização de lotação rotacionada, como demonstrado por Parsons et al. (1988a). No entanto, Parsons e Chapman (1998) e Grant et al. (1988) afirmaram que, na prática, esta vantagem é relativa, pois a eficiência de utilização pelos animais pode ser baixa. Embora Lemaire e Chapman (1996) afirmem que comparações entre os dois métodos sejam pouco eficientes em acrescentar ao conhecimento para espécies de clima temperado, alguns aspectos estão por ser elucidados em muitas espécies de clima tropical, cuja fenologia, especialmente no que diz respeito ao florescimento e ao alongamento de hastes, difere significativamente daquela das espécies de clima temperado. Além disso, apesar do elevado potencial para geração de novas tecnologias para otimizar o manejo de espécies forrageiras tropicais, especialmente no Brasil central, fatores do contexto socio-econômico (como, por exemplo, o profissionalismo do produtor e os aspectos mercadológicos) podem influenciar na viabilidade de adoção de práticas já suficientemente provadas e aprovadas em outros ambientes.

As gramíneas tropicais, muitas das quais que apresentam alongamento vegetativo de hastes, aparentemente apresentam uma melhor adaptação e conseqüentemente uma maior produção, sob lotação rotacionada. No entanto, as comparações entre métodos tradicionalmente feitas com plantas tropicais têm sido pouco elucidativas uma vez que não têm investigado a essência biológica dos processos envolvidos. Assim, identifica-se a necessidade de novos enfoques na pesquisa com espécies forrageiras tropicais, utilizando a aplicação de conceitos de ecologia, fisiologia, e morfologia para que o fundamento biológico norteie as discussões, conclusões, e recomendações.

### Referências bibliográficas

- BARTHAM, G.T.; GRANT, S.A. Defoliation of ryegrass-dominated swards by sheep. *Grass and Forage Science*, v. 39, p. 211-219, 1984.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. *Grass and Forage Science*, v. 39, p. 323-331, 1983.
- BRANSBY, D.I. Biological implications of rotational and continuous grazing: a case for continuous grazing. In: AMERICAN FORAGE GRASSLAND CONFERENCE, Columbia, 1991. **Proceedings**. Columbia: AFGC, 1991. p.10-14.
- BROUGHAM, R.W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 7, p. 377-387, 1956.
- BROUGHAM, R.W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 9, p. 39-52, 1958.
- DAVIES, A. Structure of the grass sward. INTERNATIONAL MEETING ON ANIMAL PRODUCTION FROM TEMPERATE GRASSLAND. *Proceedings*. Dublin, 1977. p.36-44.
- De LUCIA SILVA, G.R. A study of variation in the defoliation and regrowth of individual tillers in swards of *Lolium perenne* grazed by sheep. Reading, 1974. Thesis (Ph.D.) - University of Reading.
- GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; ELSTON, D.A. Comparison of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. *Grass and Forage Science*, v. 43, n. 5, p. 29-39, 1988.
- GRANT, S.A.; KING, J. Grazing management and pasture production: the importance of sward morphological adaptations and canopy photosynthesis. In: HILL FARMING RESEARCH ORGANISATION, Reading, 1984. p.119-129. Biennial report: 1982-1983.
- HODGSON, J. *Grazing management - science into practice*. Essex: Longman Scientific & Technical, 1990, 203p.
- HODGSON, J. The frequency of defoliation of individual tillers in a set-stocked sward. *Journal of the British Grassland Science*, v. 27, p. 258-263, 1966.
- HODGSON, J.; OLLERENSHAW, J.H. The frequency and severity of defoliation of individual tillers in set-stocked swards. *Journal of the British Grassland Science*, v. 24, p. 226-234, 1969.

- HOPKINS, W.G. *Introduction to plant physiology*. Toronto: John Wiley & Sons, INC, 1995. 464p.
- HUNT, L. A. Some implications of death and decay in pasture production. *Journal of the British Grassland Society*, v. 20, p. 27-31, 1965.
- JOHNSON, I.R.; PARSONS, A.J. Use of a model to analyze the effects of continuous grazing management's on seasonal patterns of grass production. *Grass and Forage Science*, v. 40, n. 4, p. 449-458, 1985.
- JONES, M.B.; COLLETT, B.; BROWN, S. Sward growth under cutting and continuous stocking managements: sward canopy structures, tiller density and leaf turnover. *Grass and Forage Science*, v. 37, p. 67-73, 1982.
- KEE, D.D.; BRANSBY, D.I.; GAMBLE B.E.; IVEY, H.W. Continuous versus rapid rotational grazing of tifton-44 bermudagrass by steers at varying stoking rate. In: AMERICAN FORAGE GRASSLAND CONFERENCE, Columbia, 1991. **Proceedings**. Columbia: AFGC, 1991. p.198-201.
- KING, J.; SIM, E.; GRANT, S.A. Photosynthetic rate and carbon balance of grazed ryegrass pastures. *Grass and Forage Science*, v. 39, p. 81-92, 1984.
- KORTE, C.J.; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Effects of the timing and intensity of spring grazings on reproductive development, tillering, and herbage production of perennial ryegrass dominant pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v. 27, p. 135-149, 1984.
- LEAFE, E.L.; STILES, W.; DICKINSON, S. Physiological processes influencing the pattern of productivity of the intensively managed grass swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 12°, Moscow, 1974. *Proceedings*. p.442-457.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) *The ecology and management of grazing systems*. Guildford: CAB International, 1996. cap.1, p.3-36.
- MAEDA, S.; YONETANI, T. Optimum cutting stage of forage plants. II. Seasonal changes in CGR and average productivity in Italian ryegrass population. *Journal of Japanese Society of Grassland Science*, v. 24, p. 10-16, 1978.
- MATCHES, A.G.; BURNS, J.C. Systems of grazing management. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Ed.) **Forages: The science of grassland agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1995. Chap. 13, p.179-192.

- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 1. Consumption and efficiency of herbage utilization. *Grass and Forage Science*, v. 49, p. 352-359, 1994.
- McCREE, K.J.; TROUGHTON, J.H. Non existence of a optimum leaf area index for the production rate of white clover grown under constant conditions. *Plant Physiology*, v. 41, p. 1615-1622, 1966.
- MORRIS, R.M. The pattern of grazing in continuously grazed swards. *Journal of the British Grassland Society*, v. 24, p. 65-71, 1969.
- MORRISON, J.; JACKSON, M.V.; SPARROW, P.E. The response of perennial ryegrass to fertilizer nitrogen in relation to climate and soil. Technical report, Grassland Manuring Trial - GM20, v.27, Grassland Research Institute, Hurley, 1980.
- NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14, Piracicaba, 1997. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1997. p.213-251.
- PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.) *The grass crop: The physiological basis of production*. London: Chapman and Hall, 1988, p.129-177.
- PARSONS, A.J. The physiological basis of seasonal differences in the growth of perennial ryegrass. Reading, 1980. Thesis (Ph.D.) - University of Reading.
- PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.F. Principles of grass growth and pasture utilization. In: *Grass for dairy cattle*. Berkshire: CAB publishing, 1998, cap. 4.
- PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. *Grass and Forage Science*, v. 43, n. 1, p. 49-59, 1988.
- PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; WILLIAMS, J.H.H. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. *Grass and Forage Science*, v. 43, n. 1, p. 1-14, 1988.
- PARSONS, A.J.; PENNING, P.D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. *Grass and Forage Science*, v. 43, n. 1, p. 15-27, 1988.
- PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLET, B.; PENNING, P.D.; LEWIS, J. The physiology of grass production under grazing. 2. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. *Journal of Applied Ecology*, v. 20, n. 1, p. 127-139, 1983b.

- PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLET, B.; STILES, W. The physiology of grass production under grazing. 1. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously grazed swards. *Journal of Applied Ecology*, v. 20, n. 1, p. 117-126, 1983a.
- PRIOUL, J.L.; BRANGEON, J.; REYSS, A. Interaction between external and internal conditions in the development of photosynthetic features in a grass leaf. I. Regional responses along a leaf during and after low-light or high-light acclimation. *Plant Physiology*, v. 66, p. 762-769, 1980a.
- PRIOUL, J.L.; BRANGEON, J.; REYSS, A. Interaction between external and internal conditions in the development of photosynthetic features in a grass leaf. II. Reversibility of light-induced responses as a function of developmental stages. *Plant Physiology*, v. 66, p. 770-774, 1980b.
- ROBSON, M. J. the growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. 1. Leaf growth and dry weight change as related to the ceiling yield of a seedling sward. *Annals of Botany*, v. 37, p. 485-500, 1973.
- ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.A.; WOLEDGE, J. The grass plant - its form and function. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.) *The grass crop: the physiological basis of production*. London: Chapman and Hall, 1988, p.25-83.
- RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. Conceituação e modalidades de sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: 14<sup>o</sup> SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS - FUNDAMENTOS DO PASTEJO ROTACIONADO, Piracicaba-SP, 1997. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.1-24
- ROUQUETTE JR, F.M. Grazing management systems for optimum pasture utilization. In: 42<sup>th</sup> annual Florida beef cattle short course, Gainesville, 1993. **Proceedings**. Gainesville:IFAS, 1993. p.95-100.
- SMETHAM, M.L. *The management of pastures for grazing*. Outlook on Agriculture, v.24, n.3, p.167-177, 1995.
- TAINTON, N.M. Effects of different grazing rotations on pasture production. *Journal of the British Grassland Society*, v. 29, p. 191-202, 1974.
- WADE, M. Factors affecting the availability of vegetative *Lolium perenne* to grazing dairy cows with special reference to swards characteristics, stocking rate and grazing method. Rennes, 1991. Thesis (Ph.D.) - Université de Rennes.
- WADE, M. H.; BAKER, R.D. Defoliation inset-stocked grazing systems. *Grass and Forage Science*, v. 34, p. 73-74, 1979.

WADE, M.H.; PEYRAD, J.L.; LEMAIRE, G.; CAMERON, E.A. The dynamics of daily area and depth of grazing and herbage intake of cows in a five-day paddock system. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16°, Moscow, 1989, *Proceedings*. p.1111-1112.

WATANABE, K.; SATO, Y.; SAKURAI, T.; KOYAMA, Y. Effects of fertilization level on the regrowth of perennial. 1. Changes of growth and nitrogen content with timw and suitable cutting stages. *Journal of Japanese Society of Grassland Science*, v.29, p.290-297, 1984.

WOLEDGE, J. The effect of shading during vegetative and reproductive growth on the subsequent rate of photosynthesis in leaves of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Annals of Botany*, v. 42, p. 1085-1089, 1978.

WOLEDGE, J. The photosynthesis of ryegrass leaves grown in a simulated sward. *Annals of Applied Biology*, v. 73, p. 229-237, 1973.