

Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo

André Fischer Sbrissia¹

Sila Carneiro da Silva²

Domicio do Nascimento Júnior³

1. Introdução

Durante os últimos anos tem havido progressos significativos na compreensão dos fatores condicionantes da produção de forragem em pastos tropicais. Basicamente, a mudança no enfoque da pesquisa, com uma abordagem mais reducionista, associado com o uso de tratamentos experimentais focados num controle mais rígido da estrutura do dossel, tem possibilitado a geração de informações extremamente consistentes e, principalmente, passíveis de serem reproduzidas nas diferentes condições edafoclimáticas do País. No entanto, como toda mudança, os resultados obtidos a partir desses experimentos implicam em mudanças de paradigmas no manejo do pastejo de plantas forrageiras tropicais, o que nem sempre é facilmente compreendido e/ou absorvido pelo setor produtivo. Isso porque a adoção de novas tecnologias pressupõe uma revisão profunda de conceitos e uma reestruturação do sistema de produção como um todo, aonde a mudança mais sentida, no caso do manejo do pastejo, está na abolição dos dias cronológicos como ferramenta de manejo e um respeito maior pela fisiologia do crescimento das plantas forrageiras e sua inter-relação com o meio ambiente. Isso requer planejamento e um acompanhamento constante da propriedade rural. O objetivo deste texto é descrever princípios básicos da fisiologia do crescimento de plantas forrageiras, bem como discutir algumas implicações de resultados de pesquisa recentes no manejo de plantas forrageiras tropicais.

2. Ecofisiologia de plantas forrageiras

A ecofisiologia é uma ciência experimental que procura explicar os mecanismos fisiológicos que estão associados com as observações ecológicas, ou seja, é o estudo das respostas fisiológicas das plantas ao meio ambiente. O que se procura é entender os controles do crescimento, reprodução, sobrevivência e distribuição geográfica das plantas e como esses processos são afetados pelas interações entre as

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro Agroveterinário – Departamento de Zootecnia. Avenida Luiz de Camões, 2090 – 88520-000, Lages, SC, Brasil. E-mail: sbrissia@cav.udesc.br

² Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Avenida Pádua Dias, 11 – 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: scdsilva@esalq.usp.br. Pesquisador do CNPq

³ Professor Titular do Departamento de Zootecnia, UFV, Viçosa, Pesquisador do CNPq, domicio@ufv.br

plantas e seu meio físico, químico e biótico (Lambers *et al.*, 1998). Dessa forma, o conceito de ecofisiologia envolve o conhecimento dos mecanismos de competição entre plantas individuais dentro da comunidade e suas conseqüências sobre a dinâmica estrutural; os mecanismos morfogenéticos adaptativos das plantas à desfolhação e suas conseqüências sobre a morfologia e estrutura; e as interações entre esses dois mecanismos para o entendimento da dinâmica da vegetação em uma comunidade de plantas submetidas ao pastejo.

O conhecimento da ecofisiologia é necessário para o desenvolvimento de práticas de manejo consistentes com a capacidade produtiva das plantas forrageiras em um dado ambiente. A compreensão dos efeitos do pastejo sobre a planta requer conhecimento e análise das alterações morfológicas, fisiológicas, na biomassa radicular e na distribuição vertical das raízes. Esses efeitos são conseqüências da intensidade e frequência de desfolhação, do tempo de rebrotação (no caso de pastejo rotativo) e da interação entre desfolhação e fatores ambientais, ou seja, disponibilidade hídrica e de nutrientes, intensidade luminosa e estágio fenológico das plantas. É importante considerar também que os efeitos do pastejo (intensidade e frequência de desfolhação) variam conforme a estação de crescimento e com a condição da planta no momento da desfolhação (Loretti, 2003).

O conhecimento da ecofisiologia de plantas forrageiras submetidas ao corte ou pastejo constitui-se um desafio ao pesquisador, pois as práticas de manejo adotadas alteram de forma marcante e diferenciada cada espécie forrageira e plantas individuais, refletindo-se sobre a população de plantas e a capacidade produtiva do pasto.

3. A planta forrageira

3.1. Parte aérea

A planta precisa de reservas orgânicas para sobreviver a períodos de estresse. Se a parte aérea permanece vegetativa, as reservas são normalmente utilizadas para a produção de folhas e restituição da área foliar. No entanto, caso esse tecido não seja colhido durante seu tempo de vida, inicia-se o processo irreversível de senescência e reciclagem interna de fotoassimilados, com parte dos carboidratos sendo direcionada para órgãos de armazenamento de reservas (base dos colmos e raízes) durante o estágio vegetativo ou para a produção de sementes durante o estágio reprodutivo (Van Soest, 1994). O pastejo reduz a área foliar pela remoção de folhas e meristemas apicais e, se muito intenso ou severo, pode causar redução dos níveis de reservas de nutrientes das

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

plantas por promover uma mudança na alocação de energia e nutrientes da raiz para a parte aérea a fim de compensar as perdas de tecido fotossintético. A remoção da biomassa aérea pelo pastejo desencadeia os mecanismos que controlam as alterações morfológicas das plantas forrageiras (parte aérea), as quais variam conforme a duração e intensidade do processo de desfolhação. Desfolhações frequentes e intensas de gramíneas perenes favorecem plantas dotadas de capacidade elevada de renovação de tecidos (particularmente folhas), que produzem folhas pequenas e perfilham abundantemente. Sob essas condições, plantas com folhas longas, poucos perfilhos e pequena capacidade de perfilhamento podem sofrer redução acentuada em participação na comunidade de plantas do pasto ou mesmo desaparecerem (Volenc & Nelson, 1995).

Em um espaço de tempo que englobe o ciclo de vida de uma planta, os efeitos do pastejo na morfologia são devidos à plasticidade fenotípica, ou seja, mudança progressiva e reversível de suas características morfogênicas e estruturais. Isso acontece quando a planta é exposta a diferentes cenários de manejo face às alterações que ocorrem no microclima, isto é, o clima em torno da planta (Volenc & Nelson, 1995). É importante reconhecer que o microclima pode ser manipulado por meio do manejo e constitui fator de grande importância para o crescimento e desenvolvimento da planta forrageira. A luz, temperatura, umidade, CO₂ e o vento são algumas das variáveis importantes normalmente consideradas para a caracterização do microclima.

Sob pastejo, a fotossíntese do dossel forrageiro diminui drasticamente (Richards, 1993), afetando imediatamente o crescimento radicular que, por sua vez, afeta a absorção de N como consequência da redução de assimilados para o sistema radicular (Davidson & Milthorpe, 1966; Jarvis & Macduff, 1989). Inversamente, o pastejo beneficia as plantas pelo aumento da penetração de luz no interior do dossel pela remoção de folhas, alterando a proporção de folhas novas, mais ativas fotossinteticamente, e ativando os meristemas dormentes na base do caule e rizomas (Kephart *et al.*, 1995). Na realidade, o que acontece é que o pastejo afeta a partição da biomassa, especificamente entre raiz e parte aérea (Loehle, 1987) e entre estruturas vegetativas e reprodutivas. O pastejo pode influenciar ambos os processos, afetando a demanda por recursos na parte aérea ou raiz (força do dreno) e também a disponibilidade de meristemas e seu papel no crescimento vegetativo ou reprodutivo (Gutman *et al.*, 2001).

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

Trabalhos recentes com plantas forrageiras tropicais têm demonstrado a importância do processo de pastejo sobre a estrutura do dossel e a produção de forragem. Fagundes *et al.* (2001), trabalhando com três cultivares de *Cynodon* sp. submetidos a quatro intensidades de pastejo (pastos mantidos a 5, 10, 15 e 20 cm de altura por meio de lotação contínua e taxa de lotação variável), verificaram que valores mais elevados de coeficiente de extinção de luz (k = relação entre a luz medida no nível do solo e a do topo do dossel) foram registrados em pastos mantidos mais altos que, por sua vez, apresentaram maior índice de área foliar (*IAF*) sem, contudo, produzirem mais forragem que pastos mantidos mais baixos. A variação nos valores de k sugere alterações em arquitetura das plantas e do dossel relacionadas com época do ano, estágio fisiológico, cultivar, regime de desfolhação e, conseqüentemente, na velocidade de renovação de folhas e perenidade do pasto. Mello & Pedreira (2004) quantificaram as respostas morfológicas de dosséis de capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a três intensidades de pastejo rotativo (1000, 2500 e 4000 kg MSV-residual/ha, respectivamente). Nesse trabalho, com o progresso da estação de pastejo da primavera-verão para outono-inverno, houve reduções nos valores médios de *IAF*. Valores médios de *IAF* crítico (95% IL) de 3,6 (1000 kg MSV/ha), 4,0 (2500 kg MSV/ha) e 4,5 (4000 kg MSV/ha) foram registrados por volta do 22º dia de um período total de rebrotação de 33 dias. A maior intensidade de pastejo (menor resíduo) alterou a estrutura do dossel por meio de uma redução nos ângulos foliares médios (folhas mais horizontais) ao longo das estações, com plantas passando a interceptar mais luz por unidade de área foliar. Esses resultados apontam para a necessidade de relacionar os efeitos de manejo do pastejo àqueles relacionados com o ambiente luminoso e a estrutura do dossel como forma de permitir que o balanço ótimo entre fotossíntese, respiração, crescimento e senescência possa ser encontrado para cada planta forrageira e condição de ambiente, uma vez que o período fixo de 33 dias de descanso mostrou-se claramente muito longo para as condições de crescimento vigentes ao longo de todo o experimento.

3.2. Sistema radicular

Na primeira metade do século passado, Weaver (1950) desenvolveu trabalhos científicos com o objetivo de estudar os efeitos do pastejo sobre o sistema radicular de plantas forrageiras. Em termos gerais, a premissa básica de seus estudos era descobrir se o pastejo afetava a uniformidade da biomassa radicular no espaço ou se era responsável

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

pela distribuição espacial das raízes no solo. Contudo, os protocolos experimentais utilizados naquela época para esse tipo de trabalho possuíam restrições sérias caracterizadas pela ausência de repetições, o que tornava as informações extremamente limitadas e pouco confiáveis.

Sem dúvida alguma os fatores ambientais alteram as taxas de crescimento relativo de raízes e da parte aérea. A adição de N em gramíneas geralmente estimula o crescimento da parte aérea em detrimento do crescimento radicular (Belanger *et al.*, 1992), sendo que o crescimento da parte aérea é favorecido em plantas submetidas a baixas intensidades luminosas (Kephart *et al.*, 1992) e o de raízes em situações de estresse hídrico (Davies & Zhang 1991). Os dados disponíveis parecem indicar que os efeitos do pastejo sobre a profundidade de raízes são mais fáceis de serem quantificados que aqueles sobre a distribuição das mesmas no solo. De uma forma geral, plantas submetidas a desfolhações mais frequentes e intensas possuem uma maior porção de seu sistema radicular concentrada próximo da superfície do solo comparativamente àquelas submetidas a desfolhações menos frequentes e menos intensas ou sob condições de crescimento livre. Chaieb *et al.* (1996) demonstraram que no caso de 2 a 3 cortes (simulação de pastejo leve) o sistema radicular do capim *Cenchrus ciliaris* permaneceu superficial, com 58 a 67% das raízes localizadas nos primeiros 15 cm da camada superficial de solo. No entanto, para as gramíneas *Digitaria commutata* e *Stipa lagascae* houve um aprofundamento das raízes, com 68 a 86% das mesmas localizadas a 30 cm de profundidade. Quando somente um corte foi feito, todas as três espécies se comportaram da mesma forma em relação ao tratamento controle (ausência de corte ou crescimento livre), com 85% do sistema radicular posicionado nos primeiros 50 cm da camada de solo e os 15% restantes entre 50 e 75 cm. No caso de plantas forrageiras tropicais, padrão semelhante de resposta foi relatado por Kanno *et al.* (1999) e Pagotto (2001) para plantas dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, respectivamente.

3.3. Adaptação ao pastejo

As plantas forrageiras, ao longo de sua evolução, desenvolveram mecanismos de resistência e adaptação ao pastejo como forma de assegurar sua sobrevivência e perpetuação nas áreas de pastagem. Essa resistência ao pastejo é função de dois mecanismos básicos que são combinados de maneira específica e possuem importância relativa variável para cada espécie forrageira, determinando sua plasticidade fenotípica

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

e flexibilidade de uso. São eles os mecanismos de preterimento ou escape e de tolerância (Briske, 1996). Os mecanismos de tolerância ao pastejo englobam adaptações fisiológicas, de curto prazo, às restrições do suprimento de carboidratos para o crescimento da planta. Estas são resultantes da remoção dos tecidos fotossintetizantes e da necessidade de rápida recuperação da área de folhas durante o período de rebrotação, ou seja, do aumento no perfilhamento e taxas dos processos fisiológicos. Os mecanismos de preterimento ou escape envolvem adaptações morfológicas, de médio e longo prazo, que reduzem a probabilidade e, ou, a severidade de desfolhações futuras (Briske, 1996).

Desfolhações lenientes podem promover apenas leves reduções na taxa de assimilação de carbono e podem ser benéficas quando há a remoção de folhas das plantas vizinhas. À medida que a desfolhação torna-se mais severa, a proporção de tecido foliar remanescente não é suficiente para assegurar suprimento adequado de carbono, mesmo que esses tecidos estejam expostos a altas intensidades de luz. Folhas que se desenvolvem nas porções mais baixas do dossel e que por isso estão adaptadas à sombra apresentam limitada capacidade fotossintética, mesmo quando expostas a altas intensidades de luz (Woledge, 1973).

Após uma desfolhação severa, o suprimento de carbono da planta torna-se inferior à sua demanda para a manutenção e crescimento, o balanço de carbono torna-se temporariamente negativo e as reservas orgânicas passam a ser utilizadas para respiração e restituição da área foliar até que novas folhas se desenvolvam e a capacidade fotossintética do dossel seja restabelecida (Richards, 1993). A principal adaptação fisiológica das plantas após a desfolhação é a alocação preferencial de carbono para os meristemas apicais de perfilhos e zonas de expansão foliar com o objetivo de maximizar o aparecimento e alongamento de novas folhas. Adaptações morfológicas como aumento da área foliar específica (cm^2 folha por grama de massa seca de lâmina foliar) permite à planta a formação de uma área foliar mais eficiente (Carvalho, 2002). Estudos realizados com uma série de gramíneas C_3 e C_4 demonstraram que o crescimento radicular chega a ser paralisado quando 50% ou mais da área foliar é removida em um único pastejo (Richards, 1993).

É importante salientar que as folhas recém expandidas e aquelas em expansão possuem maior eficiência fotossintética que as folhas maduras e, ou, em senescência, sendo responsáveis por aproximadamente 75% da fotossíntese da planta (Parsons *et al.*, 1988). A utilização de recursos com o objetivo de priorizar o surgimento de novas

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

folhas é fundamental para a recuperação da eficiência fotossintética das plantas forrageiras perdida com a remoção da área foliar fotossinteticamente ativa (folhas jovens). Em um primeiro momento após o pastejo, a planta necessita alocar suas reservas de carbono para garantir a sobrevivência e o crescimento de novas folhas, situação em que a recuperação do *IAF* passa a ser determinado pela velocidade e capacidade de crescimento e surgimento de novas folhas (Lemaire, 1997). Esses são processos altamente influenciados pela quantidade de reservas orgânicas disponíveis.

Cada evento de desfolhação representa um distúrbio ao crescimento da planta, e interfere na sua habilidade competitiva dentro da comunidade. As respostas das plantas forrageiras à desfolhação podem ser vistas como estratégias de recuperação e manutenção do equilíbrio dinâmico do processo de acúmulo de forragem, situação em que todos os recursos são utilizados de forma a maximizar o crescimento após a desfolhação. Em um pasto, a desfolhação não afeta somente uma única planta, mas também as plantas vizinhas, modificando o ambiente luminoso e alterando a competição por luz (Lemaire, 2001). Dessa forma, a resposta de uma única planta ao pastejo corresponde a um processo complexo que depende não apenas da intensidade e frequência da desfolhação sofrida, mas, também, do padrão de desfolhação das plantas vizinhas. O comportamento seletivo do animal em pastejo, caracterizado pela remoção preferencial de espécies e, ou, partes de plantas, afeta e determina a competitividade das diferentes plantas dentro da comunidade, interferindo no valor nutritivo e na quantidade de forragem produzida (Lemaire, 2001).

O filocrono, ou seja, o intervalo de tempo para o aparecimento de duas folhas consecutivas e, conseqüentemente, desenvolvimento do *IAF*, é um evento ontogênico que possui papel importante na adaptação morfológica da planta à desfolhação. Qualquer alteração na temperatura ou qualidade da luz produz alterações no *IAF*, no tamanho das folhas, no número máximo de folhas por perfilho e na densidade populacional de perfilhos, como demonstrado por Lemaire & Agnusdei (2000). A produção de perfilhos por planta é também regulada pelo aumento do *IAF*. A diminuição progressiva da taxa de aparecimento de folhas à medida que o pasto cresce ou o período de rebrotação avança é a principal causa da redução na taxa de perfilhamento (Casal *et al.*, 1987). A luz solar, cujo espectro de qualidade, ou seja, luz visível engloba desde o violeta (400nm) até o vermelho (700nm), sofre modificações à medida que penetra ao longo do perfil do dossel em direção ao solo. Essas são causadas pela absorção relativamente maior da radiação com comprimento de onda na faixa do

vermelho comparativamente à radiação nos demais comprimentos de onda pelos pigmentos fotossintéticos. Assim, a luz solar que chega aos estratos inferiores do dossel, localizados mais próximos do solo, local onde ocorre a maior parte do perfilhamento, é deficiente na luz vermelha e o perfilhamento é reduzido (Deregibus *et al.*, 1983). Dessa maneira, com o sombreamento o “site filling” ou “site usage” (proporção das gemas axilares existentes que efetivamente se transformam em novos perfilhos) também é reduzido à medida que a planta se desenvolve (Davies, 1974; Skinner & Nelson, 1992). O “site usage” pode ser controlado indiretamente pelo comprimento da folha e pela estrutura do dossel (Skinner & Nelson, 1992), a qual é, por sua vez, influenciada pelas ações e práticas de manejo. Quando o sombreamento altera o suprimento de carbono da planta ocorre uma competição entre folhas e gemas axilares, diminuindo a taxa de perfilhamento como resultado da resposta fotomorfogenética das plantas forrageiras, dando origem a um processo de morte dependente de densidade populacional caracterizado por uma relação inversa entre tamanho e número de perfilhos (Matthew *et al.*, 2000; Lemaire, 2001).

O primeiro efeito da desfolhação permite uma resposta plástica da planta para a adaptação às modificações em seu ambiente. Sob desfolhações frequentes, normalmente associadas a situações de lotação contínua com elevadas taxas de lotação, a competição por luz é pequena devido à constante remoção da área foliar. Nessa condição, a planta pode desenvolver uma resposta fotomorfogenética a uma disponibilidade de radiação mais ou menos constante, pois em cada desfolhação apenas uma parte do tecido foliar é removida e a estrutura do dossel não sofre grandes alterações. A relação luz vermelho/vermelho distante e luz azul é alta, as plantas produzem folhas mais curtas e a densidade populacional de perfilhos é elevada (Mazzanti *et al.*, 1994).

Por outro lado, em situações de lotação intermitente a competição por luz aumenta continuamente durante o período de rebrotação e, a cada desfolhação, ocorre uma rápida modificação na quantidade e na qualidade da luz absorvida e na estrutura do dossel, modificações essas determinadas e influenciadas pela severidade ou drasticidade do pastejo ou corte. Sob esse regime as plantas tendem a desenvolver folhas mais longas e reduzir a taxa de perfilhamento (Nelson, 2000), situação que resulta em pastos de menor densidade populacional de perfilhos grandes.

4. O manejo do pastejo

Estudos recentes realizados com importantes plantas forrageiras tropicais como a *Brachiaria brizantha*, cultivares Marandu e Xaraés, e o *Panicum maximum*, cultivares Mombaça e Tanzânia, dentre outras, onde a estrutura do dossel e, ou, seu padrão de variação foram cuidadosamente monitorados, têm gerado uma quantidade grande de informações e conhecimento acerca das respostas de plantas forrageiras e animais a estratégias de pastejo. De uma maneira geral, o conceito de *IAF* crítico, condição na qual 95% da luz incidente são interceptados, originalmente descrito e aplicado com sucesso em plantas de clima temperado, demonstrou-se efetivo e válido também para o manejo de gramíneas tropicais sob lotação intermitente, diferentemente do que se pensava e postulava (Gomide & Gomide, 2001), uma vez que mostrou relação análoga com variáveis como acúmulo de forragem, especialmente de folhas, composição morfológica do acúmulo e valor nutritivo da forragem produzida.

Da mesma forma, Bircham & Hodgson (1983), avaliando o efeito da condição em que pastos de azevém perene (*Lolium perenne*) eram mantidos sob controle rígido da estrutura do dossel por meio de lotação contínua, foram os primeiros a descrever o acúmulo de forragem como sendo o resultado líquido de dois processos concomitantes e antagônicos (crescimento e senescência). Revelaram, nesse estudo, existir uma amplitude de condições de pasto relativamente grande, correspondente a uma grande variação em estratégias de manejo, em que o acúmulo de forragem seria o mesmo, resultado de compensações entre número, área foliar e peso por perfilho. Ficou clara, assim, a importância que a estrutura do dossel possui como determinante e condicionante das respostas tanto de plantas como de animais e surgiu, então, o conceito de desenvolver práticas de manejo do pastejo com base em metas de condição de pasto (“sward targets”) como forma de assegurar a otimização dos processos de acúmulo e consumo de forragem pelos animais (Hodgson, 1985).

No caso de lotação intermitente, experimentações recentes com base no controle estrito das condições e/ou estrutura do dossel forrageiro na entrada e saída dos animais dos piquetes (pré e pós-pastejo), têm revelado resultados bastante promissores para a melhoria e refinamento do manejo do pastejo dos capins mombaça, tanzânia e marandu. Bueno (2003) e Carnevalli (2003) avaliaram o capim-mombaça sob pastejo rotativo caracterizado por duas alturas de resíduo (30 e 50 cm) e duas condições de pré-pastejo (95 e 100% de interceptação de luz pelo dossel) em Araras, SP. Os resultados demonstraram a consistência do critério de interrupção do processo de rebrotação aos 95% de interceptação de luz e o efeito benéfico de sua associação com um valor de

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

altura de resíduo mais baixo, condizente com a necessidade da planta em manter uma área foliar remanescente mínima e de qualidade para iniciar seu processo de rebrotação e recuperação para um próximo pastejo (Figura 1). De uma forma geral, a maior produção de forragem foi registrada para o tratamento de 30 cm de resíduo e 95% de interceptação de luz, com redução acentuada em produção quando o período de descanso era mais longo (100% interceptação de luz) ou o resíduo mais elevado (50 cm). A redução em produção de forragem foi consequência de processo acelerado de senescência foliar, resultante de maior competição por luz sob aquelas condições, o que também favoreceu maior acúmulo de colmos, resultando em redução na proporção de folhas e aumento na proporção de colmos e material morto na massa de forragem pré-pastejo (Figura 1). As condições de pré-pastejo de 95 e 100% de interceptação de luz apresentaram uma correlação muito alta e consistente com a altura do dossel (horizonte de folhas) independentemente da época do ano e do estágio fisiológico das plantas (vegetativo ou reprodutivo – 90 cm para 95% e 110 cm para 100%), indicando que a altura poderia ser utilizada como critério de campo confiável para o controle e monitoramento do processo de rebrotação e pastejo.

INSERIR FIGURA 1

Trabalho análogo ao de Carnevalli (2003) foi realizado por Barbosa (2004) com capim-tanzânia, em Campo Grande, MS. Como condições de pré-pastejo foram utilizados 90, 95 e 100% de interceptação de luz pelo dossel e como condições de pós-pastejo 25 e 50 cm de resíduo. Os resultados apresentaram um padrão bastante consistente e semelhante àqueles descritos para o capim-mombaça. De uma forma geral, maior produção de forragem foi obtida para o tratamento de 95% de interceptação de luz e 25 cm de resíduo. Pastejos realizados com 90 ou 100% de interceptação de luz e 50 cm de resíduo resultaram em menor produção de forragem e de folhas. Na condição de 90% de interceptação de luz a menor produção seguramente ocorreu por limitação do processo de crescimento, uma vez que não havia área foliar suficiente para aproveitar toda a luz incidente. Já para a condição de 100% de interceptação de luz a menor produção foi resultado da ocorrência exacerbada do processo de senescência e morte de tecidos (Figura 2). Além de resultar em menor produção de forragem com menor proporção de folhas e maior proporção de colmos e material morto, pastejos menos freqüentes, caracterizados pela condição de 100% de interceptação luminosa, resultaram em elevação da meta de resíduo de 25 cm (até 40 cm), consequência do acúmulo excessivo de colmos. Assim como para o capim-mombaça, os intervalos entre pastejos

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

variaram com os tratamentos e épocas do ano (24 a 150 dias), com os maiores valores registrados para os tratamentos de 100% de interceptação de luz durante os meses de outono e inverno. As condições pré-pastejo de 90, 95 e 100% de interceptação de luz apresentaram, também, uma correlação muito alta e consistente com a altura do dossel (horizonte de folhas) independentemente da época do ano e do estágio fisiológico das plantas (vegetativo ou reprodutivo – 60 cm para 90%, 70 cm para 95% e 85 cm para 100%), mais uma vez indicando e ratificando o fato de que a altura poderia ser utilizada como critério de campo confiável para o controle e monitoramento do processo de rebrotação e pastejo (Figura 2).

INSERIR FIGURA 2

Resultados mais recentes com capim-marandu submetidos a estratégias de lotação intermitente (Sarmiento, 2007; Souza-Júnior, 2007; Trindade, 2007; Zeferino, 2007) mostraram, novamente, que o momento ideal da interrupção da rebrota desse capim esteve sistematicamente associado ao ponto em que o dossel interceptava 95% da luz incidente, e que este correspondeu a uma altura aproximada pré-pastejo de 25 cm associada à uma altura de resíduo de 15 cm, sugerindo que o manejo do pastejo desse cultivar deva ser realizado segundo uma frequência e uma intensidade maior de pastejo que normalmente utilizado.

No caso de lotação contínua com capim-marandu, os resultados obtidos por meio de diversos experimentos indicaram uma amplitude ótima de condições de pasto para produção de forragem variando de 20 a 40 cm (Lupinacci, 2002; Gonçalves, 2002; Andrade, 2003; Sarmiento, 2003; Molan, 2004 e Sbrissia, 2004). Pastos mantidos a 10 cm apresentaram um aumento da população de plantas invasoras e diminuição de suas reservas orgânicas (carbono e nitrogênio) ao longo do experimento, indicando ser esta uma condição instável para as plantas de capim-marandu (Lupinacci, 2002; Sbrissia, 2004). Dentro dessa amplitude, a produção de forragem praticamente não variou e, nas condições do experimento (solo de alta fertilidade e cerca de 300 kg N/ha), ficou em torno de 26 t MS/ha. No entanto, a distribuição da produção variou significativamente, sendo que 76, 84 e praticamente 100% foram mensurados durante as épocas de primavera e verão para os pastos mantidos a 20, 30 e 40 cm, respectivamente (Andrade, 2003; Molan, 2004). Essa estabilidade da produção para uma amplitude relativamente grande de condições de pasto (variação de 2 vezes a altura do dossel) foi resultado de um processo dinâmico de compensação entre número e tamanho de perfilhos que resultou em pastos mais baixos contendo maior densidade populacional de perfilhos

pequenos e pastos mais altos contendo menor densidade populacional de perfilhos grandes. Nessa situação houve um balanço relativamente estável entre os processos de crescimento e senescência que resultou em pastos mais altos apresentando maiores taxas de crescimento compensadas por maiores taxas de senescência e vice-versa para pastos mais baixos. Contudo, pastos mantidos mais baixos apresentaram recuperação mais rápida da produção de forragem após o inverno que pastos mantidos mais altos, sendo que durante o verão pastos mantidos mais altos produziram significativamente mais que pastos mais baixos (Sbrissia, 2004).

Esses resultados obtidos, tanto com lotação contínua quanto com lotação intermitente, onde a altura do dossel passou a ser considerada uma ferramenta de manejo de fácil adoção, levou ao que Da Silva (2004) denominou de **alvos** ou **metas de manejo do pastejo**, o que fez com que critérios como períodos de descanso, número pré-determinado de piquetes e de período de ocupação passassem a ser vistos como **conseqüências** do manejo em função do nível tecnológico adotado, planejamento e das prioridades do sistema de produção.

5. Eficiência de utilização da forragem produzida x métodos de pastejo

Além da otimização da produção de forragem é importante entender os processos que determinam colheita eficiente da forragem produzida, uma vez que os diferentes métodos de pastejo possuem processos de acúmulo de forragem singulares que fazem com que a eficiência de utilização do pasto também seja diferente para ambos os métodos.

A eficiência de utilização da forragem em pastos submetidos aos diferentes métodos de pastejo pode ser definida como a proporção da produção bruta (crescimento) que é removida pelos animais antes do início do processo de senescência. Esta é também função da proporção do comprimento da lâmina foliar que escapa do pastejo e senesce (Lemaire e Chapman, 1996).

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 desfolhação*, o qual determina o número máximo de vezes que uma folha pode ser desfolhada. Sob lotação contínua, a proporção do comprimento da folha removida a cada evento de desfolhação é relativamente constante, sendo, segundo Mazzanti e Lemaire (1994), em torno de 50%. Considerando um tempo de vida médio de 40 dias para a *Festuca arundinacea* e

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

um intervalo médio de desfolhação de 20 dias, espera-se uma eficiência teórica máxima de utilização de 75%. Esse valor é consistente com a máxima eficiência de utilização obtida por Mazzanti e Lemaire (1994) de 73% em pastagens de festuca submetidas a lotação contínua. Esses autores mostraram também que a deficiência de nitrogênio resultou numa baixa utilização da pastagem (57%) quando comparado com os 73% obtidos com o suprimento ótimo desse nutriente. Isso é explicado pelo fato de que com um baixo suprimento de N o intervalo de desfolhação é maior (28 dias contra 20 dias no suprimento ótimo de N) como uma consequência da menor taxa de lotação utilizada para manter o pasto em um mesmo *IAF*. Dessa 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 conduzirá a uma redução na taxa de lotação, que por sua vez, contribuirá para uma menor utilização da forragem (Figura 3).

INSERIR FIGURA 3

Segundo Lemaire e Chapman (1996), a magnitude dessa redução em eficiência de utilização é dependente do tempo de vida das folhas das diferentes espécies de gramíneas, fato que precisa ser considerado quando do planejamento de estratégias de pastejo que visem otimizar a eficiência de colheita da forragem produzida. Esses mesmos autores afirmaram que, teoricamente, a redução em eficiência de utilização induzida por uma diminuição no crescimento da pastagem e, conseqüentemente, na taxa de lotação, poderia ser maior para espécies com um curto período de vida das folhas.

Já sob lotação intermitente, a freqüência de desfolhação é determinada pela freqüência com que se move os animais de um piquete para outro, que, por sua vez, é uma função do tamanho dos piquetes, número de piquetes, taxa acúmulo de forragem e número de animais do lote (Lemaire e Chapman, 1996). Assim, nessa modalidade de método de pastejo em que o tipo mais comum é o pastejo rotativo, 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 (ocupação dos piquetes) sejam suficientes para remover a máxima proporção da forragem acumulada. Nessa condição pode ser possível manter uma alta eficiência de utilização apesar da diminuição no crescimento da pastagem e, por consequência, na taxa de lotação.

Dessa maneira, a redução em taxa de lotação, que resulta na extensificação do sistema, pode levar ao uso de modalidades de lotação intermitente (pastejo rotativo)

com um período de descanso dimensionado para ser mais curto que a duração média de vida da folha, em substituição à lotação contínua. Na lotação intermitente pode ser possível manter um equilíbrio estável entre consumo e crescimento da forragem e, assim, evitar acúmulo excessivo de material senescente e desenvolvimento de áreas de pasto rejeitado, caracterizadas por uma grande quantidade de material morto e colmos velhos. Vale lembrar, no entanto, que a senescência é 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 dos animais em pastejo (Nabinger, 1997).

Uma relação teórica entre um índice de produção e consumo de forragem é apresentada na Figura 4. O ponto no qual ambos os índices têm assumem valor 1 corresponde ao potencial de produção de forragem numa dada taxa de lotação e consumo ótimos em uma eficiência específica de uso do pasto.

INSERIR FIGURA 4

Em pastos mantidos sob lotação contínua com baixo uso de insumos (especialmente nitrogênio), a diminuição no consumo de tecido foliar deveria ser proporcionalmente maior que a diminuição na produção de tecido, uma consequência direta da diminuição na taxa de lotação e seus efeitos inevitáveis sobre a eficiência de uso da forragem (Lemaire & Agnusdei, 2000). Dessa forma, a trajetória AC fica posicionada abaixo da linha teórica 1:1 da Figura 4. Em casos de lotação intermitente, como o intervalo de desfolhação não depende diretamente da taxa de lotação, a diminuição na eficiência de utilização com o declínio na produção de forragem pode ser grandemente evitada e a trajetória AB se relaciona mais proximamente da linha teórica 1:1.

Do ponto de vista prático, a interpretação da Figura 4 tem consequências muito importantes. Em sistemas de produção aonde o uso de insumos é baixo (principalmente N), a opção pelo uso de lotação intermitente é uma alternativa eficaz no aumento da produção de forragem e, conseqüentemente, no seu aproveitamento, ou seja, como a eficiência de colheita em situações de lotação intermitente é pouco sensível à incrementos na fertilização nitrogenada, ganhos podem ser obtidos quando se passa de lotação contínua para lotação intermitente (trajetória AB, Figura 4). Por outro lado, em sistemas de produção mais intensivos, a lotação contínua tende a ser similar aos ganhos obtidos em métodos de pastejo com lotação intermitente (trajetória CA, Figura 4). Isso porque, como já comentado, sob lotação contínua é possível aumentar a eficiência de

colheita com aporte extra de insumos, conforme demonstrado por Mazzanti & Lemaire (1994). Diante disso, fica evidente que o método de pastejo baseado em lotação contínua deveria ser usado, preferencialmente, em sistemas mais intensivos de produção, ou seja, para produtores mais tecnificados. Importante ressaltar que quando se refere aqui à lotação contínua, está se pressupondo o uso da modalidade de taxa de lotação variável, o que, infelizmente, ainda está longe de ser a modalidade empregada no país. Tradicionalmente, ainda vigora o uso de “métodos de pastejo” baseados no uso de um determinado número de animais “soltos no pasto”, independente da oferta de forragem disponível, tipo de planta forrageira, época do ano e condições de crescimento das plantas forrageiras.

A partir de um outro ponto de vista, no caso do uso de lotação contínua com baixo uso de insumos, a melhor opção (por mais paradoxal que possa parecer), seria manter os pastos mais baixos em relação àquilo que é normalmente recomendado para situações onde o uso de fertilizantes é mais generoso ou a fertilidade do solo mais elevada. Isso porque a manutenção de pastos altos com baixo uso de fertilizantes implicaria em baixas taxas de lotação, o que aumentaria consideravelmente as perdas por senescência e morte foliar.

6. Considerações finais

Conforme discutido ao longo do texto, o conceito de manejo do pastejo tem mudado rapidamente, tornando-se mais preciso e permitindo que maior poder de predição das respostas de plantas e animais possa ser alcançado, fato que aumenta a eficiência, produtividade e eficácia das práticas de manejo.. Nesse contexto, o uso de variáveis experimentais cujo objetivo seja compreender os mecanismos fisiológicos da produção forrageira e suas inter-relações com o meio ambiente tem sido efetivo e permitido identificar guias práticos de manejo (i.e. altura) como ferramentas práticas de campo para nortear o manejo das plantas forrageiras. A aplicabilidade de tais resultados vai depender de uma reestruturação do setor produtivo e do reconhecimento que o manejo de pastos deve ser feito como a condução ou o manejo de outra cultura qualquer, respeitando suas exigências e singularidades. Parte importante dessa reestruturação seria a mudança de atitude com relação ao monitoramento e acompanhamento da produção pecuária baseada em pastagens, assumindo a necessidade e mudando a rotina da fazenda, com o monitoramento freqüente dos pastos sendo a base do processo de planejamento e tomada de decisões. Esse é um novo paradigma em

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

termos de sistemas pastoris que pode vir a gerar bons frutos caso utilizado de maneira ponderada e adequada.

7. Referências Bibliográficas

ANDRADE, F.M.E. Valor nutritivo da forragem e desempenho de bovinos de corte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv Marandu submetidos a regimes de lotação contínua. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

BARBOSA, R.A. Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo. 2004. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004. Orientador: Prof. Domicio do Nascimento Jr.

BÉLANGER, G.; GASTAL, F.; WAREMBOURG, F. The effects of nitrogen fertilization and the growing season on carbon partitioning in a sward of tall fescue. *Annals of Botany*, v.70, p.239-244, 1992.

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.

BRISKE, D.D. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretation. In: Hodgson, J & Illius, A.W.(eds.) *The Ecology and Management of Grazing Systems*, Wallingford, CAB INTERNATIONAL, p.37-68, 1996.

BUENO, A.A.O. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

CARNEVALLI, R.A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capimMombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

CARVALHO, D.D. Leaf morphogenesis and tillering behaviour in single plants and simulated swards of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars. 2002. Thesis (PhD in Plant Science), Massey University, Palmerston North, N.Z., 2002, Orientador: Cory Matthew.

CASAL, J.J.; SANCHEZ, R.A.; DERIGIBUS, V.A. Tillering response of *Lolium multiflorum* plants to changes of red/far red ratio typical of sparse canopies. *Journal of Experimental Botany*, 38, 1432-1439. 1987.

DA SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. *Proceedings of Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*, UFPR, Curitiba, Brazil, 2004. 2 (compact disc).

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D.; MONTAGNER, D.B. Desafios da produção intensiva de bovinos de corte em pasta-gens. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2005, Brasília. Anais... Brasília: UPIS, 2005. Disponível em www.forragicultura.com.br.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Sistema Intensivo de Produção de Pastagens. II Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal (II CLANA). Manejo e Nutrição de Ruminantes. Palestra Técnica. Realização: CBNA - AMENA -10 a 13 de abril de 2006 – São Paulo, SP.

DAVIDSON, J.L.; MILTHORPE, F.L. Leaf growth of *Dactylis glomerata* L. following defoliation. *Annals of Botany*, v.30, p.173-184, 1966.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* v. 82, p.165-172, 1974.

DAVIES, E.J.; ZHANG, J. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Review of Plant Physiology* 42: 55-76. 1991.

DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. *Plant Physiology*, v.72, p.900-912, 1983.

FAGUNDES, J.L.; DA SILVA S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 36, n. 1, p. 187-195, 2001.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. In: MATTOS, W.R.S. et al. (Eds.) *A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS*. FEALQ, Piracicaba, p.808-825, 2001.

GONÇALVES, A.C. Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, 2002. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

GUTMAN, M.; NOY-MEIR, I.; PLUDA, D. et al.. 2001. Biomass partitioning following defoliation of annual and perennial Mediterranean grasses. *Conservation Ecology* 5(2): 1. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss2/art1/>) 2001.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: *INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS*, 15., Kyoto, 1985. Proceedings. Nishi-Nasuno: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p. 63-67.

JARVIS, S.C.; MACDUFF, J.H. Nitrate nutrition of grasses from steady-state supplies in flowing solution culture following nitrate deprivation and/or defoliation. I.

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

Recovery of uptake and growth and their interactions. *Journal of Experimental Botany* 40, p.965–975. 1989.

KANNO, T.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Root biomass of five tropical grass pastures under continuous grazing in Brazilian Savannas. *Grassland Science*, v.45, n.1, p. 9-14, 1999.]

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R.; TAYLOR, S.E. Growth of C3 and C4 perennial grasses in reduced irradiance. *Crop Science*, Madison, v.32, p.1033-1038, 1992.

LAMBERS, H.; CHAPIN III, F.S.; PONS, T.L. *Plant Physiological Ecology*. Springer, New York, 1998,540p.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing:tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL. GOMIDE, J. A. (ed.). *Anais...1997*,Viçosa, MG, 1997. p. 117-144.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: GOMIDE, J.A., MATTOS, W.R.S., Da SILVA, S.C. (Eds.) *INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS*, 19, São Pedro, 2001. *Proceedings...* São Pedro:FEALQ, 2001, p.29-37.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G., HODGSON, J., MORAES, A., et al. (Eds.) *GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY*. CAB International, p.265-288, 2000.

LOEHLE, C. 1987. Partitioning of reproductive effort in clonal plants: a benefit- cost model. *Oikos* 49: 1992.

LORETTI, J. Effects of grazing on grass morphology. <http://www.duke.edu/~jloreti/ecophys/rootdistrib.html>. Consultado em 08/02/2003.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K. et al.. Tiller dynamics of grazed

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

swards. In Lemaire, G. ; Hodgson, J. ; Moraes, A. ; Carvalho, P.C. de F. ; Nabinger, C. (Eds.) Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, CAB International, Wallingford, UK, 2002. p.127-150. 2000.

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 utilisation. Grass and Forage Science, v.49, p.352-359, 1994.

MAZZANTI, A; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 2. Herbage growth dynamics. Grass and forage science, v.49, p. 111-120, 1994.

MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. R. Bras. Zootec., v.33, n.2, p.282-289, 2004

MOLAN, L.K. Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2004. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

NASCIMENTO Jr., D.; GARCEZ NETO, A.F.; BARBOSA, R.A.; et al. Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidade. In: OBEID, J.A., PEREIRA, O.G., FONSECA, D.M., NASCIMENTO Jr., D. (Eds.). Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 1, Viçosa, 2002. Anais... Viçosa : UFV, 2002, p.149-196.

NELSON, C.J. shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.) Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology: CAB International, p. 101-126, 2000.

PAGOTTO, D.S. Comportamento do sistema radicular do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) sob irrigação e submetido a diferentes intensidades de pastejo.

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

2001. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2004. Orientador: Prof. Moacyr Corsi.

PARSONS, A.J.; JOHNSON I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. *Grass and Forage Science*. 43:49-59, 1988.

RICHARDS, J.H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: BAKER, M.J. (Eds.) *Grassland For Our World*. SIR Publishing, Wellington, 1993, p.46-54.

SARMENTO, D.O.L. Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação contínua. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

SARMENTO, D.O.L. Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte. 2007. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2007. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

SBRISSIA, A.F. Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua. 2004. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2004. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba : SBZ, 2001, p.731-754.

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

SKINNER R.H.; NELSON C.J. Estimation of potential tiller production and site usage during tall fescue canopy development. *Annals of Botany*, 70:493-499. 1992.

SOUZA-JÚNIOR, S.J. Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2007. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

TRINDADE, J.K. Modificação na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2007. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Comstock Publishing Associates. Ithaca, N.Y., 2nd ed. 1982. 476p.

VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Forage crop management: Applications of emerging technologies. In: Heath, M. E., Metcalfe, D. S., Barnes, R. F. (Eds.). *Forages: The science of grassland agriculture*, 3º Ed. Vol. 1. The Iowa State University Press, Iowa, USA, p.3-20. 1995.

ZEFERINO, C.V. Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2007. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.

WEAVER, J.E. Effects of different intensities of grazing on depth and quantity of roots of grasses. *J. Range Manag.*, 3(2):100-113. 1950.

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

WOLEDGE, J. The photosynthesis of ryegrass leaves growth in a simulated sward.

Annals of Applied Botany, v.73,p.229-237, 1973.

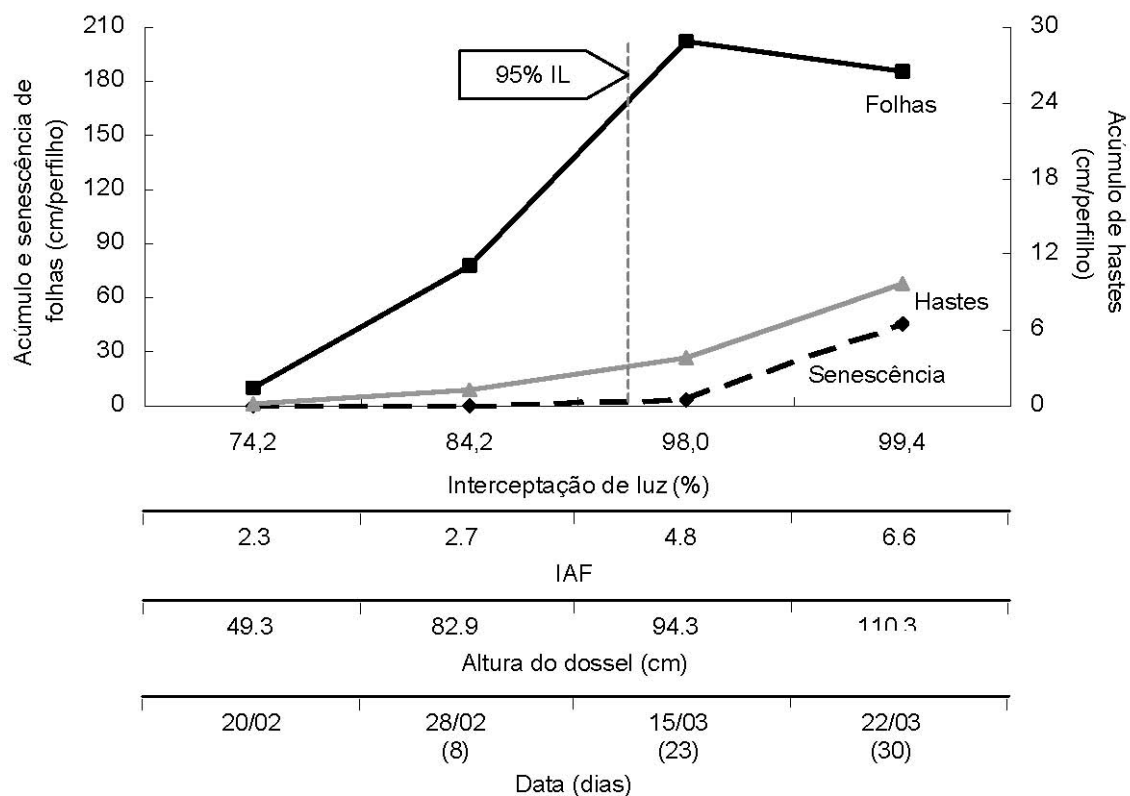


Figura 1 – Dinâmica do acúmulo de forragem durante a rebrotação do capim-Mombaça pastejado com 100% de interceptação de luz e 50 cm de resíduo (Carnevali, 2003).

Palestra apresentada no 24º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, 3-5 de setembro de 2007

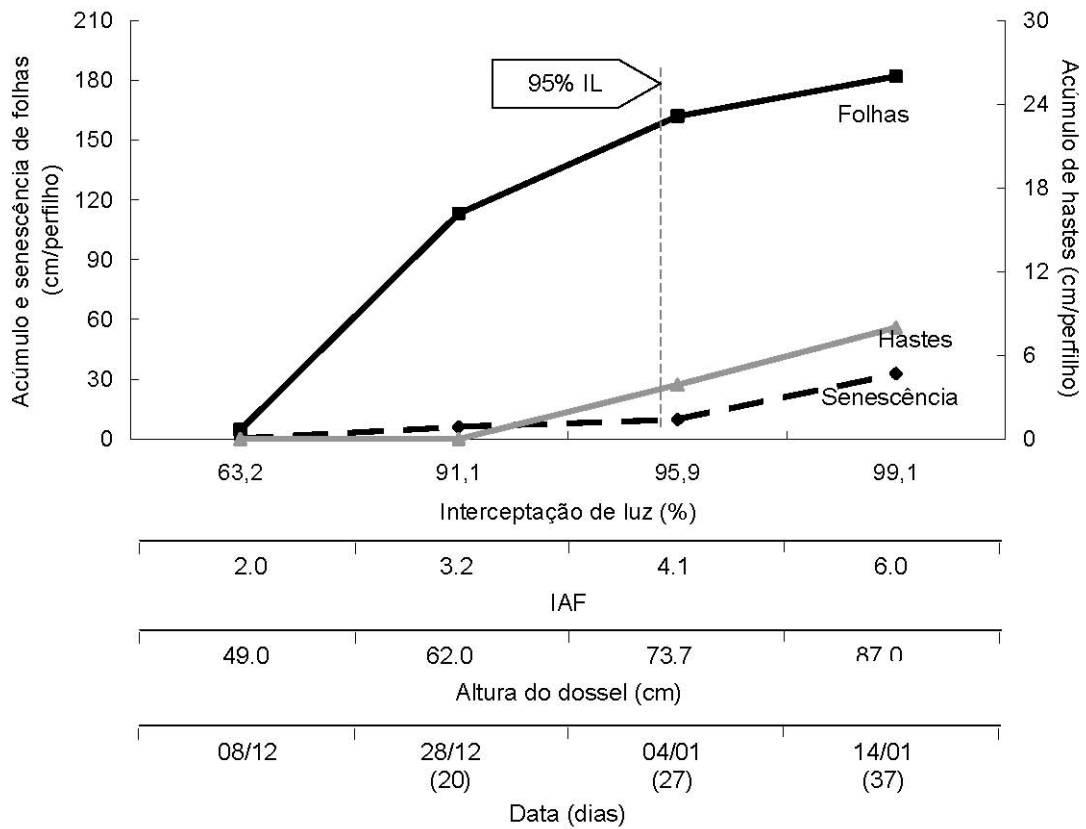


Figura 2 – Dinâmica do acúmulo de forragem durante a rebrotação do capim-tanzânia pastejado com 100% de interceptação de luz e 50 cm de resíduo (Barbosa, 2004).

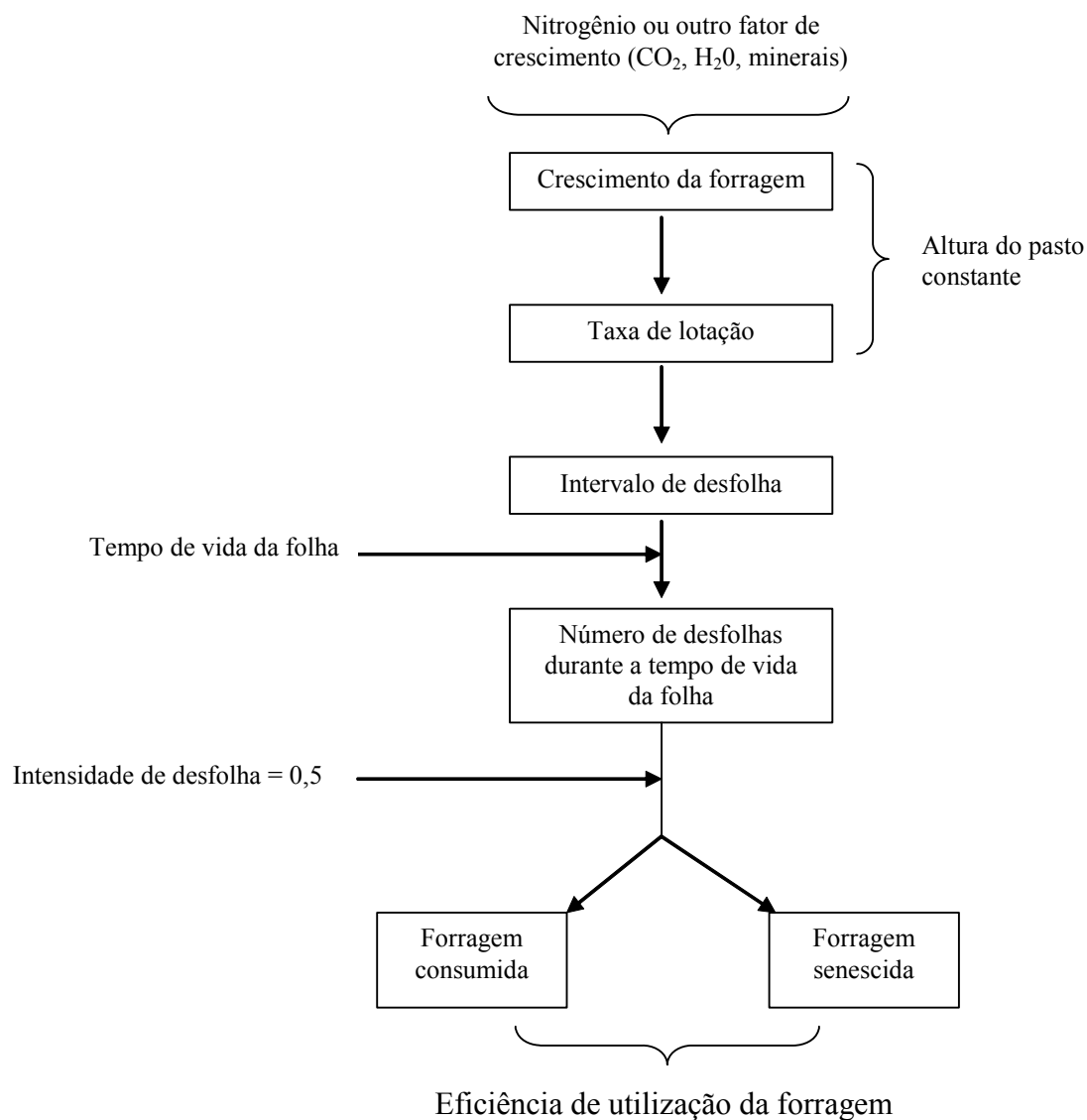


Figura 3 - Representação esquemática do efeito do suprimento de fatores de crescimento na eficiência de utilização de forragem sob lotação contínua (Adaptado de Mazzanti e Lemaire, 1994).

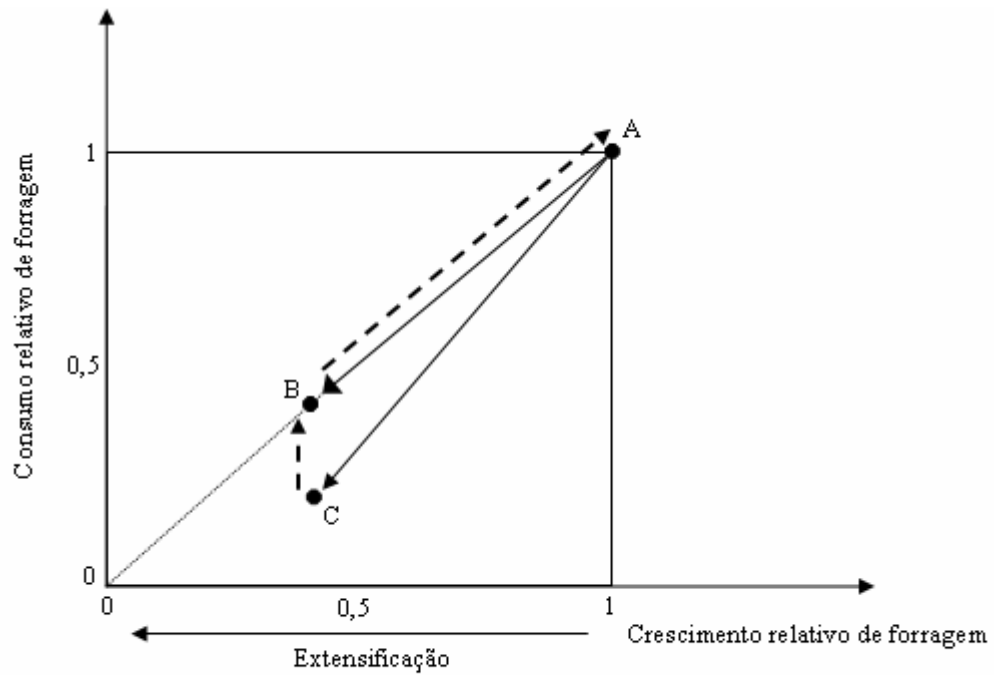


Figura 4 - Diagrama representando a evolução esperada do crescimento relativo da forragem e o consumo relativo de forragem quando a produção é reduzida pela extensificação. Trajetórias A→ C e A→ B corresponderia a lotações contínuas e intermitentes, respectivamente. A inclinação 1:1 implica que a eficiência do uso da forragem seria mantida, enquanto uma maior inclinação corresponderia a uma diminuição nessa mesma eficiência (Adaptado de Lemaire & Agnusdei, 2000).