

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

RESPOSTAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE PLANTAS TROPICAIS SUBMETIDAS À DESFOLHAÇÃO¹

LEANDRO MARTINS BARBERO^{2*}, KELEN CRISTINA BASSO³, MAURÍCIO SCOTON IGARASI⁴, ADENILSON JOSÉ PAIVA⁵,
FERNANDA CARVALHO BASSO²

¹Recebido para publicação em 12/05/15. Aceito para publicação em 23/11/15.

²Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Uberlândia, MG, Brasil.

³Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, SC, Brasil.

⁴Universidade de Uberaba, Uberaba, MG, Brasil.

⁵DowAgrosciences Pastagens, Campo Grande, MS, Brasil.

Autor correspondente: leandrobarbero@famev.ufu.br

RESUMO: A emissão de folhas, seu alongamento e a estrutura que conferem ao dossel forrageiro, são quantificados via morfogênese e característica estrutural do dossel. A emissão e o balanço de perfilhos é conhecido como perfilhamento. Ambos, morfogênese e perfilhamento, conferem ao pasto o potencial produtivo. Este processo é influenciado pela intensidade e a frequência de desfolhação. Pastos apresentam plasticidade fenotípica quando submetidos à pastejo intenso e frequente, com vistas a se adequar a esta condição adversa de ambiente. Ademais, fatores como a idade da planta e adubação influenciam no padrão de crescimento. Uma população com perfil etário jovem, ou um pasto adubado, apresenta taxas morfogênicas mais aceleradas, necessitando de ajustes no manejo do pastejo. Aliados a estes fatos, o padrão sazonal de distribuição de chuvas, temperatura e fotoperíodo, faz com que os pastos tenham padrão de crescimento distinto durante o ano. Quando estas condições são favoráveis ao crescimento das plantas, as taxas morfogênicas são aceleradas e ajustes no manejo são necessários. Sendo assim, o manejo do pastejo na época das águas e na época das secas, são distintos, principalmente por conta de padrões de crescimento diferentes nestas épocas. De fato, vários fatores influenciam o crescimento das plantas em pastejo, todavia, a devida manutenção do índice de área foliar (IAF) do pasto, seja em lotação contínua ou lotação intermitente, faz com que resultados satisfatórios sejam obtidos em sistemas de exploração pecuária a pasto. Diante do exposto, metas de manejo considerando parâmetros morfogênicos da planta, aliados à manutenção de IAF adequado, mostram que pastos manejados em lotação contínua devem ser mantidos em condições consideradas ótimas tanto para o crescimento da planta como para o consumo animal. Estas condições coincidem com alturas de manutenção de dossel forrageiro, recomendada para cada espécie ou cultivar dentro de espécie. Da mesma forma, em lotação intermitente, a condição ótima de manejo do pastejo, quando a rebrota deve ser interrompida, coincide com o momento em que o dossel forrageiro intercepta 95% da luz incidente, em que a taxa média de acúmulo do pasto é máxima. Sendo assim, o conhecimento das respostas morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras em pastejo, frente a mudanças nas condições do meio, auxiliam na tomada de decisão de estratégias do manejo do pasto, com vistas ao uso eficiente do recurso forrageiro.

Palavras-chave: morfogênese, características estruturais, perfilhamento, interceptação luminosa, métodos de pastejo.

MORPHOGENETIC AND STRUCTURAL RESPONSES OF TROPICAL PLANTS SUBMITTED TO DEFOLIATION

ABSTRACT: Leaf emergence and elongation and the structure they confer to the forage canopy are quantified based on morphogenetic and structural characteristics of the canopy. The emergence and balance of tillers is known as tillering. Both morphogenesis and tillering confer the production potential to the pasture. This process is influenced by the intensity and frequency of defoliation. Pastures exhibit phenotypic plasticity when submitted to intense and frequent grazing in order to adapt to this adverse environmental condition. Furthermore, factors such as plant age and fertilization influence the growth pattern. A population with a young age profile or a fertilized pasture has more accelerated rates of morphogenesis and requires adjustment in pasture management. In addition to these factors, the seasonal distribution pattern of rain, temperature and photoperiod leads to variations in the growth pattern of pastures over the year. When these conditions are favorable for plant growth, the rates of morphogenesis are accelerated and adjustments in management are necessary. Thus, pasture management differs between the rainy and dry seasons, mainly because of the different growth patterns during these periods. Indeed, several factors influence the growth of pasture plants; however, appropriate maintenance of the leaf area index (LAI) of the pasture under continuous or intermittent stocking provides satisfactory results of pasture-based farming systems. Given the above, management targets considering morphogenetic parameters of the plant, in conjunction with the maintenance of an adequate LAI, show that continuously stocked pastures should be kept under optimal conditions for both plant growth and animal consumption. These conditions coincide with the maintenance heights of the forage canopy recommended for each species or cultivar. Similarly, under intermittent stocking, the optimal condition for pasture management, i.e., when regrowth should be interrupted, coincides with the time when the forage canopy intercepts 95% of incident light and the average rate of pasture accumulation is maximum. Thus, knowledge of the morphogenetic and structural responses of forage plants to changes in environmental conditions contributes to the establishment of pasture management strategies for the efficient use of forage resources.

Keywords: morphogenesis, structural characteristics, tillering, light interception, pasture methods.

INTRODUÇÃO

O sucesso na utilização de pastagens tropicais não depende apenas da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da planta forrageira, mas também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com a manutenção da capacidade produtiva da pastagem. O processo de acúmulo de forragem é determinado principalmente pela morfogênese, aliada a densidade populacional de perfilhos (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993).

Quando o pasto encontra-se em crescimento vegetativo, três características básicas podem descrever a morfogênese: aparecimento, alongamento e duração de vida das folhas (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993). Gramíneas forrageiras tropicais, principalmente as de crescimento ereto, apresentam outro componente importante que interfere significativamente na estrutura do pasto e nos equilíbrios do processo de competição por luz: o alongamento de colmo (SBRISIA e SILVA, 2001).

As características morfogênicas, embora sejam determinadas geneticamente, são influenciadas pelo ambiente e definem as principais características estruturais dos pastos: tamanho de folha, densidade populacional de perfilhos, número de folhas vivas por perfilho e relação folha:colmo (SBRISIA e SILVA, 2001). Nesses termos, os pastos podem ser considerados como sistemas dinâmicos, onde alterações na morfogênese resultam em modificações na estrutura do dossel, promovendo alterações no índice de área foliar e, conseqüentemente, na quantidade e qualidade da luz interceptada, o que influencia os padrões de crescimento e acúmulo de forragem (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993).

A produtividade e padrões de crescimento de uma gramínea decorrem da contínua emissão de folhas e perfilhos. Este processo é importante principalmente após o corte ou pastejo para restaurar a área foliar da planta e permitir a perenidade do pasto. Plantas que estão sendo pastejadas podem

responder de diferentes maneiras ao processo de desfolha realizada pelo animal. Nos primeiros dias, após a desfolha, as forrageiras desenvolvem mecanismos de adaptação fisiológica à restrição de carboidratos que ocorre devido à diminuição do processo fotossintético causado pela remoção de parte das folhas, assim, as plantas recorrem aos carboidratos armazenados em órgãos de reserva como a base das raízes e rizomas conferindo então a capacidade de reestabelecer rapidamente a área foliar e iniciar o processo fotossintético novamente. No longo prazo, ocorre plasticidade morfológica para redução da probabilidade de desfolhação. Essas características são determinantes para conferir resistência da planta ao pastejo (BRISKE, 1996) e manter o pasto perene e a perpetuação da espécie em ecossistemas onde o animal é o agente desfolhador e causa mudanças nas condições naturais do pasto.

Contudo, fatores ligados ao manejo do pastejo influenciam nos processos de formação, desenvolvimento, morte de tecidos na planta, bem como determinam o aumento ou diminuição de indivíduos no ecossistema por meio da alteração na dinâmica populacional de perfilhos. O ponto ótimo de respostas das plantas e dos animais deve convergir ao mesmo ponto no ecossistema pastagem, de forma que o pasto se perenize e permita máxima eficiência em ganho animal, que é, geralmente, o objetivo da exploração pecuária.

O objetivo desta revisão foi levantar informações referentes às respostas morfogênicas de plantas forrageiras submetidas ao pastejo, as quais podem auxiliar na tomada de decisão das estratégias de manejo do pastejo a serem empregadas.

Respostas morfogênicas de plantas submetidas ao pastejo

Intensidade e frequência do pastejo

Nas pesquisas recentes com plantas forrageiras, a avaliação morfogênica tem sido destaque em muitas publicações científicas. Porém, na maioria das vezes ela é realizada em casa de vegetação ou quando no campo, a planta é submetida a sistemas de corte mecânicos em parcelas, dificultando a aplicabilidade prática dos resultados no manejo. Nos centros de pesquisa que dispõem de infraestrutura para realização destas avaliações sob pastejo, tem-se observado resultados importantes para o entendimento das respostas das plantas aos diferentes tipos de manejo ou aos diferentes tratamentos experimentais aplicados.

Independente do sistema de manejo empregado, as respostas morfogênicas das plantas, mesmo em condições adversas de ambiente, tem comprovado a alta plasticidade das gramíneas frente ao pastejo (BRISKE, 1996). As avaliações realizadas em experimentos de pastejo visam determinar ou conhecer as respostas da planta ao pastejo, compreendendo as mudanças nas características fisiológicas no curto prazo (i.e. alocação de carboidratos), e morfológicas no médio e longo prazo (i.e. aparecimento de perfilhos, alongamento de folhas e colmos), haja vista que para a planta esta é uma forma de adaptação ao ambiente, refletindo na perpetuação da espécie e com consequências na produção de forragem (BRISKE, 1996).

A intensidade e frequência de desfolhação influenciam o processo de rebrota das plantas, principalmente na fase inicial deste processo. As taxas de crescimento da planta estão relacionadas com a área foliar remanescente e, conseqüentemente, à quantidade de luz interceptada pelas folhas (BROUGHAM, 1955). Este mesmo autor descreveu as fases da rebrota em plantas de clima temperado, que se assemelham às respostas obtidas em estudos com plantas de clima tropical. Embora plantas tropicais e temperadas (vias C_4 e C_3 , respectivamente) possuam mecanismos fisiológicos diferentes, o padrão de resposta à intensidade do pastejo é semelhante quanto aos parâmetros estudados (BROUGHAM, 1958).

Gramíneas pastejadas sob alta intensidade apresentam respostas morfogênicas marcantes como maior taxa de aparecimento de folhas (TapF), que por sua vez podem não refletir em aumento em índice de área foliar (IAF) e acúmulo de forragem, pois estas plantas geralmente apresentam menor tamanho final da folha (TFF) caracterizando a capacidade de adaptação morfofisiológica representada como plasticidade fenotípica do dossel (BARBOSA *et al.*, 2002).

Normalmente, pastos que sofrem desfolhações menos intensas apresentam maior taxa de alongamento de folha (TAIF) (MARCELINO *et al.*, 2006), devido a maior distância que a folha, em emergência, tem que percorrer dentro da bainha das folhas que a antecederam, pronunciando o tempo de divisão celular, bem como acarretando em maior tamanho final da folha (TFF) (DURU e DUCROCQ, 2000). Da mesma forma que o TFF, o colmo também sofre influência da altura do resíduo pós-pastejo, apresentando maior alongamento com pastejos menos intensos (MARCELINO *et al.*, 2006), influenciando diretamente na colheita da forragem pelo animal.

A intensidade do pastejo tem apresentado relação inversa com senescência da planta (PONTES *et al.*, 2004), visto que plantas forrageiras possuem menor taxa de crescimento, mas compensam esse fator senescendo em menor quantidade. O número de folhas vivas (NFV) por perfilho normalmente não é alterada em pastos submetidos a diferentes intensidades. Esta característica é pouco influenciada pelo ambiente e é determinada geneticamente em cada espécie (NABINGER e PONTES, 2001).

Nos últimos anos, o conceito de interceptação luminosa, associado à altura ideal de entrada e saída dos animais nos piquetes manejados sob lotação intermitente, tem sido utilizado como meta de interrupção da rebrota ou do pastejo. Anteriormente, a frequência de ciclos era avaliada fixando-se dias de rebrota, ou seja, pelo período de descanso dos pastos. Essa estratégia pode ocasionar perdas de forragem devido ao crescimento de colmos e senescência e/ou pelo uso antes do período de maior acúmulo de folhas, pelo fato de que as respostas das gramíneas durante as estações do ano ou de acordo com as condições em que são submetidas, não seguem o calendário juliano, mas são o resultado das características fisiológicas inerentes a cada genótipo em um dado ambiente.

Gramíneas tropicais desfolhadas com alta frequência apresentam maior TApF e TAIF. Por outro lado, apresentam menor taxa de alongamento de colmos (TAIC) (MARCELINO *et al.*, 2006; CARNEVALLI, 2003) e menor taxa de senescência (TSen) (CARNEVALLI, 2003). A maior TApF está relacionada ao comprimento da bainha, que é menor quando comparado à pastos desfolhados menos frequentemente (ZEFERINO, 2006). A TAIF mais elevada faz com que a planta, para manter o NFV constante, diminua a duração da vida da folha (DVF), acelerando o processo de senescência. Isto ocorre devido à remoção da área foliar em curto intervalo de tempo, fazendo com que a planta não sofra grande limitação em quantidade e qualidade da luz que atinge o dossel, o que prioriza a produção de tecido fotossinteticamente ativo para maximizar a captação da radiação. Desta forma, a interrupção da rebrota em estágios não muito avançados de crescimento, contribui para alta proporção de folhas vivas em relação a colmos e folhas senescentes ou mortas, o que permite a colheita do pasto próximo à taxa máxima de acúmulo de forragem, sendo esta composta principalmente por folhas e apresentando melhor valor nutritivo.

Quando os pastos são manejados baseando-se no conceito de interceptação luminosa (IL), as taxas de expansão foliares e o número de folhas

em expansão tendem a diminuir, assim como as taxas de senescência e alongamento de colmos apresentam aumentos consideráveis a partir do ponto que o dossel atinge 95 % de IL (CARNEVALLI, 2003). Anteriormente a esta fase, a senescência é pequena independente da frequência de corte do pasto, visto que a planta preza por maximização em produção de área foliar, pois o dossel está ainda aberto e bem iluminado, e a luz incidente não está sendo eficientemente absorvida e aproveitada.

Portanto, a planta forrageira submetida ao pastejo apresenta padrões adaptativos de resposta à desfolhação que faz com que sua permanência no ecossistema seja facilitada. A correta interpretação destas respostas por parte do manejador faz com que seja também maximizada a utilização do ecossistema pastagem, com vistas à manutenção da perenidade do pasto e benefícios à produção animal.

Idade da planta

Da mesma forma que a frequência e intensidade de pastejo, a idade de perfilhos influencia a velocidade e a magnitude dos processos morfogênicos (PAIVA *et al.*, 2011; BARBOSA *et al.*, 2012). Em uma população de plantas, perfilhos considerados jovens apresentam maiores valores de TApF e TAIF em relação aos perfilhos velhos (PAIVA *et al.*, 2011), evidenciando que um manejo direcionado à ocorrência de maior proporção de perfilhos jovens leva a ritmos morfogênicos acelerados, de forma a aumentar a velocidade do processo de rebrota do pasto.

Assim, em pastos em que a rebrota é interrompida com 95% ou máximo de IL pelo dossel, os padrões morfogênicos podem ser influenciados por haver diferença na idade média de perfilhos no dossel forrageiro, já que pastos manejados com maior frequência tem maior TApF e TAIF. Da mesma forma, em lotação contínua, estudos mostram que pastos manejados mais baixos apresentam alta renovação de plantas, o que faz com que a idade média dos perfilhos seja também menor (SBRISIA *et al.*, 2010), o que pode acelerar as taxas morfogênicas observadas (PAIVA, *et al.*, 2011). Entretanto, estas taxas aceleradas podem não conferir maior produção do pasto, pois as plantas neste ambiente tem tamanho reduzido (SBRISIA e SILVA, 2008).

Adubação Nitrogenada

A maior participação de perfilhos jovens no pasto, além de ser conseguida manipulando a frequência e intensidade de desfolhações, pode

ser atingida utilizando adubação nitrogenada, que acelera o fluxo de aparecimento e morte de perfilhos, fazendo com que predominem perfilhos jovens (BASSO, *et al.*, 2010; PAIVA *et al.*, 2011). Neste sentido, deve-se dar atenção à elevada TSen que pode ocorrer em pastos em que a renovação de perfilhos é constante, de forma que a colheita deve ser feita mais frequentemente, antes que a proporção de tecidos mortos ou senescentes atinja valores que possam prejudicar o valor nutritivo da forragem, pois a DVF é menor em perfilhos novos comparativamente a perfilhos velhos (PAIVA *et al.*, 2011).

Incrementos na fertilização nitrogenada resulta em aumentos na TApF, TAIF, TAIC e TSen (DURU e DUCROCQ, 2000; ANDRADE *et al.*, 2005), resultando em diminuição da relação folha:colmo caso o período de rebrota seja excessivamente longo. Este fato deve ser levado em consideração na decisão de manejo do pasto, de forma que a produção de folhas no dossel seja priorizada. Cuidados especiais como aumento na frequência de pastejo em pastos adubados devem ser tomados, visto que a aceleração dos processos morfogênicos pode contribuir para a ineficiência da colheita de material vegetativo vivo, principalmente folhas verdes.

A eficiência na utilização de pastos adubados com N será totalmente dependente da taxa de lotação empregada (FAGUNDES *et al.*, 2005), pois determinará a frequência com que os perfilhos serão desfolhados. Quando os pastos são mantidos em uma amplitude ótima de manejo, ou seja, sob um intervalo de altura e sob taxa de lotação variáveis durante as épocas do ano, ajustes compensatórios nas características morfogênicas e estruturais resultam em aumentos na densidade volumétrica total, particularmente de folhas e colmos (PEREIRA *et al.*, 2010).

Sazonalidade hídrica

Da mesma forma que o manejo do pastejo e a nutrição mineral das plantas, a variação estacional também determina a velocidade de rebrota das gramíneas forrageiras tropicais. Estudos com plantas forrageiras tropicais sobre a diminuição da estacionalidade tem avaliado o fornecimento de água no sistema via irrigação. Plantas crescendo em ambiente onde não há déficit hídrico, apresentam ritmos morfogênicos acelerados (ANDRADE *et al.*, 2005), principalmente TAIF e TSen. A época do ano em que ocorre a maior parte da precipitação proporciona às plantas ritmos acelerados de

crescimento e senescência (PACIULLO *et al.*, 2008). Nesse sentido, o uso de irrigação pode ser uma ferramenta útil nos sistemas de produção animal em pasto em regiões onde outros fatores limitantes ao crescimento da planta como temperatura, fotoperíodo e fertilidade do solo não sejam tão pronunciados.

Índice de área foliar

O produto final das características morfogênicas determina as características estruturais, que, por sua vez, determinam o índice de área foliar (IAF) do pasto. O IAF é direcionador do manejo do pastejo e pode determinar momentaneamente a velocidade das respostas morfogênicas às características ambientais, pois altera o microclima principalmente interferindo na qualidade e quantidade da luz que atravessa o dossel.

O manejo do pastejo deve maximizar a utilização do IAF do pasto, de forma que estratégias de colheita de forragem sejam traçadas para que ocorra rápida formação de área foliar após o pastejo, permitindo que as folhas sejam eficientemente colhidas, antes que entrem em senescência ou que tenham participação proporcionalmente reduzida no pasto, influenciando nas características estruturais.

Perfilhamento

A resposta das plantas às mudanças no manejo ou no ambiente está diretamente relacionada à capacidade de perfilhamento. Esta característica está diretamente correlacionada com TApF, pois a cada folha surgida existe a possibilidade de formação de um novo perfilho. Esta característica recebe o nome de *site filing* (DAVIES, 1974). Pastos com alta TApF podem proporcionar elevada renovação de perfilhos, fazendo com que existam perfilhos mais jovens na comunidade de plantas, e aumento na produção de forragem.

A dinâmica de perfilhamento de gramíneas apresenta inter-relações entre a morfologia do perfilho, a otimização e a persistência da área foliar do dossel, características que visam perenidade da planta no ambiente. A morfologia do perfilho está relacionada aos mecanismos de tolerância e escape ao pastejo (BRISKE, 1996). Quanto à área foliar do dossel, a altura e tamanho médio do perfilho podem ser determinados pela intensidade e frequência de desfolha. A otimização da área foliar do dossel, resultante de desfolha mais intensa, é obtida por meio da redução no tamanho médio do perfilho

e do aumento na densidade de perfilhos (SBRISIA e SILVA, 2008). Essas características determinam a perenidade da planta no ambiente, onde a plasticidade fenotípica relacionada à dinâmica de populações é determinante para manutenção das características morfogênicas do dossel.

Recomendações de manejo do pastejo com base em respostas morfogênicas e estruturais

A influência de diferentes estratégias de manejo do pastejo é decorrente de mudanças na estrutura do pasto, que resultam em alterações na disponibilidade de luz (quantidade e qualidade) para cada indivíduo da comunidade de plantas que compõe o dossel (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

Em pastagens manejadas sob lotação contínua, conforme se aumenta a altura, aproximando-se da condição de equilíbrio do dossel, observa-se aumento no índice de área foliar (IAF) até um ponto em que se atinge um platô, quando incrementos no IAF passam a ser mais modestos (FAGUNDES *et al.*, 2001). Nas condições de maiores alturas, com maiores IAF, observa-se redução nas TApF, aumento no tempo requerido para formação de uma nova folha (filocrono) e ainda, maior tempo de vida das folhas e maiores TAIF, TAIC e TSen (BARBOSA, 2004; BARBOSA *et al.*, 2002; MARCELINO *et al.*, 2006).

As taxas de fluxo de tecidos observadas nos perfilhos, quando transpostas para as taxas do dossel como um todo (kg MS/ha), mostram que o crescimento total (folhas e colmos), o crescimento de folhas e a senescência se elevam com o aumento da altura do pasto, até um ponto máximo, a partir do qual começam a diminuir. O crescimento de colmos cresce de forma assintótica com o aumento da altura dos pastos (SBRISIA, 2004).

Como resultado destes processos, o acúmulo de forragem (crescimento menos senescência) é menor quando o pasto é manejado em condições extremas (muito alto ou muito baixo), mas nota-se, como descrito para plantas de clima temperado (HODGSON, 1990), que existe uma amplitude de condições de manejo, em que as taxas de acúmulo são muito próximas da ótima, indicando a existência de uma faixa de condições de alturas do pasto em que é possível trabalhar com diferentes metas de manejo (Figura 1a).

Dentro desta faixa, o pasto apresentaria acúmulos semelhantes, porém com estruturas distintas. A estrutura do pasto, neste caso, poderia interferir diretamente sobre o consumo e o desempenho

animal, além de ter relação com as perdas de forragem devido ao pastejo, influenciando também na taxa de lotação. De modo geral, aumentos em taxa de lotação visando melhorias na eficiência de utilização da forragem produzida, quando os pastos apresentam condições estruturais inadequadas (elevada proporção de colmos e material senescente) podem fazer com que o desempenho individual e a produção por área sejam comprometidos devido a erros de manejo do pastejo.

Em pastos mantidos mais altos, o tamanho do bocado tende a ser maior, devido à possibilidade de maior profundidade do bocado. O maior tamanho do bocado é acompanhado de maior tempo requerido para o seu processamento, entretanto os acréscimos na massa de bocado compensam a redução na taxa de bocados, de forma que a velocidade e a quantidade de forragem ingerida pelo animal aumentem (SILVA, *et al.*, 2013).

As taxas de remoção da forragem pelos animais acompanham as taxas de acúmulo, sendo esta a condição necessária para que os pastos sejam mantidos em estado de equilíbrio, sem alterações na altura (SBRISIA, 2004). Com a estrutura da forragem interferindo diretamente sobre a capacidade de consumo dos animais, tem-se que em pastos mantidos mais baixos seriam necessários mais animais para, no fim do dia, consumir a mesma quantidade de forragem acumulada. Como resposta às taxas de acúmulo líquido de forragem e à capacidade de consumo diário dos animais em pastejo, tem-se as variações nas taxas de lotação necessárias para a manutenção dos pastos em diferentes alturas (Figura 1b).

Em lotação intermitente, a intensidade do pastejo pode ser separada em frequência ou tempo de permanência em rebrota, e intensidade da desfolha ou proporção da forragem presente no momento da entrada dos animais que é removida pelo pastejo. Na prática, estes dois componentes correspondem aos momentos de entrada e saída dos animais do piquete. Estudos mostram que a altura do pasto na qual os animais devem ser retirados, corresponde a 50% da altura de entrada, desde que esta represente a altura necessária para o dossel interceptar 95 % da luz incidente (TRINDADE *et al.*, 2007; ZANINI *et al.*, 2012).

O maior acúmulo de colmos ocorre no período de outono e faz com que a quantidade total de forragem acumulada ao longo do ano, independente da frequência de desfolha, seja maior. Entretanto o acúmulo de folhas também pode ser incrementado em pastos manejados com 95% de IL durante todas as épocas do ano (Tabela 1 e 2; CARNEVALLI, 2003;

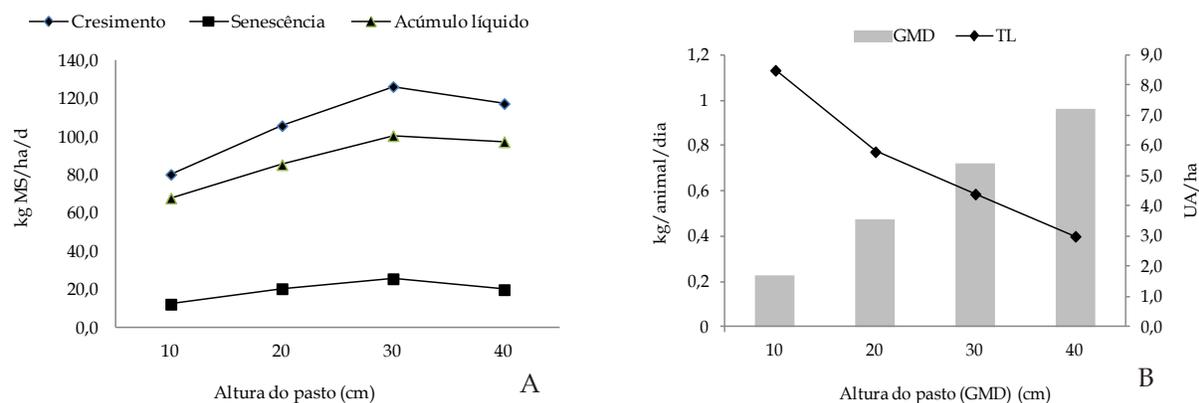


Figura 1. Taxas de crescimento, senescência e acúmulo líquido (A), e desempenho animal (GMD) e taxa de lotação (TL) (B) em pastos de *B. brizantha* cv. Marandu mantidos em quatro alturas de manejo, durante o período de janeiro a março de 2002. (A) SBRISIA (2004). (B) ANDRADE (2003).

Tabela 1. Acúmulo líquido em capim mombaça para os tratamentos de 95 e 100% de interceptação luminosa durante o ano

	Interceptação Luminosa (IL %)	
	95	100
	Lâminas foliares (kg/ha de MS)	
Crescimento	25.900	24.540
Senescência	7.950	12.920
Acúmulo Líquido	17.950	11.620
	Hastes (kg/ha de MS)	
Crescimento	7.450	15.140
Senescência/Encurtamento	8.590	9.180
Acúmulo Líquido	-1.140	5.960
	Lâminas foliares + hastes (kg/ha de MS)	
Acúmulo Líquido	16.810	17.580

CARNEVALLI (2003).

BARBOSA, 2004). Assim, devido às menores taxas de senescência e acúmulo de colmos, a frequência de pastejo, definida como o momento em que o dossel intercepta 95% da luz incidente tem se mostrado vantajosa em relação a períodos de rebrota maiores (IL máxima). O ponto de 95% IL pode ser correlacionado com outras variáveis quantitativas do pasto mais fáceis de ser mensuradas no campo, como por exemplo, massa de forragem ou altura média do dossel (SILVA, 2004).

A retirada dos animais da área, ou altura de resíduo, também deve ser baseada na condição de estrutura do pasto, podendo ser representada por variáveis quantitativas como altura ou massa de forragem. Estudos envolvendo plantas do gênero *Panicum* mostram que a associação da entrada dos animais baseada nos 95% de IL com resíduos mais baixos (25 cm em comparação com 50 cm) proporciona melhores resultados no que diz respeito ao acúmulo de folhas e produção total de forragem (Tabela 2).

Tabela 2. Acúmulo de matéria seca de lâminas foliares do capim tanzânia submetido a combinações de altura de saída e interceptação luminosa

Alturas de saída (cm)	Interceptação Luminosa (IL %)	
	95	100
	Lâminas foliares (kg/ha)	
25	10.560	8.030
50	8.060	6.750

BARBOSA (2004).

Apesar de estar relacionado com maiores acúmulos de matéria seca e menores proporções de material perdido (CARNEVALLI, 2003), o momento de retirada dos animais do pasto não deve ser baseado unicamente nestas características. Porém, conforme relatado anteriormente, existem épocas do ano em que o crescimento das forrageiras é acelerado e esses períodos, geralmente, coincidem com as

épocas de florescimento de cada cultivar. Assim, deve-se dar atenção para possíveis alterações que possam ocorrer no resíduo deixado mais alto ao longo do ano, pois o manejo baseado em 50% de desfolha pode ocasionar acúmulo de material morto de colmos, o que pode anular a vantagem inicial de maior possibilidade de seleção de folhas pelos animais no pré e pós-pastejo (CARVALHO *et al.*, 2009). Adicionalmente, a altura do resíduo permite flexibilidade de manejo do pastejo, ou seja, pode ser variável em função da necessidade momentânea da propriedade. Já a meta pré-pastejo não permite essa flexibilidade, devendo ser mantida relativamente estável durante a época de crescimento das plantas forrageiras, uma vez que variações resultam em alteração na estrutura do dossel com impactos potencialmente negativos sobre as características produtivas da gramínea forrageira e, também, sobre o consumo e valor nutritivo da forragem consumida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A morfogênese de plantas forrageiras tropicais tem sido estudada e os resultados têm contribuído para o entendimento dos padrões de crescimento das plantas submetidas ao pastejo, permitindo tomadas de decisões que visem uma eficiente utilização do sistema. As informações existentes mostram que as gramíneas forrageiras tropicais apresentam respostas variadas aos ambientes onde se encontram, porém, devido ao caráter de plasticidade da planta, muitas vezes resultados semelhantes de produtividade são apresentados, fazendo com que o direcionamento das metas de pastejo leve em consideração a produtividade animal por área ou ganho individual, além dos parâmetros de produção forrageira.

Os estudos de morfogênese com plantas forrageiras tropicais deve priorizar o entendimento dos processos adaptativos das plantas ao pastejo, de forma que o padrão de resposta nas diferentes espécies possa ser semelhante, porém, a magnitude desta resposta, muito provavelmente, será diferente, o que resulta em metas de manejo distintas e impede a extrapolação de resultados de uma espécie para outra.

As características avaliadas na morfogênese devem ser associadas à dinâmica de populações de perfilhos, visto que esta determina o acúmulo de forragem, bem como a persistência da planta no ecossistema. O perfilhamento pode ser considerado como a principal característica de adaptação do

pasto às mudanças no ambiente para a manutenção de área foliar, e interfere diretamente nas respostas morfogênicas da planta.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; LOPES, R.S.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; PEREIRA, D.H.; REIS, T.S. Características morfogênicas e estruturais do capim-elfante 'napier' adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.150-159, 2005.
- ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- 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. 122p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M. Características Morfogênicas e Acúmulo de Forragem do Capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.583-593, 2002.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VILEVA, H.H.; SOUSA, B.M.L.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVEIRA, M.C.T. Morphogenetic and structural characteristics of guinea grass tillers at different ages under intermittent stocking. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1583-1588, 2012.
- BASSO, K.C.; CECATO, U.; LUGÃO, S.M.B.; GOMES, J.A.N.; BARBERO, L.M.; MOURÃO, G.B. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 milênio submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.976-989, 2010.
- BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIS, A.W. (ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.37-68.
- 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.
- BROUGHAM, R.W. A study in rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.6, p.804-812, 1955.

- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J.C.; NABINGER, C.; AMARAL, M.F.; CARASSAI, I.J.; MARTINS, R.S.; GENRO, T.C.M.; GONÇALVES, E.N.; AMARAL, G.A.; GONDA, H.; POLI, C.H.E.C.; SANTOS, D.T. **Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e simulações em pastoreio rotativo**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 25., 2009, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.61-94.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. p.55-64.
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, v.82, p.165-172, 1974.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, v.85, p.645-653, 2000.
- FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISIA, A.F.; PINTO, L.F.M. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon*spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.187-195, 2001.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VITOR, C.M.T.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; REIS, G.C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.397-403, 2005.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley, 1990.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (ed.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.
- MARCELINO, K.R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; FONSECA, D.M. Características morfológicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2243-2252, 2006.
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba, SP. **Anais...**Piracicaba: SBZ, 2001. p.755-771.
- PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.917-923, 2008.
- PAIVA, A.J.; SILVA, S.C.; PEREIRA, L.E.T.; CAMINHA, F.O.; PEREIRA, P.M.; GUARDA, V.D.A. Morphogenesis on age categories of tillers in marandu palisadegrass. **Scientia Agricola**, v.68, p.626-631, 2011.
- PEREIRA, L.E.T.; PAIVA, A.J.; SILVA, S.C.; CAMINHA, F.O.; GUARDA, V.D.; PEREIRA, P.M. Sward structure of marandu palisadegrass subjected to continuous stocking and nitrogen-induced rhythms of growth. **Scientia Agricola**, v.67, p.531-539, 2010.
- PONTES, L.S.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; SOARES, A.B. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.529-537, 2004.
- SBRISIA, A.F.; SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; MOLAN, L.K.; ANDRADE, F.M.E.; GONÇALVES, A.C.; LUPINACCI, A.V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v.206, p.349-359, 2010.
- SBRISIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandusob lotação contínua**. 2004. 171p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- SBRISIA, A.F.; SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, p.731-754.
- SBRISIA, A.F.; SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.35-47, 2008.
- SILVA, S.C.; GIMENES, F.M.A.; SARMENTO, D.O.L.; SBRISIA, A.F.; OLIVEIRA, D.E.; HERNADEZ-GARAY, A.; PIRES, A.V. Grazing behavior, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal of Agricultural Science**, v.151, p.727-739, 2013.
- SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*.

- In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...**Viçosa: UFV, 2004. p.347-386.
- TRINDADE, J.D.; SILVA, S.C.; SOUZA JÚNIOR, S.D.; GIACOMINI, A.A., ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V.D.A.; CARVALHO, P.D.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.883-890, 2007.
- ZANINI, G.D.; SANTOS, G.T.; SCHMITT, D.; PADILHA, D.A.; SBRISSIA, A.F. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim Aruana e azevém anual submetidos a pastejo intermitente por ovinos. **Ciência Rural**, v.42, p.882-887, 2012.
- 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**. 2006. 193p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.