

A IMPORTÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS SOBRE O FLUXO DE TECIDOS NO MANEJO DE PASTAGENS TROPICAIS

Vinícius Valim Pereira*

RESUMO: O fluxo de tecidos estuda a origem e o desenvolvimento dos órgãos em um organismo, as transformações determinantes da produção e as mudanças na forma e estrutura da planta no espaço e ao longo do tempo. As características morfogênicas são influenciadas pelos seguintes fatores abióticos: temperatura, disponibilidade hídrica e nutrientes. As características morfogênicas contemplam o aparecimento foliar, crescimento foliar, alongamento do colmo e tempo de vida da folha, além dos processos de desenvolvimento, crescimento e florescimento dos perfilhos. Visto que fatores abióticos afetam a morfogênese, este artigo objetivou a realização de uma revisão bibliográfica que apresente a importância de se atentar a essas variáveis ao se manejar a pastagem, pois estas interferem diretamente na produção e qualidade da forragem fornecida ao animal.

PALAVRAS-CHAVE: Fatores Abióticos; Forragem; Morfogênese; Perfilhos

THE IMPORTANCE OF MORPHOGENIC CHARACTERISTICS ON THE TISSUE FLOW IN THE MANAGEMENT OF TROPICAL PASTURES

ABSTRACT: Tissue flow studies the origin and development of organs in an organism, the relevant transformations of production and the changes in form and structure of the plant through space and time. Morphogenic characteristics are affected by the abiotic factors temperature, water availability and nutrients. Morphogenic characteristics comprise leaf emergence and growth, stalk lengthening, life period of the leaf, development and growth processes of shoots. Since abiotic factors affect morphogenesis, current analysis undertakes a bibliographical review on the importance of the variables when managing the grazing pasture since they directly interfere in the production and quality of forage provided to the animals.

* Zootecnistaç Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; Doutorando no programa de Pós Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá – UEM; E-mail: viniciusvalim@hotmail.com

KEY WORDS: Abiotic Factors; Forage; Morphogenesis; Shoots.

INTRODUÇÃO

Em grande parte do Brasil, as condições edafoclimáticas são favoráveis para a exploração da pecuária em pastagens, mas a falta de conhecimento sobre as características morfológicas e fisiológicas relacionadas às plantas forrageiras sob pastejo tem contribuído para baixos índices de produtividade (PEREIRA et al., 2009). A perenidade das gramíneas forrageiras é garantida pela sua capacidade em rebrotar após cortes ou pastejo sucessivos, ou seja, é a sua capacidade de emitir folhas de meristemas remanescentes e/ou perfilhar, que lhe permitem a sobrevivência às custas da formação de uma nova área foliar (BARBOSA et al., 1998).

A produção animal com base em pastagens pode ser visualizada, basicamente, como um processo de três estádios: crescimento da planta forrageira, utilização da forragem produzida e sua conversão em produto animal (HODGSON, 1990). O desenvolvimento, crescimento e senescência de folhas e perfilhos são os principais processos fisiológicos que determinam o fluxo de tecidos na planta. Assim, a aplicação de estudos de fluxo de tecidos (aparecimento, alongamento e senescência de folhas, e formação e desenvolvimento de perfilhos e inflorescência), tem contribuído para o entendimento da dinâmica da vegetação sob pastejo (GOMIDE et al., 2000).

O fluxo de tecidos estuda a origem, desenvolvimento e crescimento dos órgãos em um organismo, as transformações determinantes da produção, as mudanças na forma e estrutura da planta no espaço e ao longo do tempo. Com isso, objetivou-se com esta revisão de literatura descrever a importância das características morfológicas no manejo de pastagem tropical.

2 FLUXO DE TECIDOS

Segundo Lemaire e Agnusdei (2000), a dinâmica do fluxo de tecidos nas plantas forrageiras está relacionada ao processo de formação de folhas, determinado pela morfogênese. Chapman e Lemaire (1996) definiram a morfogênese de plantas como a dinâmica de geração e a expansão de partes das plantas no espaço, podendo

ser descrita em termos de taxas de aparecimento de novos órgãos (organogênese) e taxa de expansão, senescência e decomposição de tecidos. Carnevalli (2003) sintetizou a definição de morfogênese como o estudo dos processos de crescimento e senescência de partes da planta. Essas características são determinadas geneticamente, mas podem ser modificadas devido às variações na temperatura, na fertilidade do solo, na disponibilidade de água no solo, no manejo de desfolhação, entre outros fatores (CHAPMAN; LEMAIRE, 1996; MAZZANTI, 1997).

As características morfogênicas, além de serem geneticamente definidas, são influenciadas pelas condições ambientais e determinam as características estruturais que, por sua vez, resultam na área foliar capaz de interceptar a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente. Portanto, o número e o tamanho de folhas verdes por unidade de área determinam a capacidade de interceptação da RFA e a eficiência fotossintética do pasto. Em função dessa dinâmica, demonstram ser relevantes os estudos sobre a produção primária das gramíneas forrageiras por meio de avaliações de características morfogênicas para análise do crescimento vegetal. Com esses estudos é possível ter uma estimativa da produção forrageira, da taxa de acúmulo de massa seca e entender as alterações no consumo, atribuídas às mudanças estruturais do pasto. Além disso, podem gerar conhecimentos básicos necessários para definições de estratégias de manejo de plantas forrageiras nas mais variadas condições (BARBOSA et al., 2007; NASCIMENTO JÚNIOR; ADESE, 2004).

Em uma pastagem em crescimento vegetativo, no qual apenas folhas são produzidas, a morfogênese pode ser descrita por três características básicas: taxa de aparecimento de folhas, taxa de alongamento de folhas, duração de vida da folha (senescência) e alongamento de colmo. Dois pontos precisam ser destacados: a utilização do carbono durante o crescimento foliar, que determina a cinética de desenvolvimento do índice de área foliar e o crescimento global da planta, e a utilização do carbono pelas hastes (pseudocolmo), que, somado ao utilizado pelas folhas, determina o crescimento global da parte aérea (NABINGER, 1995).

A formação das folhas se inicia a partir do desenvolvimento dos primórdios foliares que surgem em cada lado do domo apical, alternadamente, assim originam-se os fitômeros, que são as unidades básicas de crescimento das gramíneas (LANGER, 1963).

A arquitetura de um perfilho de gramínea é determinada pelo tamanho,

número e arranjo espacial dos fitômeros. O fitômero é a unidade básica do perfilho e é composto por lâmina, bainha foliar, nó, entre-nó, e gemas axilares (Figura 1). O desenvolvimento das folhas, o surgimento de perfilhos originados das gemas axilares e a formação de raízes são processos de desenvolvimento do perfilho como um todo, que apresentam similaridades, diferenças e interações que resultam no acúmulo de biomassa do perfilho (NABINGER; PONTES, 2001).

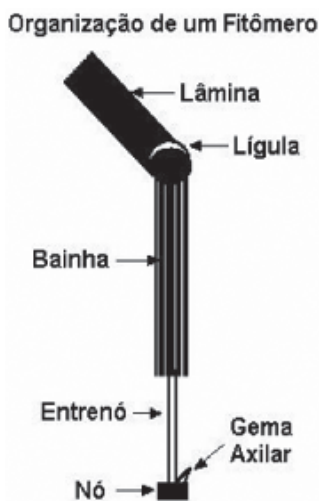


Figura 1. Unidade funcional básica da planta (Fitômero)
Fonte: Nelson (2000)

A TAF, geralmente expressa em número de folha/dia/perfilho, é uma variável morfológica que mede a dinâmica do fluxo de tecido de plantas, influenciando diretamente cada um dos componentes da estrutura do pasto (tamanho da folha, densidade de perfilho e folhas por perfilho) (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Entre os termos usados para descrever o aparecimento foliar, plastocrono, auxocrono e filocrono, Wilhelm e McMaster (1995) apontam o filocrono, definido como o intervalo de tempo térmico decorrido entre o aparecimento de duas folhas consecutivas, ou seja, o tempo necessário para a formação de uma nova folha, como o mais prático e viável. O filocrono para determinado genótipo é relativamente constante durante o desenvolvimento vegetativo de um perfilho, quando em condições ambientais constantes; contudo, Gomide (1997) pondera que a TAF, expressa em folhas/dia, está

em função do genótipo, do nível de inserção, dos fatores ambientais, dos nutrientes minerais, da estação do ano e da intensidade e frequência de desfolhação. O equilíbrio entre a TAF e a senescência do perfilho é altamente dependente do regime de desfolhação do pasto, o qual por sua vez determina a evolução do índice de área foliar (IAF), que parece ser o fator mais importante na determinação do aparecimento e na senescência dos perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

A atividade meristemática da lâmina chega ao fim quando a lígula é diferenciada. Nesse ponto a lâmina alcança o seu comprimento final ou máximo (LANGER, 1974). A exposição da lígula marca a transição entre o alongamento da lâmina e o alongamento da bainha. A bainha só começa a se expandir ativamente quando o alongamento da lâmina é reduzido (SCHNYDER et al., 1999).

A TAF praticamente não é afetada por uma desfolhação que remova apenas duas a três folhas/perfilho, mas é diminuída em cerca de 15 a 20% quando todas as folhas de um perfilho são removidas (DAVIES, 1974), demonstrando a intensa força de demanda dos meristemas foliares por assimilados após uma desfolhação.

A taxa de aparecimento foliar, segundo Grant, Bertharm e Torvell (1981), é largamente influenciada por dois fatores: o primeiro é a taxa de alongamento foliar, e o segundo, o comprimento do cartucho da bainha – o pseudocolmo –, o qual determina a distância que a folha percorre para emergir. Em experimentos de pastejo realizados por Grant, Bertharm e Torvell (1981), onde a população de perfilhos era baixa (5500–11500m²), a taxa de aparecimento foliar durante a rebrotação foi acelerada nos estandes pastejados a alturas mais baixas comparado com estandes pastejados a alturas mais elevadas. De acordo com Grant, Bertharm e Torvell (1981), um importante aspecto da acelerada taxa de aparecimento de foliar em estandes pastejados severamente, foi o seu papel no aumento dos pontos de crescimento de perfilhos (gemas), e conseqüentemente, o aumento do potencial do número de perfilhos do estande.

A variação interespecífica da taxa de aparecimento foliar determina grandes diferenças na estrutura da pastagem pelo seu efeito sobre o tamanho e a densidade de perfilhos. A desfolha pode provocar uma leve tendência a diminuir a taxa de aparecimento foliar da rebrota após uma desfolhação severa, o que pode ser consequência do aumento no comprimento da bainha das folhas sucessivas, o que determina

maior demora no surgimento de novas folhas acima do cartucho, conforme Skinner e Nelson (1994). Desta forma a taxa de aparecimento foliar de pastagens mantidas em baixo IAF por desfolhação frequente aparenta ser maior do que a observada em pastejo rotativo.

Trabalhando em três períodos distintos, Wilman e Fisher (1996) estudaram o efeito do intervalo de cortes e da aplicação de fertilizante nitrogenado e verificaram que, no maior intervalo de corte utilizado, a taxa de aparecimento foliar foi aumentada pela aplicação de nitrogênio. Seguindo apenas com frequência de desfolhação, Hume (1991) observou, no estágio vegetativo, que a taxa de aparecimento foliar foi reduzida com o aumento na frequência de desfolhação, mas, quando elas estavam em estágio reprodutivo, não houve efeito deste fator. Robson (1973) observou que o tempo para o aparecimento de uma folha sobre os perfilhos marcados, inicialmente, leva de 5-6 dias e, posteriormente, com o aumento do nível de inserção, este tempo é maior, uma vez que gira em torno de 9-10 dias, devido à menor taxa de aparecimento foliar. A produção de folhas novas é um mecanismo importante no crescimento das gramíneas. Sua produção através do desenvolvimento do ponto de crescimento é a maior fonte de produção de tecido vegetal da planta.

O desenvolvimento e crescimento de folhas em perfilhos individuais podem ser medidos de várias formas: pelo plastrocrono, que é o intervalo entre a iniciação de primórdios foliares sucessivos no meristema apical, ou pelo filocrono, que é o intervalo entre o aparecimento de folhas que se tornam visíveis externamente. Porém é importante salientar que plastrocrono e filocrono são duas formas distintas de expressar esse intervalo entre o aparecimento de folhas. Em algumas condições a iniciação se processa mais rapidamente que o aparecimento, de modo que há, conseqüentemente, um acúmulo de primórdios (LANGER, 1974). O potencial de perfilhamento de um genótipo é determinado pela sua taxa de emissão de folhas, pois a cada folha formada corresponde a geração de uma gema axilar. Durante cada filocrono é adicionado ao colmo um fitômero, que é a unidade básica de desenvolvimento e crescimento de gramíneas. Para Skinner e Nelson (1994) o aumento do filocrono (dias/folha) com a idade ocorre em razão do aumento do tempo necessário para a folha percorrer a distância entre o meristema apical e a extremidade do pseudocolmo formado pelas bainhas das folhas mais velhas. Gomide e Gomide

(2000), avaliando as taxas de aparecimento de folhas de quatro cultivares de *Panicum maximum* em crescimento de estabelecimento e rebrota, concluíram que ocorrem menores taxas de aparecimento foliar durante a rebrotação. Oliveira et al. (2000), estudando a morfogênese de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrotação, concluíram que ocorre redução na taxa de aparecimento de folhas individuais entre as idades de 14 e 70 dias, correspondente a variações no filocrono de 1,6 e 4,1 dias/folha.

Uma alta taxa de aparecimento de folhas é de extrema importância para a planta, uma vez que é a folha a responsável pela interceptação de luz. O tamanho da folha também é importante, mas em algumas espécies é inversamente proporcional à taxa de aparecimento (HUME, 1991). A taxa de aparecimento de folhas varia entre e dentro de espécies. Em ambiente uniforme, a taxa de aparecimento é considerada constante, porém é amplamente influenciada por mudanças estacionais. As flutuações estacionais são causadas não apenas pela temperatura, mas também por mudanças na intensidade luminosa, fotoperíodo e disponibilidade de água e nutrientes no solo (LANGER, 1963).

A partir da análise de como a folha se desenvolve e cresce em um determinado perfilho, podem-se fazer duas inferências importantes. Uma, de que o ápice foliar representa a porção mais velha da folha e que a sua base, a porção mais jovem. A segunda, que não só as folhas que se desenvolvem dos meristemas na base dos perfilhos, mas também as folhas subsequentes se originam de meristemas os quais podem escapar de serem danificados pela ação de corte ou pastejo.

Em relação ao aparecimento de folhas, é importante destacar que em qualquer momento apenas um número limitado de folhas estará em alongamento. Enquanto a folha mais jovem está apenas aparecendo, aquela logo abaixo está se alongando rapidamente e outra, mais velha, já atingiu ou está atingindo o seu comprimento final, definindo, portanto, um padrão característico em função da espécie e do ambiente.

Dependendo do estágio de crescimento as folhas podem ser afetadas de diferentes maneiras pelo corte ou pastejo. As folhas mais velhas terão alcançado seu comprimento final e não retomarão mais o crescimento. Já as folhas recém expandidas não retomarão o crescimento da lâmina, mas a bainha, ainda ativa, poderá elevar

a lâmina acima da altura de desfolhação. As folhas ainda mais jovens terão perdido apenas o ápice foliar ou escapado do corte. A associação de todos esses eventos em um único perfilho representa a característica dinâmica de como se processa o fluxo de tecidos e as suas consequências em uma comunidade de plantas (LANGER, 1974).

Outra medida de grande valor sobre o fluxo de tecidos das plantas é a taxa de alongamento foliar, que é geralmente expressa em mm/dia. Enquanto o alongamento da lâmina foliar cessa com a diferenciação da lígula, o alongamento da bainha persiste até a exteriorização da lígula. A taxa de alongamento foliar correlaciona-se positivamente com o rendimento forrageiro (HORST; NELSON; ASAY, 1978) e o rendimento por perfilho, mas negativamente com o número de perfilhos/planta (JONES; NELSON; SLEPER, 1979). Como o número de perfilhos/planta depende da taxa de aparecimento foliar, observa-se correlação negativa entre esta medida e a taxa de alongamento foliar (ZARROUT; NELSON; SLEPE, 1984).

Modificações na taxa de alongamento foliar ocorrem em função de duas características celulares: número de células produzidas por dia (divisão celular) e mudança no comprimento da célula (alongamento celular). Segundo Volenec e Nelson (1984), a taxa de alongamento foliar das plantas colhidas infrequentemente foi 30% maior que as colhidas frequentemente. Esta resposta à desfolhação, provavelmente, está mais relacionada à expansão celular que à produção de células não-expandidas via divisão.

Grant, Bertharm e Torvell (1981) observaram que a taxa de alongamento foliar é positivamente correlacionada com a quantidade de folhas verdes remanescentes no perfilho após a desfolhação. A relação do tamanho do perfilho com a taxa de alongamento foliar pode ser responsável pela longa duração das taxas de alongamento por perfilho para populações de perfilhos de diferentes tamanhos. A taxa de alongamento foliar não é praticamente afetada pela desfolhação que remova apenas duas a três folhas por perfilho, mas é diminuída em cerca de 15 a 20% quando todas as folhas de um perfilho são removidas (DAVIES, 1974), o que demonstra a intensa força de demanda dos meristemas foliares por assimilados após a desfolhação.

Volenec e Nelson (1984) constataram que a taxa de alongamento foliar foi estimulada mais eficientemente com alta nutrição de N, ao passo que o maior teor de carboidratos solúveis acumulados foi, ao contrário, maior sob condições de baixo

N. Esses resultados sugerem que a disponibilidade de carboidrato não limita o alongamento foliar sob baixa condição de nitrogênio.

Almeida, Setelich e Maraschin (1997), em *P. purpureum* cv. Anão, observaram um aumento da TEF de 2,0 para 3,4 cm/dia quando em níveis maiores de oferta de forragem, que naturalmente proporcionam maiores resíduos, maior senescência e, conseqüentemente, maior reciclagem de N. Segundo Lemaire e Agnusdei (1999), cerca de 50% do carbono e 80% do nitrogênio (N) é reciclado das folhas durante o processo de senescência, podendo ser usado pela planta para a produção de novos tecidos foliares. Costa e Paulino (1998; 1999) verificaram que as TAlF de genótipos de *B. brizantha* e *B. humidicola* foram diretamente proporcionais à idade das plantas, sendo os maiores valores registrados no período compreendido entre os 14 e 28 dias de rebrota (Tabela 1).

Tabela 1. Taxas de alongamento foliar (mm/dia) de genótipos de *B. brizantha* e *B. humidicola*, em função da idade das plantas.

Gramíneas	Idade das Plantas (dias)				
	14	21	28	35	42
Marandu	14	21	28	35	42
Xaraés	17,13	15,38	11,10	7,11	7,98
BRA 003395	25,54	23,50	18,51	11,24	13,11
<i>B. humidicola</i>	12,07	15,14	11,75	8,70	7,44
<i>B. humidicola</i> BRA 003564	13,10	14,80	10,70	6,51	6,84
<i>B. humidicola</i> BRA 003545	15,32	17,49	16,21	12,10	11,49

Fonte: Costa e Paulino (1998, 1999).

Costa et al. (2004), em pastagens de *P. atratum* cv. Pojuca e *P. maximum* cvs. Tanzânia-1, Massai, Centenário e Mombaça, constataram que as TAlF foram significativamente reduzidas com o aumento da pressão de pastejo durante o período chuvoso, não sendo detectado efeito significativo no período seco (Tabela 2). Esta resposta à desfolhação, provavelmente, está mais relacionada à expansão celular que à produção de células não-expandidas via divisão. Grant, Bertharm e Torvell (1981) observaram que a TAlF é positivamente correlacionada com a quantidade de folhas verdes remanescentes no perfilho após a desfolhação. A relação do tamanho do per-

filho com a TAF pode ser responsável pela longa duração das taxas de alongamento por perfilho para populações de perfilhos de diferentes tamanhos.

Tabela 2. Taxa de alongamento foliar (mm/dia) de gramíneas forrageiras tropicais, em função das estações do ano e da carga animal.

Estação	Carga Animal	Pojuca	Tanzânia	Massai	Centenário	Mombaça
Chuvosa	2,0	5,548	6,19	5,96	18,97	24,17
	3,0	4,72	4,17	4,02	13,76	20,05
Seca	2,0	2,17	1,24	1,64	6,65	5,10
	3,0	1,84	1,11	1,01	4,90	4,11

Fonte: Costa et al. (2000, 2001).

A duração de vida das folhas determina o número máximo de folhas vivas por perfilho. Devido a pouca ou nenhuma morte de tecido foliar no estágio inicial de rebrotação, a taxa de acumulação líquida de forragem iguala-se à taxa de assimilação líquida do dossel (LEMAIRE, 1997). Posteriormente, atingido o período de duração de vida das folhas, começa haver morte foliar das primeiras folhas produzidas. Segundo Robson, Ryle e Woledge (1988), as folhas de baixo nível de inserção, em geral, são menores que as de nível de inserção superior. Com isso, a taxa de senescência foliar continua sendo inferior à taxa de produção de novos tecidos, desaparecendo gradualmente, à medida que a senescência atinge folhas do nível de inserção superior, ou seja, quando o tamanho da folha subsequente atinge tamanho relativamente constante. A partir desse ponto, a produção líquida de tecido foliar declina e torna-se zero, quando a taxa de senescência foliar se iguala a crescimento foliar (LEMAIRE, 1997). Nessa fase, o número de folhas vivas por perfilho, característica estrutural, será aproximadamente constante, haja vista que a taxa de aparecimento e a morte foliar são variáveis muito próximas (LANGER, 1972).

O ápice foliar é a porção mais velha da folha e a base, a mais jovem. Portanto, o ápice foliar é fisiologicamente mais maduro e, por isso, é a primeira parte a senescer (LANGER, 1972). Gomide et al. (1997) observaram que a adubação nitrogenada não influenciou a senescência de folhas de nenhuma gramínea estudada. Então, esses autores sugerem que, para tentar reduzir a perda do tecido vegetal por

senescência, espécies com tempo de vida foliar curto devem ser submetidas a desfolhações mais frequentes, relativamente quando comparadas a espécies de tempo de vida foliar longo.

Mazzanti e Lemaire (1994) demonstraram que a proporção da lâmina foliar que escapa da desfolha e eventualmente senesce pode ser estimada pela relação entre duração de vida da folha e intervalo de pastejo, o qual determina o número máximo de vezes que uma folha individual pode ser desfolhada. Sob pastejo contínuo, a proporção da lâmina foliar removida a cada pastejo é relativamente constante (50%) (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994). Wilman et al. (1977) verificaram que o número de folhas que morreram sobre os perfilhos marcados foi maior, quando o intervalo de colheita aumentou e o teor de N tendeu a elevar o número de folhas mortas, com o aumento do intervalo de cortes, mas não apresentou efeito em intervalos curtos. Segundo esses autores, a primeira folha a emergir sobre o perfilho marcado permaneceu verde, em média, durante 29 dias; a segunda folha, durante 39 dias; e o potencial de vida da terceira folha aparecida foi ainda maior que o da segunda.

A combinação destas características morfogênicas, segundo Chapman e Lemaire (1993), determinará as características estruturais do relvado, quando este estiver em estágio vegetativo, as quais, conseqüentemente, determinarão a área foliar do relvado. Em algumas espécies de plantas tropicais, particularmente as de crescimento ereto, há outro componente importante do crescimento que interfere, significativamente, na estrutura do pasto e nos equilíbrios dos processos de competição por luz, a taxa de alongamento de colmo (SBRISSIA; SILVA, 2001).

Segundo Cruz e Boval (2000), existem dois grupos morfogênicos principais de forrageiras tropicais: plantas que formam touceiras e plantas estoloníferas. O padrão de crescimento de forrageiras que formam touceiras é diferente do de forrageiras de hábito de crescimento estolonífero. Particularmente, espécies estoloníferas, tal como *Cynodon dactylon*, apresentam um padrão de crescimento de colmo independente de qualquer processo, tal como florescimento. De acordo com Santos (2002), o desenvolvimento de colmos favorece o aumento da produção de matéria seca, no entanto, pode apresentar efeitos negativos no aproveitamento e na qualidade de forragem produzida. Em gramíneas forrageiras, o alongamento de colmos, normalmente se inicia com o florescimento. Dessa forma, nessa época espera-se

queda na relação folha - colmo, que é uma característica importante na determinação do comportamento ingestivo dos animais e do consumo de forragem. Em capim-tanzânia, capim-mombaça (SANTOS; CORSI; BALSALOBRE, 1999) e capim elefante (BALSALOBRE, 1996) observa-se que a contribuição da fração colmo na produção de matéria seca disponível, no período de florescimento, foi de 70% e 66% para espécies do gênero *Panicum* e *Pennisetum*, respectivamente.

Espera-se que, com o alongamento do colmo, ocorra queda no valor nutritivo da dieta ofertada aos animais, visto que o valor nutritivo de folhas cai mais lentamente que o dos colmos, em virtude do aumento da idade da forrageira (SINGH, 1995). Além disso, a presença de tecidos de baixa ou nenhuma degradabilidade, tais como esclerênquima e bainha parenquimática dos feixes, corresponde a 20% na fração colmo, enquanto nas lâminas foliares está em torno de 8% (WILSON, 1993).

Tais fatos levam a entender o motivo pelo qual a relação massa forrageira e desempenho animal deve ser vista como associação e não como relação causa/efeito. É da massa forrageira que o animal seleciona sua dieta e o seu desempenho se relaciona, diretamente, com a qualidade e quantidade da forragem apreendida.

A frequência de desfolhação apresenta importante papel no controle da estrutura do pasto, via controle no alongamento de colmos e florescimento. Períodos mais prolongados de rebrotação para espécies que apresentam a característica de alongar o colmo induzem a um elevado grau de dificuldade em exercer qualquer tipo de controle sobre a estrutura do dossel forrageiro. Isso pode limitar o acúmulo de lâminas foliares subsequente e a produção eficiente de forragem.

Pereira et al. (2011), em pesquisa com capim-mombaça manejado aos 95% de interceptação luminosa, em diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio, observaram que a densidade de planta também influencia as características morfológicas e estruturais, afetando assim o fluxo de tecidos em todas as estações do ano.

As características morfológicas são influenciadas por fatores abióticos dentre eles se destacam:

- **Temperatura:** É evidente e bem reconhecido o efeito da temperatura sobre o crescimento e sobre o desenvolvimento de diversas culturas. A produção de tecido foliar é resultado da interação de dois processos: 1) produção de assimilados pela planta, por meio da interceptação de luz e da fotossíntese;

e 2) a utilização desses assimilados pelos meristemas foliares na produção de novas células e, finalmente, a expansão foliar (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). Variações na temperatura, quando percebidas pelo meristema apical, promovem mudanças na taxa de alongamento de folhas (TAIF) (PEACOCK, 1975). A taxa de alongamento de lâmina foliar de gramíneas C3, quando a temperatura média diária se encontra em torno de 5-17°C, parece apresentar um comportamento exponencial, que também pode ser observado em gramíneas C4, porém quando a temperatura média diária está em torno de 12-20°C (LEMAIRE; AGNUSDEI, 1999). Têm-se observado relações lineares entre o número de folhas e o acúmulo de temperatura, o que indica ser este fator ambiental um dos mais importantes no controle da TApF (BAUER; FRANK; BLACK, 1984). Por ser uma característica morfogênica que apresenta influência em todas as características estruturais do dossel, o conhecimento de suas relações com fatores ambientais, principalmente a temperatura, pode auxiliar no refinamento do manejo do pastejo em condições intensivas, em que o pastejo é governado pelas taxas de crescimento da planta, podendo também ser útil na construção de modelos de produção de forragem.

- **Disponibilidade hídrica:** A disponibilidade de água no solo constitui outro fator determinante na produção forrageira. Tem-se verificado que plantas irrigadas apresentam expressivo aumento na taxa de alongamento de folhas e na densidade de perfilhos, principais elementos na composição final do rendimento forrageiro (DURAND; GASTAL; ETCHEBEST, 1997). Frequentemente, plantas que crescem em condições de estresse hídrico penalizam a alocação de assimilados para a parte aérea. Além da deficiência hídrica, o estresse por alagamento também apresenta influência nas características morfogênicas de plantas forrageiras. A taxa de senescência aumentou com o aumento da intensidade de alagamento, principalmente pela redução do conteúdo de clorofila e pela redistribuição de nutrientes das folhas mais velhas para as folhas novas.
- **Disponibilidade de nutrientes:** Diversas características morfogênicas e estruturais de gramíneas forrageiras têm sido modificadas por meio da adubação. Enquanto o fósforo (P) é importante no estabelecimento da pas-

tagem, devido a sua influência no desenvolvimento inicial da planta, principalmente no perfilhamento e no crescimento de raízes (WERNER, 1986), o suprimento de nitrogênio constitui fator chave no aumento da taxa de aparecimento e alongamento de folhas, duração de vida da folha e no processo de perfilhamento (DURU; DUCROCQ, 2000). O efeito do potássio (K) sobre as características morfológicas é pouco pronunciado.

Um fator decisivo na produtividade e na qualidade dos pastos é a adubação, principalmente a nitrogenada, pois, segundo Fernandes e Rossiello (1986), as gramíneas tropicais, particularmente as de metabolismo C_4 , têm alta capacidade fotossintética, usam água eficientemente e respondem ao nitrogênio com altas taxas de crescimento. A não disponibilidade deste nutriente constitui um dos principais fatores limitantes do crescimento das plantas. Isso devido ao fato do nitrogênio ser o componente essencial de aminoácidos e proteínas, ácidos nucléicos, hormônios e clorofila, dentre outros compostos orgânicos essenciais à vida das plantas. Assim, o nitrogênio tem grande significância pela estreita relação entre a sua disponibilidade e o aumento de biomassa.

De acordo com Zanini e Vieira (2006), o acúmulo de C é influenciado e influencia o teor de N no tecido vegetal. A aquisição de N, tanto pela fixação por leguminosas ou pela absorção mineral, depende da aquisição de C pelas plantas. A dinâmica da utilização destes dois recursos para o desenvolvimento das plantas está intimamente associada, uma vez que o C é adquirido pelas folhas, e o N, pelas raízes. Assim o fluxo de tecidos nas plantas poderá ser completamente entendido pela análise da aquisição, distribuição e utilização destes recursos pelas raízes e parte aérea.

O efeito da adubação nitrogenada sobre a taxa de aparecimento de folhas tem sido bastante discutido. Estudos recentes, em que se analisou a morfogênese de gramíneas tropicais, têm revelado expressivo aumento do número de folhas no tempo em resposta à aplicação de fertilizante nitrogenado (GARCEZ NETO et al., 2002). O papel do suprimento de nitrogênio na taxa de aparecimento de folhas pode ser analisado como resultado da combinação de uma série de fatores, tais como altura de bainha, alongamento foliar e temperatura que agem, simultaneamente, na mesma variável. A taxa a partir da qual as folhas se alongam, agem na alteração do padrão de aparecimento de lâminas foliares. Isso ocorre em função da modificação do tem-

po gasto pela folha, da sua iniciação no meristema até o seu aparecimento acima do pseudocolmo formado pelas folhas mais velhas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fluxo de tecidos em plantas forrageiras é um processo que engloba as taxas de aparecimento, desenvolvimento e senescência de folhas, bem como os processos de desenvolvimento, crescimento e florescimento dos perfilhos. O genótipo em interação com os fatores abióticos (luz, temperatura, disponibilidade de água e nutrientes) e bióticos (pragas e doenças) determinam e flexibilizam a morfogênese nas plantas forrageira. Da avaliação desta função, é possível estimar a produção de massa seca e avaliar o manejo implantando o comportamento animal no pasto e, por conseguinte, determinar estratégias mais adequadas para o manejo das pastagens com vista ao incremento na qualidade do pasto.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. X.; SETELICH, E. A.; MARASCHIN, G. E. Oferta de forragem e variáveis morfológicas em capim-elefante anão cv. Mott. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 240-242.

BALSALOBRE, M. A. A. **Desempenho de vacas em lactação sob pastejo rotacional de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum)**. 1996. 139f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1996.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 329-340, mar. 2007.

BARBOSA, M. A. A. F.; CECATO, U.; BERALDO, J. A. et al. Comportamento de perfilhamento do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça). In: REUNIÃO DA SOC. BRAS. ZOOTEC., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: [s.n.], 1998. p. 96-98

BAUER, A.; FRANK, A. B.; BLACK, A. L. Estimation of spring wheat leaf growth rates from air temperature. **Agronomy Journal**, v. 76, p. 829-835, 1984.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de Capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. Tissue flows in grazed plants communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford, UK: Cab International, 1996. p. 3-36.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993, p. 55-64.

COSTA, N. de L.; PAULINO, V. T. Avaliação agronômica de genótipos de *Brachiaria brizantha* em diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. v. 2, p.614-616.

COSTA, N. DE L.; PAULINO, V. T. Avaliação agronômica de genótipos de *Brachiaria humidicola* em diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 3p.

COSTA, N DE L.; PAULINO, V. T.; MAGALHÃES, J. A. et al. **Morfogênese e análise de crescimento de *Panicum maximum* cv. Centenário nos cerrados de Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 3p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 285).

COSTA, N.L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A. et al. **Manejo de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia**. Rondônia: CPAFRO-EMBRAPA, 2001. 2p. (Relatório Técnico, 33).

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A. et al. Avaliação agronômica sob pastejo de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 3p.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some traits of temperate and tropical

perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. [s.l.]: CAB International. 2000. p. 151-168.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **J. Agric. Sci. (Cambridge)**, v. 82, n. 1, p.165-172, 1974

DURAND, J. L.; GASTAL, F.; ETCHEBEST, S. et al. Interspecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit. **European Journal of Agronomy.**, v.7, p. 99-107, 1997.

DURU, M.; DUCROCQ, H.. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v. 85, p. 635-643, 2000.

FERNANDES, M. S.; ROSSIELLO, R. O. P.. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGEM, 1., 1986, Nova Odessa, SP. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 92-123.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JR, D.; REGAZZI, A. J. et al. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2002.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S. et al. Fluxo de tecidos em *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora, MG, **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.113-114.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 411-430.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

GRANT, S. A.; BERTHARM, G. T.; TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**, v. 36, p. 155-168, 1981.

HODGSON, J.. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley

& Sons, 1990. 203p.

HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v. 18, p. 715-719, 1978.

HUME, D. E. Leaf and tiller production of prairie grass (*Bromus willdenowii*) and two ryegrass (*Lolium*) species. **Annals of Botany**, v. 67, p. 111-121, 1991

JONES, R. J.; NELSON, C. J.; SLEPER, D. A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Science**, v. 19, n. 5, p. 631-634, 1979.

LANGER, R. M. H. Tillering in herbage grasses. **Herbare abstracts.**, v. 33, n. 3, p. 141-148, 1963.

LANGER, R. H. M. **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1972. 60p. (Studies in Biology, 34).

LANGER, R. H. M. **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1974. 60p.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 117-144.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. [s.l.]: CAB International, 2000. p. 265-288.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba, Brazil. **Proceedings...** Curitiba, Brazil: [s.n.] 1999. p.165-186.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue fluxes in grazing plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.

MAZZANTI, A. Adaptación de especies forrajeras a la defoliación. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: [s.n.], 1997. p. 75-84.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed by sheep. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 352-359, 1994.

NABINGER, C.; PONTES, L DA S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: SBZ, 2001. 18p.

NABINGER, C.; MEDEIROS, R. B. Produção de sementes em *Panicum maximum* Jacq. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1995. p. 59-121.

NASCIMENTO JUNIOR, D.; ADESE, L. Acúmulo de Biomassa na Pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2, 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. v. 1, p. 289-346.

NELSON, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE et al. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB-International, UK, 2000. p.101-126.

OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; MARTINEZ, C. A. Y. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-bermuda "Tifton85" (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1939-1948, 2000.

PEACOCK, J. M. Temperature and leaf growth in *Lolium perene*. 1. The thermal microclimate: its measurement and relation to plant growth. **Journal of Applied Ecology**, v. 12, p. 115-123, 1975.

PEREIRA, V. P.; FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. et al. Características morfológicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2681-2689, 2011.

PEREIRA, V. V.; PIMENTEL, R. M.; SANT'ANNA DE CASTRO, M. R. et al. Características morfológicas do Capim-mombaça sob doses de nitrogênio e densidades de plantas. In: SIMPÓSIO E CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 7, 2009, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG: [s.n.], 2009.

ROBSON, M. J. The growth and development of simulated sward of perennial ryegrass. I. Leaf growth and dry weight change as related to the ceiling yield of a seedling sward. **Ann.Bot.**, v. 37, n. 4, p.487-500, 1973.

ROBSON, M. J.; RYLE, G. J. A.; WOLEDGE, J. The grass plant: its form and function. In: JONES, M. B.; LAZEMBY, A. **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman and Hall Ltd., 1988. p.25-83.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A. A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p.244-249, 1999.

SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no Capim-tanzânia: um desafio**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, 2002.

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. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.733-754.

SCHNYDER, H. et al. An integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba, Brazil. **Proceedings...** Curitiba, Brazil: [s.n.], 1999. p. 75-96.

SINGH, S. P. Evaluating sources of water-stress tolerance in common bean. **Annu. Rpt. Bean Improv. Coop.** v. 38, p. 42-43, 1995.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Role of leaf appearance rate and coleoptile tiller in regulating tiller production. **Crop Science**, v. 34, n. 1, p. 71-75, 1994.

VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Carbohydrate metabolism in leaf meristems of tall fescue. II. Relationship to leaf elongation rates modified by nitrogen fertilization. **Plant Physiology**, v. 74, p. 595-600, 1984.

WILMAN, D.; DROUSHITOTIS, D.; MZAMANE, M. N.; SHIM, J. S. The effect of interval between harvests and nitrogen application on initiation, emergence and longe-

vity of leaves, longevity of tillers and dimensions and weight of leaves and stems in Lolium. **Journal of Agriculture Science**, v. 89, p. 65-79, 1977.

WILHELM, W. W.; MCMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studing development and growth in grasses. **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 1-3, 1995.

WILMAN, D.; FISHER, A. Effects of interval between harvests and application of fertilizer N in spring on the growth of perennial ryegrass in a grass/white clover sward. **Grass and Forage Science**, v. 51, p. 52-57, 1996.

WILSON, J. R. Organization of plant tissue. In: JUNG, H. J.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D. et al. (Ed.). **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison, 1993. p.1-27.

ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. M. Fluxo de tecidos em gramíneas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 5, n. 9, 2006.

ZARROUT, K. M.; NELSON, C. J.; SLEPER, D. A. Interrelationships between rates of leaf appearance and titlering in selected tall fescue populations. **Crop Science**, v. 24, p. 565-569, 1984.

Recebido em: 23 de julbo de 2011

Aceito em: 29 de maio de 2012