

DINÂMICA DE POPULAÇÃO DE PLANTAS FORRAGEIRAS EM PASTAGENS

Sila Carneiro da Silva¹; Domicio do Nascimento Júnior²; André Fischer Sbrissia³; Lilian Elgalise Techio Pereira⁴

¹ Professor Associado do Departamento de Zootecnia da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo – Pesquisador do CNPq

² Professor Titular do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – Pesquisador do CNPq

³ Professor Doutor do Departamento de Produção Animal e Alimentos da Universidade do Estado de Santa Catarina

⁴ Aluna de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens, ESALQ/USP

Introdução

A produção animal em pastagens no Brasil tem passado por transformações conceituais e mudanças significativas de paradigmas nos últimos anos. Dentre elas, talvez a principal seja o reconhecimento de que as pastagens correspondem a um ecossistema específico, complexo e caracterizado por uma série de interações entre seus componentes bióticos e abióticos que, para que seja sustentável, necessita da composição de um equilíbrio harmônico entre processos aparentemente conflitantes (Da Silva & Nascimento Júnior, 2007). Ou seja, é necessário que seja tratada dentro de um enfoque sistêmico, considerando aspectos de ecologia, biologia, preservação e impacto ambiental, porém com responsabilidade econômica e social (Da Silva & Carvalho, 2005). Nesse contexto, compreender processos, entender a relação entre eles e suas relações com as exigências de plantas e animais é fundamental para poder definir estratégias de pastejo eficientes e que não agridam e nem degradem o meio ambiente (Lemaire et al., 2005).

Essa abordagem sistêmica, utilizando princípios de ecologia, tem levado pesquisadores a buscar conhecimento sobre relações do tipo causa-efeito (encontrar as repostas para os “por quês?”), focando seus esforços de pesquisa principalmente em aspectos relacionados com a estrutura do pasto e sua relação com as repostas de plantas e animais. Como resultado, o conceito de alvo ou meta de manejo (*sward target*) (Hodgson, 1990), originalmente desenvolvido para plantas forrageiras de clima temperado, vem sendo utilizado para as plantas forrageiras tropicais, mais especificamente as gramíneas (Da Silva & Hodgson, 2002). Várias são as características do pasto determinantes da estrutura do dossel (Lemaire & Chapman, 1996; Da Silva & Nascimento Júnior, 2007), mas, dentre todas, seguramente é a densidade populacional de perfilhos (e seus

padrões de variação com as práticas de manejo e com as estações do ano) aquela capaz de gerar impactos mais significativos na estrutura dos pastos (Matthew et al., 2001) e influenciar as respostas de plantas, animais e suas interações (Da Silva, 2004). Essas variações são função, basicamente, de alterações do balanço entre os processos de aparecimento e morte de perfilhos, ou seja, da dinâmica populacional, as quais resultam em modificação da longevidade e estabilidade de gerações individuais e da população de perfilhos como um todo. Estas, por sua vez, determinam alterações no perfil demográfico, na arquitetura do dossel, na eficiência fotossintética da área foliar, na idade média e na persistência da população. As modificações na população de plantas interferem em processos que ocorrem em perfilhos individuais, afetando os padrões de alongamento de folhas, colmos e de senescência das plantas, modificando o tipo de componente morfológico produzido, seu tamanho, arranjo espacial no dossel e composição química da forragem.

No caso de pastagens multi-específicas a complexidade do equilíbrio é ainda maior, pois, além de aspectos relacionados com a competição intra-específica, existem aqueles relacionados com a competição interespecífica e, nesse contexto, a necessidade de conhecimento e compreensão de fundamentos de ecologia e de sucessão de plantas ganha importância relativa ainda maior. Estudos recentes conduzidos em pastagens naturais, como as do Rio Grande do Sul (Carvalho et al., 2008), apresentam resultados que demonstram a necessidade de um embasamento teórico muito maior para sua abordagem. Por essa razão, este texto irá abordar apenas a dinâmica de populações de plantas em pastagens mono-específicas de gramíneas, discutindo processos e suas implicações em termos de planejamento e idealização de práticas de manejo do pastejo.

A pastagem como uma população de perfilhos

A unidade básica que compõe as pastagens de gramíneas forrageiras é o perfilho (Hodgson, 1990). Este corresponde a uma sucessão de fitômeros em diferentes fases de desenvolvimento (Valentine & Matthew, 1999) e, por essa razão, apresentam folhas em expansão, expandidas e em senescência, as quais seguem um padrão dinâmico de reposição caracterizado pela sincronia entre o aparecimento, alongamento e senescência/morte de folhas (Hodgson, 1990). Isso implica em renovação constante de sua área foliar durante seu período de vida, e estabelece a possibilidade de manipulação dos padrões de desfolhação de perfilhos individuais por meio de estratégias de manejo visando o aumento

da eficiência de utilização ou colheita da forragem produzida (Mazzanti & Lemaire, 1994; Lemaire & Chapman, 1996). Este corresponde ao primeiro nível de complexidade no processo de acúmulo de forragem dos pastos, ou seja, aquele que acontece em nível de perfilho (Da Silva, 2004; Nascimento Júnior & Adese, 2004). Por outro lado, o perfilho também possui um período de vida que, uma vez encerrado, necessita ser substituído para que a densidade populacional de perfilhos da gramínea de interesse seja mantida e assegure a persistência, longevidade e produtividade da pastagem (Matthew et al., 2000). Essa condição caracteriza o segundo nível de complexidade do processo de acúmulo de forragem dos pastos, ou seja, aquele que acontece em nível de população de perfilhos (Da Silva, 2004). Este está associado com os processos de competição intra-específica por fatores de crescimento do meio, particularmente luz, o que dá origem a um processo de morte dependente de densidade populacional conhecido como “compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos” (Matthew et al., 1995; Sbrissia et al., 2003; Sbrissia & Da Silva, 2008), determinante do equilíbrio dinâmico requerido para a manutenção da estabilidade, longevidade e produtividade da pastagem.

Dinâmica populacional e a área foliar dos pastos

Por serem componentes vivos que possuem prazo de vida determinado (função do número de fitômeros que compõem o perfilho – Valentine & Matthew, 1999), fica implícito que uma população estável de perfilhos de uma gramínea forrageira qualquer está associada a um equilíbrio dinâmico e harmônico entre os processos de morte e aparecimento de perfilhos, de tal forma que todos os perfilhos que morrem devem ser substituídos por novos perfilhos. Idealmente, para que uma população seja estável, cada perfilho deveria produzir durante seu período de vida um novo perfilho que o substituiria por ocasião de sua morte (Matthew et al., 2001). Contudo, a pastagem não é um ambiente controlado e seu padrão de uso pelos animais está longe de ser uniforme, o que implica na necessidade de a comunidade de plantas se adaptar ao ambiente de pastejo existente, ajustando seu padrão de perfilhamento de forma a assegurar reposição de perfilhos mortos e da área foliar removida. Variações climáticas relacionadas com as épocas do ano adicionam um fator complicador nessas relações, uma vez que disponibilidade de fatores como luz, água, temperatura e nutrientes, especialmente o nitrogênio, afetam significativamente o processo de perfilhamento (Langer, 1963) e o limiar da competição intra-específica (Bullock, 1996). Essas características

de ambiente determinam as respostas morfogênicas das plantas (que ocorrem em nível de perfilho), as quais acabam afetando a estrutura do pasto, especialmente a densidade populacional de perfilhos, numa reação em cadeia e retroalimentada, uma vez que a nova estrutura altera a disponibilidade e a qualidade da luz no interior do dossel que, por sua vez, alteram as respostas morfogênicas das plantas, reduzindo o alongamento e o aparecimento de folhas, aumentando o alongamento de colmos e reduzindo o perfilhamento e a densidade populacional de perfilhos. Dessa maneira, dada certa condição de ambiente, caracterizada por uma determinada disponibilidade de luz e suprimento de água, temperatura e nutrientes, existe um índice de área foliar (IAF) potencial que pode ser mantido pela comunidade de plantas (Figura 1).

As respostas da comunidade de plantas à dinâmica de renovação de folhas em perfilhos individuais determinam a dinâmica de competição intra-específica que ocorre entre perfilhos no pasto. Isso ocorre por meio do processo de compensação tamanho/densidade populacional (Matthew et al., 1995), que é basicamente um mecanismo segundo o qual ocorre morte de perfilhos em razão da competição por luz no interior do dossel. Esse processo pode ser subdividido em fases (Figura 2), as quais podem ser relacionadas com o que acontece durante a rebrotação, quando pastos são submetidos a pastejo rotativo, ou em condição de super ou sub-pastejo, quando são submetidos a lotação contínua.

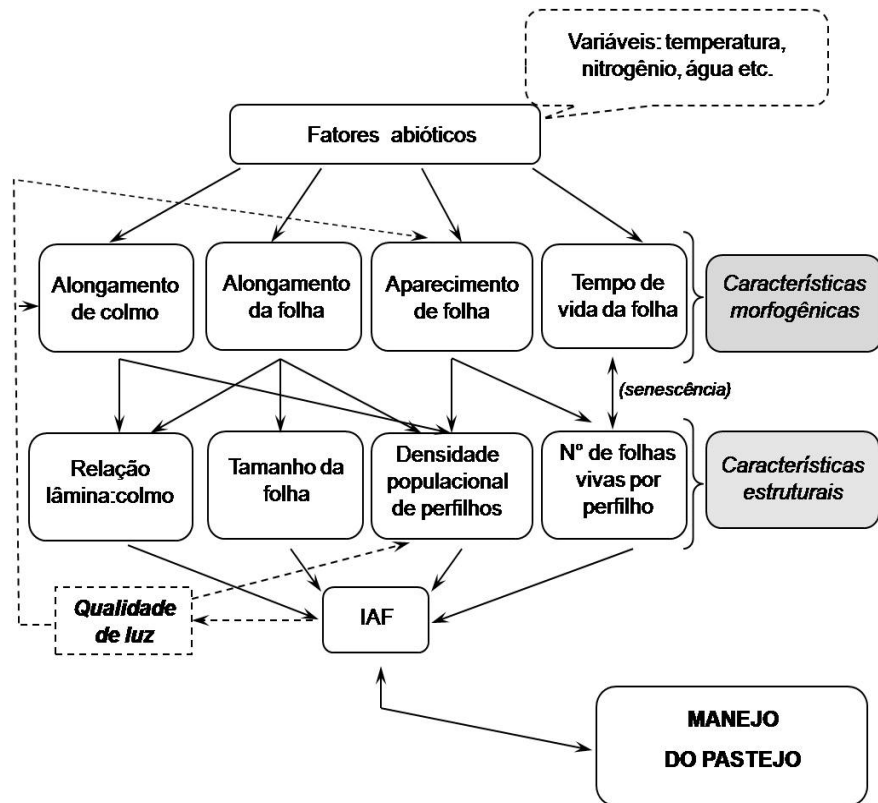


Figura 1 - Modelo conceitual das relações entre característica morfológicas e estruturais das plantas forrageiras e a formação do IAF dos pastos (adaptado de Chapman & Lemaire 1993, Cruz & Boval 2000 por Sbrissia & Da Silva, 2001).

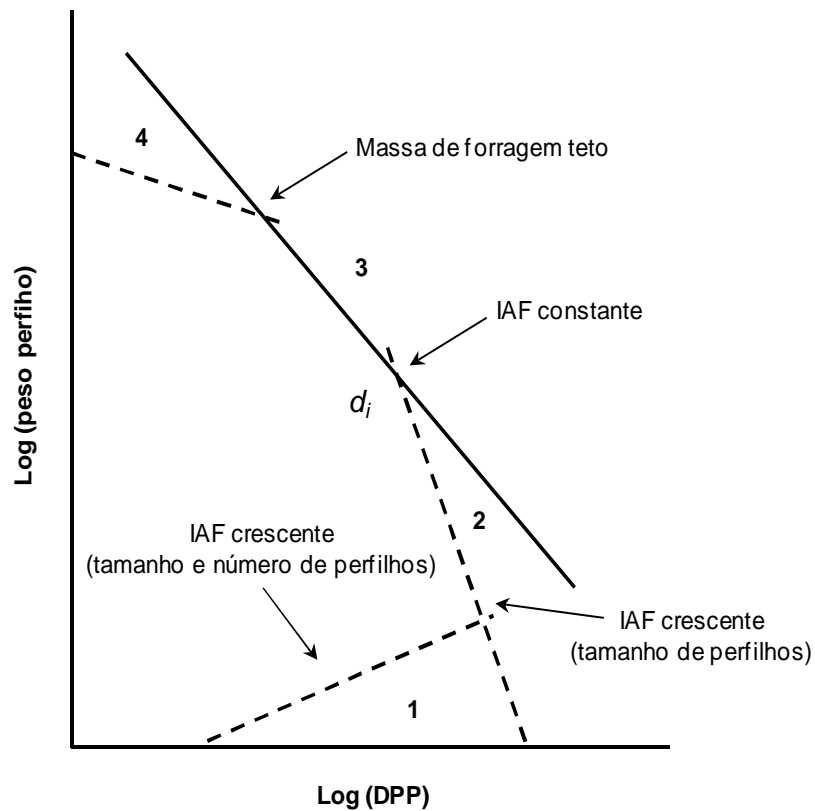


Figura 2 - Ilustração esquemática da compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos (DPP) em pastagens. 1. Aumento em IAF dos pastos por meio de aumento em peso por perfilho e DPP; 2. Aumento em IAF dos pastos por meio apenas de aumento em peso por perfilho, com ligeira redução em DPP, caracterizando o início da compensação tamanho/densidade (início do processo de competição por luz no interior do dossel); 3. IAF estável e compensação tamanho/densidade populacional instalada, com aumento em peso por perfilho e redução em DPP (competição intra-específica por luz); 4. Condição de comunidade clímax, com elevada mortalidade ocasionada por pequenos aumentos em tamanho dos perfilhos (Adaptado de Matthew et al., 1995).

Quando submetidos a pastejo rotativo, inicialmente, logo após o pastejo, a rebrotação dos pastos é iniciada por meio de aumento do número de perfilhos (perfilhamento) e do tamanho de cada perfilho (Figura 2 - fase 1). A partir de um determinado momento, quando começa haver limitação de disponibilidade e de qualidade de luz no interior do dossel, o perfilhamento é reduzido, passando a ocorrer, inclusive, morte de perfilhos. Nessa condição os aumentos de IAF que se seguem são função basicamente do aumento do tamanho dos perfilhos existentes (Figura 2 - fase 2). Quando o pasto atinge o valor potencial de IAF para a condição de luz disponível, o mesmo é sustentado por meio de um forte mecanismo compensatório, segundo o qual aumentos em tamanho são compensados por reduções em número de perfilhos, e o valor de IAF é mantido estável (Figura 2 - fase 3). Se o período de rebrotação se estender além desse ponto, a mortalidade de perfilhos aumenta muito, podendo vir a comprometer a capacidade de recuperação da área foliar e a habilidade competitiva da planta (Figura 2 - fase 4). Isso favorece o aumento da participação de plantas invasoras na área e o início do processo de degradação dos pastos, uma vez que após o pastejo a densidade populacional instantânea é muito baixa, permitindo “vazios” e favorecendo o estabelecimento de outras espécies. Dessa maneira, o momento ideal para interromper a rebrotação (encerrar o período de descanso dos pastos) seria aquele correspondente ao ponto *d*, assinalado na Figura 2, na transição entre as fases 2 e 3. Ou seja, a partir do início da fase 3, quando o IAF do pasto passa a ser constante, cada dia a mais de rebrotação pode gerar aumento de massa de forragem e altura nos pastos, porém associados a reduções significativas em número de perfilhos sem o benefício de aumentos adicionais em IAF. Além disso, é nesse ponto em que a condição de 95% de interceptação de luz pelo dossel acontece, situação em que o acúmulo de forragem, o valor nutritivo, e, conseqüentemente, o desempenho animal são mais elevados em pastos formados por gramíneas forrageiras tropicais (Da Silva, 2004; Da Silva & Nascimento Júnior, 2007).

Por se tratar de um equilíbrio determinado pela disponibilidade e qualidade de luz, a disponibilidade de outros fatores de crescimento como água, temperatura e nutrientes (especialmente o nitrogênio) serve como modulador da velocidade do processo. Dessa maneira, se a disponibilidade de água, temperatura e nutrientes for muito baixa, o IAF potencial, definido pela disponibilidade de luz, pode não ser atingido, uma vez que não existem condições de meio que permitam à comunidade de plantas produzir uma área maior de folhas por unidade de área de solo. Nesse caso um novo patamar biológico de IAF é definido abaixo do potencial permitido pelo fator causador da compensação tamanho/densidade, a luz, e a produtividade da

área passa a ser limitada por restrições de disponibilidade de água e nutrientes. Práticas de manejo que visem solucionar essas restrições como irrigação e adubação, respectivamente, poderão gerar aumentos significativos em produção e produtividade desde que, quando implementadas, sejam feitos ajustes no período de rebrotação dos pastos, ou seja, redução do período de descanso, uma vez que são práticas que normalmente aceleram o ritmo de crescimento das plantas. A definição exata do ponto ideal para interrupção da rebrotação ou descanso dos pastos pode ser feita por meio de uso de metas de manejo, como a altura dos pastos (Carvalho et al., 2002; Hodgson & Da Silva, 2002; Da Silva, 2004; Da Silva & Nascimento Júnior, 2007), funcionando de forma análoga aos estádios fenológicos utilizados para o planejamento da adubação, tratos culturais e colheita de culturas como a soja, o feijão, o milho etc. (Fancelli et al., 2007; Hack et al., 1992).

Quando submetidos a lotação contínua, as fases do processo de competição tamanho/densidade populacional podem ser relacionadas com a intensidade de pastejo (interação entre frequência e severidade de desfolhação). A fase 1, por exemplo, corresponde a uma situação de superpastejo, condição em que a redução no tamanho dos perfilhos é tão significativa que impede que novos perfilhos sejam produzidos. Nesse caso a área foliar dos perfilhos e do pasto é reduzida até o ponto de não ocorrer fotossíntese suficiente para cobrir os gastos energéticos das plantas, o que força o consumo de reservas orgânicas localizadas nas raízes, ocasionando sua morte e conseqüente redução de volume de solo explorado, deixando uma população de plantas debilitadas e com reduzida habilidade competitiva. O resultado final é o início de processo de degradação dos pastos devido ao colapso da dinâmica populacional, caracterizado pelo aumento da presença de plantas invasoras e início de erosão superficial na área (Dias-Filho, 2005). A fase 2 reflete uma condição de manejo adequado, correspondente à utilização da planta dentro da amplitude agronômica ideal de uso (Sbrissia & Da Silva, 2008) determinada pelos seus limites de tolerância ao pastejo (Briske, 1996). Já a fase 3 corresponde a uma condição de pastejo muito leniente, acima do limite superior da amplitude ideal de manejo, situação normalmente associada com reduzida produção de forragem de baixo valor nutritivo e baixa produtividade animal. Essas são características típicas do método de pastejo de lotação contínua sem ajuste algum em taxa de lotação ("pastejo contínuo"), uma das práticas mais comuns das áreas de pecuária extensiva no Brasil. A fase 4 corresponde a uma condição extrema de utilização (ou melhor, de ausência de utilização) que se assemelha muito à técnica de pousio. A transição da fase 2 para a fase 1 no diagrama representa o limiar de tolerância da planta, ou seja, o

ponto a partir do qual ocorre perda da capacidade de substituir perfilhos mortos e/ou pequenos como forma de fazer área foliar e utilizar a luz disponível no meio. Nesse caso sua habilidade competitiva é bastante diminuída, e plantas invasoras iniciam o processo de povoamento da área, caracterizando uma sucessão de espécies indesejáveis que pode vir a resultar, numa condição extrema e dependendo do grau de mau uso do pasto, em processo de desertificação da área.

O pastejo é a principal causa de morte de perfilhos no pasto, de forma que as respostas das plantas em termos de reposição de perfilhos mortos precisam ser conhecidas para que práticas de manejo adequadas possam ser idealizadas e desenvolvidas. Basicamente o que é preciso é assegurar o equilíbrio entre os processos de morte e aparecimento de perfilhos, como forma de manter a estabilidade da população de plantas na área (Matthew et al., 2001). Esse princípio é válido tanto para plantas eretas e cespitosas submetidas a pastejo rotativo (Figuras 3 e 4) como para plantas prostradas ou rasteiras submetidas a lotação contínua (Figuras 5 e 6).

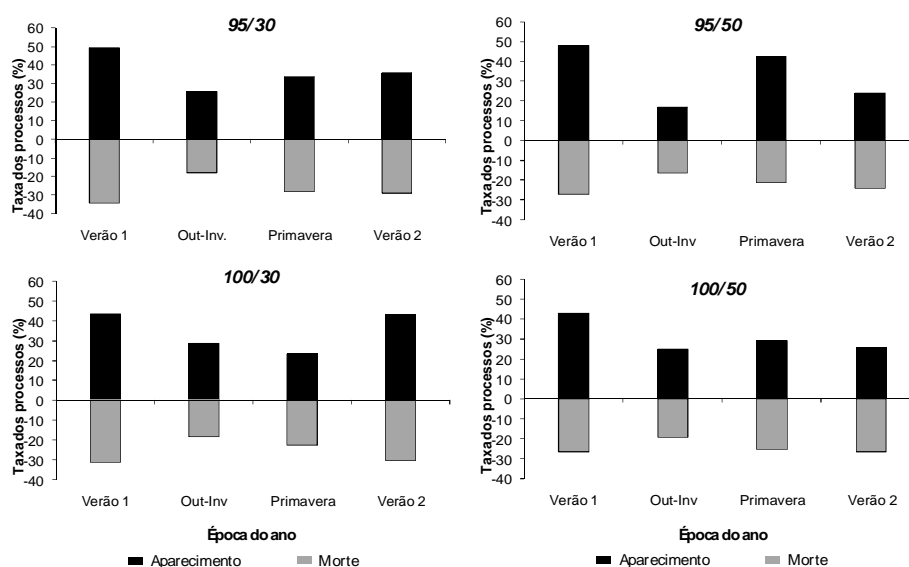


Figura 3 - Dinâmica populacional de perfilhos em pastos de capim-mombaça submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por pastejo aos 95 e 100% de interceptação de luz pelo dossel durante a rebrotação e resíduos de 30 e 50 cm pós-pastejo (95/30, 95/50, 100/30 e 100/50) de janeiro de 2001 a fevereiro de 2002 (Adaptado de Uebele, 2002).

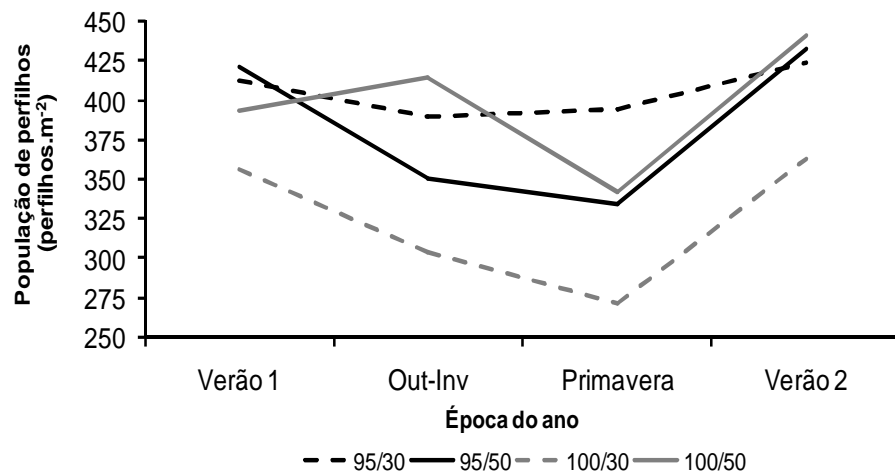


Figura 4 - Densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-mombaça submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por pastejo aos 95 e 100% de interceptação de luz pelo dossel durante a rebrotação e resíduos de 30 e 50 cm pós-pastejo (95/30, 95/50, 100/30 e 100/50) de janeiro de 2001 a fevereiro de 2002 (Adaptado de Uebele, 2002).

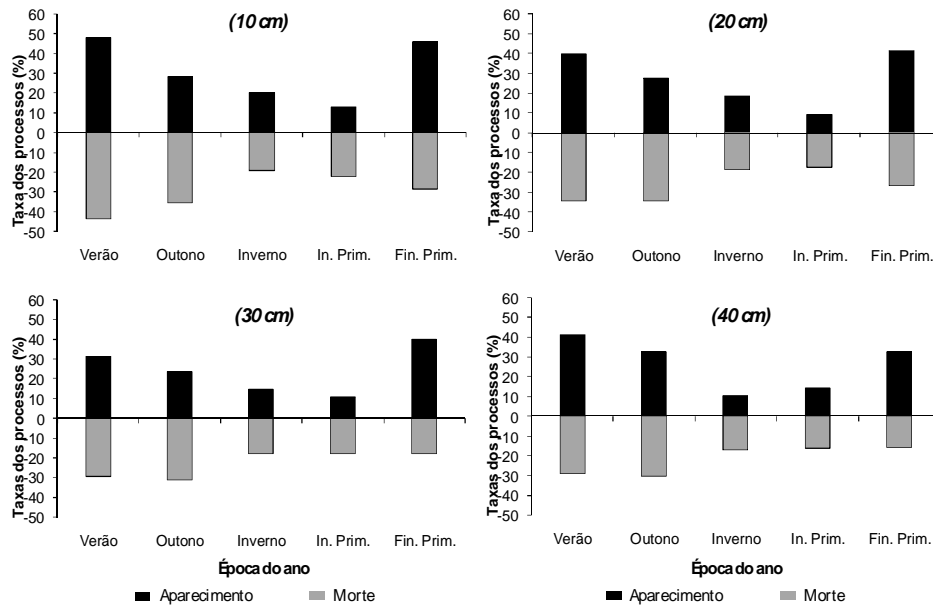


Figura 5 - Dinâmica populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a intensidades de lotação contínua caracterizadas pelas alturas de 10, 20, 30 e 40 cm mantidas constantes por meio de taxa de lotação variável de dezembro de 2001 a dezembro de 2002 (Adaptado de Sbrissia, 2004).

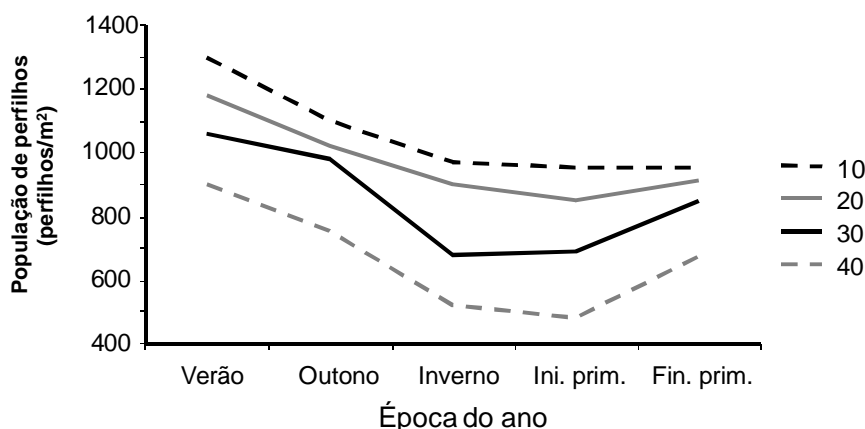


Figura 6 - Densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a intensidades de lotação contínua caracterizadas pelas alturas de 10, 20, 30 e 40 cm mantidas constantes por meio de taxa de lotação variável de dezembro de 2001 a dezembro de 2002 (Adaptado de Sbrissia, 2004).

Nessas condições, o que é importante é que a combinação entre sobrevivência e aparecimento permita a manutenção da estabilidade da população de perfilhos, de forma que diferenças em densidade populacional sejam reflexo apenas do grau de competição intra-específica gerado pela estratégia de manejo do pastejo empregada. A época do ano possui um efeito muito pronunciado sobre todos os processos que ocorrem em nível de perfilho e de população de plantas, basicamente resultado da variação na disponibilidade de fatores de crescimento na área. Esse efeito é, muitas vezes, maior que o efeito das práticas de manejo do pastejo empregadas quando estas são dimensionadas para respeitar os limites de tolerância das plantas ao pastejo e assegurar condições para que seus mecanismos de resposta possam ser plenamente utilizados de forma a permitir sua adaptação ao ambiente de pastejo criado.

Estrutura do dossel e perfil da população de perfilhos

O padrão dinâmico de renovação de tecidos em perfilhos individuais assim como de perfilhos na população de plantas na área afeta a estrutura dos pastos (distribuição horizontal e vertical da massa de forragem na área) (Laca & Lemaire, 2000). O arranjo estrutural no sentido vertical pode ser descrito por

variáveis como a distribuição espacial de folhas e colmos, densidade volumétrica total e dos componentes morfológicos ao longo do perfil do dossel (Cangiano et al., 2002) (Figura 7), relação folha/colmo, massa de forragem, altura, ângulo da folhagem etc.. No plano horizontal a variabilidade se expressa por meio da maior ou menor abundância de uma determinada espécie ou distintas proporções entre partes das plantas (Milne, 1991), pelo número e distribuição de áreas de sub ou super-pastejo, os quais estão relacionados com os efeitos da seletividade animal sobre a dinâmica da população (Galli & Cangiano, 1998), ou pela proporção e distribuição de áreas do pasto caracterizadas pela presença e ausência de touceiras de diferentes tamanhos no caso de plantas cespitosas como os capins mombaça, tanzânia, elefante etc. (Figura 8).

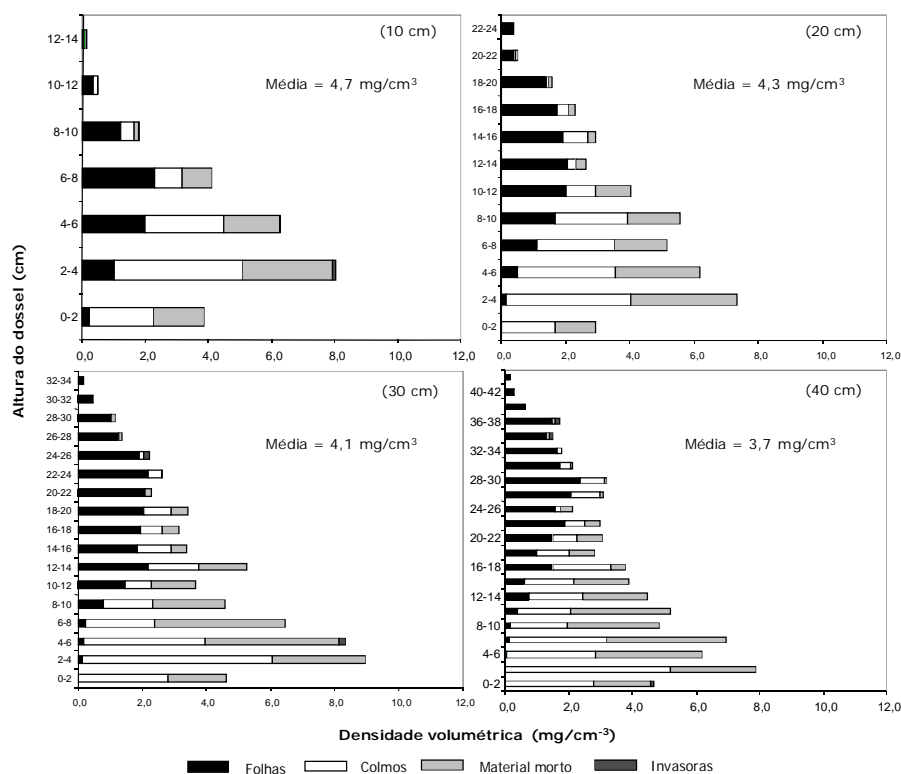
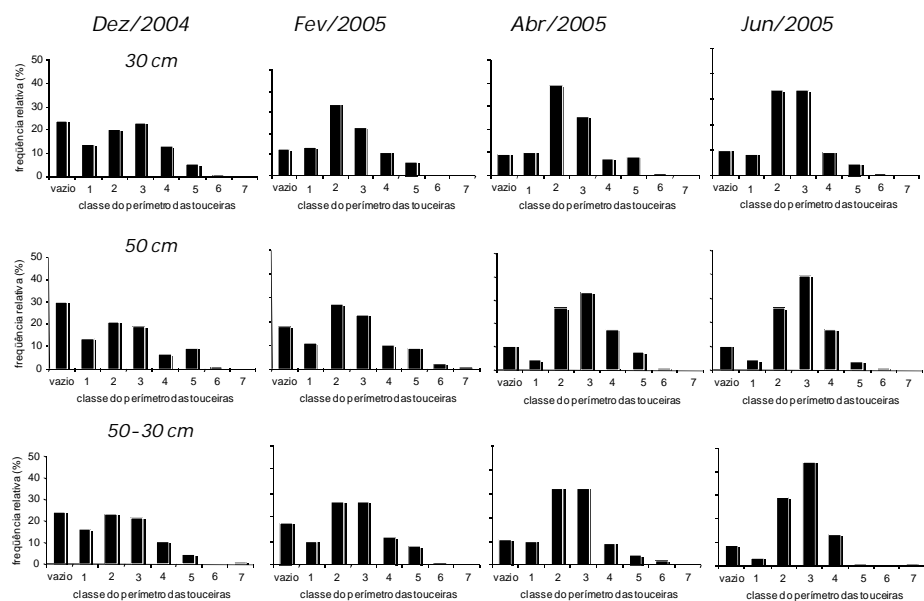


Figura 7 - Estrutura do dossel forrageiro de pastos de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) mantidos a 10, 20, 30 e 40 cm de altura sob lotação contínua por bovinos de corte durante o período de janeiro a março de 2002 (Adaptado de Molan, 2004).



* Classes do perímetro das touceiras: vazio = espaço vazio; 1 = touceiras com até 56 cm de perímetro; 2 = touceiras com perímetro de 57 a 112 cm; 3 = touceiras com perímetro de 113 a 168 cm; 4 = touceiras com perímetro de 169 a 224 cm; 5 = touceiras com perímetro de 225 a 280 cm; 6 = touceiras com perímetro de 281 a 336 cm; e 7 = touceiras com perímetro de 337 a 392 cm.

Figura 8 - Frequência relativa (%) da área ocupada e do perímetro das touceiras em pastos de capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) submetidos estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por pastejo aos 95% de interceptação de luz durante a rebrotação e alturas de resíduo de 30, 50 e 50-30 cm (50 cm durante a primavera e verão com rebaixamento para 30 cm durante o outono e inverno, restabelecendo-se a meta de 50 cm na primavera seguinte) dezembro de 2004 a junho de 2005 (Adaptado de Lopes, 2006).

Nas situações em que o patamar potencial de IAF estabelecido pela disponibilidade de luz não pode ser atingido, normalmente como resultado de suprimento inadequado de nutrientes e/ou de o pasto estar se recuperando de um período de manejo inadequado, a densidade populacional de perfilhos é baixa e a distribuição de plantas na área é desuniforme (Figura 8). Nesses casos, podem ocorrer ajustes em ângulo foliar e da folhagem, assegurando

que mesmo com valores mais baixos de IAF ainda seja possível utilizar de forma eficiente a luz disponível (Bullock, 1996; Chapman & Lemaire, 1996). Nessa situação a dinâmica da população de plantas estaria operando na transição entre as fases 1 e 2, e não na transição entre fases 2 e 3 (ponto *di*), o que implica que a meta de altura correspondente à condição de 95% de interceptação de luz durante a rebrotação assumia valores mais baixos relativamente àqueles da condição sem restrição, gerando uma aparente inconsistência da aplicação do conceito de meta de manejo. Esse padrão de resposta foi registrado em experimento com o capim-mombaça, cujo objetivo inicial era avaliar o efeito da variação em altura de resíduo ao longo do ano como forma de aumentar a produção e a produtividade dos pastos (Lopes, 2006). Essa era uma seqüência do trabalho de Carnevalli (2003) em que foi constatado que o ponto ideal de interrupção do período de descanso dos pastos correspondia à condição em que o dossel atingia 95% de interceptação de luz, independentemente da altura de resíduo utilizada (30 ou 50 cm). Nesse trabalho foi constatada uma alta correlação entre a interceptação de luz pelo dossel e a altura do pasto (medida do nível do solo até a curvatura natural das folhas no topo do dossel), sendo que a condição de 95% de interceptação de luz esteve consistentemente associada à altura de 90 cm. Os resultados apontaram para a possibilidade de aumento em produção de forragem se o resíduo de 50 cm fosse utilizado durante as épocas do ano de maior crescimento (final de primavera e verão), sendo rebaixado a 30 cm ao longo do outono/inverno visando favorecer o perfilhamento dos pastos no início da primavera e assegurar um reinício mais rápido do ciclo produtivo do capim na nova estação de crescimento. Após os primeiros pastejos de primavera a altura de resíduo voltaria a ser de 50 cm, permitindo o aproveitamento das vantagens de uma área foliar residual mais alta. Essa hipótese deu origem aos tratamentos avaliados, que corresponderam a intensidades de pastejo correspondentes às alturas de 30 e 50 cm de resíduo mantidas fixas ao longo do ano e uma terceira alternativa, de altura variável, 50-30-50 cm, como descrito acima. Diferentemente do experimento de Carnevalli (2003), o experimento de Lopes (2006) foi instalado em uma localidade onde os pastos não eram utilizados regularmente e não havia muito controle do processo de pastejo. Apesar do pastejo e roçada iniciais de uniformização da área antes do início do experimento em dezembro de 2004, constatou-se que a proporção de espaços vazios (áreas sem plantas) e a amplitude de tamanhos de touceiras eram consideráveis, concorrendo para variabilidade muito grande em estrutura horizontal e uma densidade populacional de perfilhos baixa relativamente àquela que deveria existir se os pastos estivessem sendo manejados de forma regular e controlada (Figura 8). Essa é uma condição típica de uma comunidade de

plantas na transição das fases 1 e 2 do diagrama multi-fásico da Figura 2. Ao se monitorar a interceptação de luz dos pastos para definição do momento de realização dos pastejos, a altura média em que a meta de 95% de interceptação de luz era alcançada correspondeu a 65 cm. Esse valor é inferior aos 90 cm determinados por Carnevalli (2003) para a mesma planta forrageira e condições análogas de manejo, porém em pastos que tinham utilização regular e a dinâmica populacional operava entre as fases 2 e 3. Durante o primeiro verão os pastos manejados de forma controlada passaram por mudanças significativas em distribuição espacial das plantas (diâmetro e espaçamento entre touceiras), as quais tenderam a se estabilizar somente no final do outono, em junho de 2005. Por essa razão, decidiu-se repetir o experimento por mais um ano, partindo-se agora de uma condição de pastos adaptados ao regime de pastejo utilizado (Montagner, 2007). Nesse segundo ano de experimento a meta de 95% de interceptação de luz pelo dossel passou de 65 para 90 cm de altura, de maneira análoga ao relatado por Carnevalli (2003), indicando que a discrepância do ano anterior havia sido consequência da transição e adaptação dos pastos ao novo regime de utilização. O fato ressaltou a necessidade de adaptação dos pastos antes que mensurações de qualquer natureza fossem iniciadas, alertando para as limitações de experimentos de pastejo de curta duração que não levam em consideração efeitos residuais de tratamentos e uso anterior da área experimental. Essa é uma restrição importante, especialmente quando um dos objetivos é gerar valores de altura de pasto para serem utilizados como meta de manejo.

Além da mudança em estrutura do pasto e de suas implicações sobre aspectos da produção animal, a dinâmica populacional de perfilhos interfere com o perfil de idade da população, ou seja, com a distribuição e a proporção de perfilhos de diferentes classes de idade na população de plantas na área. De uma maneira geral, ritmos de crescimento mais acelerados associados com épocas do ano de maior disponibilidade de fatores de crescimento, como a primavera e o verão, ou com uso de práticas agronômicas como adubação e irrigação, resultam em maior intensidade de uso das plantas (interação frequência x severidade de desfolhação), condição em que ocorre maior mortalidade e aparecimento de perfilhos, ou seja, maior renovação da população de plantas na área. Essa situação implica em duração de vida mais curta de perfilhos individuais, fazendo com que o perfil de idade da população seja reduzido relativamente a condições de crescimento mais lento. A idade dos perfilhos influencia o ritmo morfogênico das plantas, alterando a velocidade de aparecimento e alongamento de folhas, assim como a duração

de vida das mesmas (Paiva, 2008¹). Resultados recentes têm demonstrado que o manejo do pastejo é uma forma poderosa de manipular esse perfil de idade da população de plantas na área. Pastejos mais freqüentes e/ou intensos no caso de lotação rotativa ou contínua, respectivamente, resultam em maior renovação de perfilhos, reduzindo a idade média dos mesmos, favorecendo aumentos nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas, de crescimento e, conseqüentemente, de acúmulo de forragem dos pastos (Figuras 9, 10 e 11). Além disso, perfilhos mais jovens produzem forragem de melhor valor nutritivo (Santos et al., 2006), condição favorável para a obtenção de elevados níveis de desempenho animal, além de serem mais responsivos à adubação nitrogenada (Paiva, 2008), o que potencializa os benefícios de práticas agrônômicas e de uso de insumos.

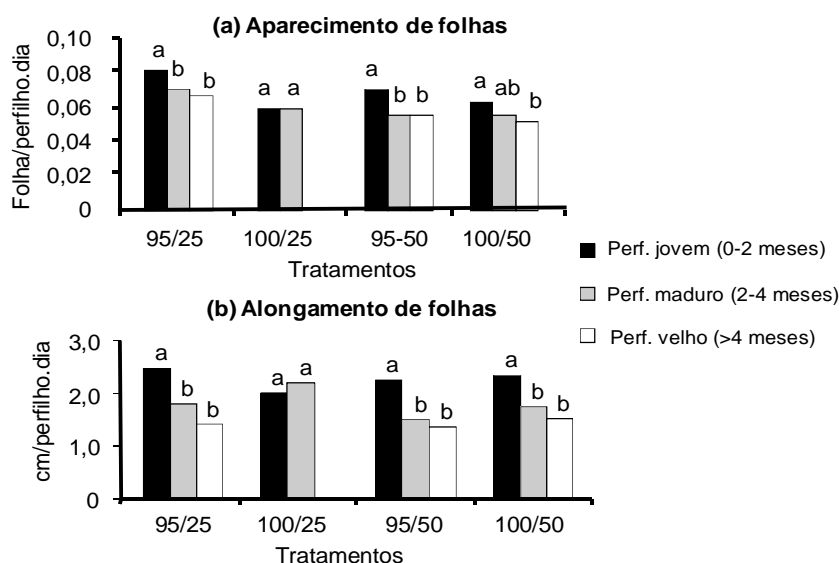


Figura 9 - Taxa de (a) aparecimento e (b) alongamento de folhas em pastos de capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por pastejos aos 95 e 100% de interceptação de luz durante a rebrotação e alturas de resíduo de 25 e 50 cm de julho de 2003 a maio de 2004 (Adaptado de Barbosa, 2004).

¹ Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da ESALQ/USP em fase final de preparação intitulada "Características morfológicas e estruturais de diferentes categorias de idade de perfilhos em pastos de capim-marandu sob lotação contínua e ritmos morfológicos contrastantes". Autor: Adenilson José Paiva.

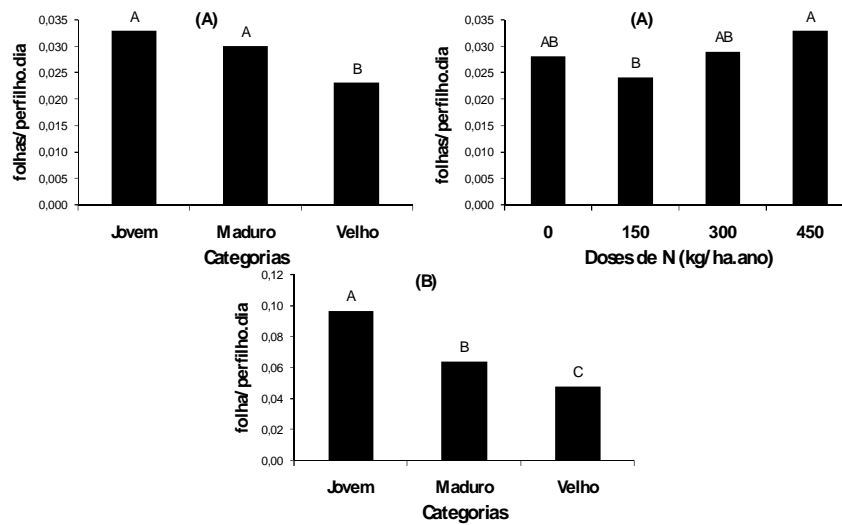


Figura 10 - Taxa de aparecimento de folhas em pastos de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes (0, 150, 300 e 450 kg/ha de N) durante o (A) outono-inverno/07 e o (B) verão/08 (Paiva, 2008).

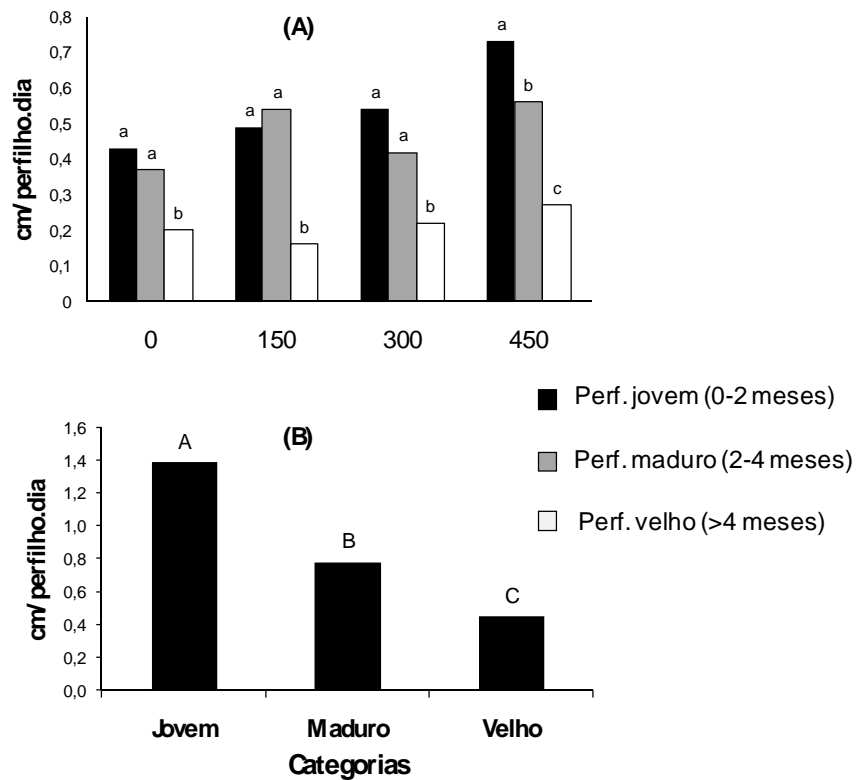


Figura 11 - Taxa de alogamento de folhas em pastos de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes (0, 150, 300 e 450 kg/ha de N) durante o (A) outono-inverno/07 e o (B) verão/08 (Paiva, 2008).

Considerações finais

Todas as respostas apresentadas pelas plantas em função de modificações no ambiente geradas por meio do manejo do pastejo e/ou variações em época do ano têm importantes reflexos sobre a estrutura do pasto, interferindo nos processos de acúmulo, composição morfológica, padrões de busca e apreensão pelo animal e consumo de forragem, influenciando a produtividade e a eficiência geral do processo produtivo (Carvalho et al., 2005; Da Silva & Carvalho, 2005; Palhano et al., 2006ab).

Esse fato ratifica a importância de se considerar a pastagem como um ecossistema complexo e dinâmico, e indica a necessidade de mudança de paradigma na pesquisa e experimentação com plantas forrageiras no sentido de assumir um caráter multidisciplinar, que requer integração de conhecimentos e participação colaborativa entre grupos de estudo.

Nesse contexto, a dinâmica populacional é parte importante do conhecimento e planejamento de soluções, uma vez que é a determinante da densidade populacional de perfilhos, principal forma de ajuste das comunidades de plantas a modificações no ambiente de pastejo (Matthew et al., 2000) e característica central na definição do IAF dos pastos (Lemaire & Chapman, 1996). O IAF é a principal das características estruturais do pasto, uma vez que possui elevada correlação com respostas tanto de plantas como de animais (Da Silva, 2004). A manipulação da dinâmica de populações de perfilhos em pastagens favorece a alteração de respostas como a habilidade competitiva e o balanço da competição intra-específica, afetando a persistência e a longevidade dos pastos; o perfil de idade dos perfilhos, modificando padrões de crescimento e alocação de fotoassimilados por modificar o ritmo morfogênico e o tipo de estrutura sendo produzido pelas plantas, afetando a quantidade e o valor nutritivo da forragem produzida e a resposta das plantas ao uso de insumos; a distribuição espacial (horizontal e vertical) da vegetação no pasto, interferindo nos padrões de busca e apreensão de alimentos pelos animais e na ordem de grandeza das metas de pasto a serem utilizadas como guia de manejo etc..

O reconhecimento dessa importância consolida o conhecimento existente e abre uma nova janela de oportunidades em termos de estudos e pesquisas com plantas forrageiras e produção animal em pastagens, num cenário onde aspectos ecológicos do ecossistema pastagem passam a ser tão ou mais importantes que os produtos finais, uma vez que adquire-se uma visão sistêmica e não mais compartimentalizada do processo produtivo e atributos como sustentabilidade e qualidade do meio ambiente passam a ter importância relativa maior e assumem papel de certificadores da qualidade do processo produtivo. Adicionalmente, esse novo enfoque demonstra que é possível intensificar o processo produtivo de maneira racional, sem o uso excessivo de insumos, tornando o processo mais eficiente, barato e mais competitivo, de maneira responsável e organizada. Para que os benefícios possam ser realizados há a necessidade, contudo, de uma mudança drástica de paradigmas e concepção da ciência e geração de conhecimento no sentido de aceitar e valorizar a diversidade e trabalho multidisciplinar, o esforço cooperativo e a necessidade de planejamento minucioso para a definição de metas e objetivos. Esse talvez

seja o maior desafio a ser enfrentado no curto prazo pelos profissionais da área de produção animal no país e, provavelmente, um dos mais difíceis de serem vencidos, uma vez que, mais do que recursos financeiros e investimentos, ele requer força de vontade e mudança de atitude para ser cumprido.

Referências bibliográficas

- BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv, Tanzânia) submetido a freqüências e intensidades de pastejo.**144p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Zootecnia), Viçosa, UFV, 2004.
- 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.** Oxon : CAB International, 1996. p.37-67.
- BULLOCK, J. M. Plant competition and populations dynamics. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems.** CAN International, Wallingford, 1996, p. 69-100.
- CANGIANO, C. A.; GALLI, J. R.; PECE, M. A.; DICHIO, L.; ROZSYPALEK, S. H. Effect of liveweight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.53, n.5, p.541–549, 2002.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. 149p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.
- CARVALHO, D. **Leaf morphogenesis and tillering behavior in single plants and simulated swards of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars.** 2002. 186p. Thesis (Doctor of Philosophy in Plant Science) – Institute Natural Resources, Massey University, Palmerston North, 2002.
- CARVALHO, P. C. F. ; DA SILVA, S. C.; NABINGER, C. ; MORAES, A.; GENRO, T. C. M. . Managing natural grasslands in a changing world: grazing ecology insights to accomplish re-oriented management expectations (no prelo). In: Hong Fuzeng; Guo Qijun; Yun Jinfeng. (Org.). **Multifunctional Grasslands and Rangelands in a Changing World.** Beijing: Guangdong People's Publishing House, 2008, v. 1, p. 415-421.

- CARVALHO, P. C. F.; GENRO, T. C. M.; GONÇALVES, E. N.; BAUMONT, R. A. estrutura do pasto como conceito de manejo: reflexos sobre o consumo e a produtividade. In: REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; OLIVEIRA, A. P.; MELO, G. M. P; BERNARDES, T. F. (Org.). II Simpósio de Volumosos na Produção de Ruminantes. **Anais...**, 1 ed. Jaboticabal - SP: FUNEP, 2005, p. 107-124.
- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.) **Grasslands for Our World**. SIR Publishing, Wellington, p.55-64, 1993.
- CRUZ, P.; BOVAL. M. Effect of nitrogen on some morphogenetical traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In : Lemaire G., Hodgson J., de Moraes A., C. Nabinger and P.C. de F. Carvalho (eds). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CAB, Cambridge, UK, 2000, p.151-167.
- DA SILVA, S. C. ; CARVALHO, P. C. F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: D. A. McGilloway. (Org.). **Grassland: a global resource**. 1 ed. Wageningen - The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2005, p. 81-95.
- DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, Suplemento especial, p.121-138, 2007.
- DA SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: PIZARRO. E.; CARVALHO, P.C.F.; DA SILVA, S.C. (Eds.) Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, 2., 2004,UFPR, Curitiba. **Anais...** Curitiba. CD-ROM.
- DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 2. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; VIEIRA JÚNIOR, P. A.; MANFRON, P. A. Enfoque ecofisiológico da nutrição e adubação do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (Eds.). **Feijão: estratégias de manejo para alta produtividade**. ESALQ, USP: LPV, 2007. 224p.
- GALLI, J. R.; CANGIANO, C. A. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 18, n. 3-4, p. 247-261, 1998.
- HACK, H.; BLEIHOLDER, H. H.; BUHR, L.; MEIER, U.; SCHNOCK-FRICKE, U.; WEBER, E.; WITZENBERGER, A. The extended BBCH-Scale. In: ENZ, M.; Dachler, C.(Eds.). **Compendium of growth stage identification keys for mono and dicotyledonous plants**. 2 ed., Novartis, 1997. 130p.

- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Essex, England, Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.
- HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: BATISTA, A. M. V.; BARBOSA, S.B.P.; SANTOS, M.V.F. & FERREIRA, L. M. C. (Org.). Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, Recife, 2002. **Anais...**, Recife: SBZ, 2002, p. 180-202.
- LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Eds.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. New York: CAB, 2000. p. 103-122.
- LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage Abstracts**, v.33, p.141-148, 1963.
- 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.
- LEMAIRE, G.; WILKINS, R.; HODGSON, J. Challenges for Grassland Science: managing research priorities. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 108, n. 2, p. 99-108, 2005.
- LOPES, B.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a regimes de desfolhação**. 221p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Zootecnia), Viçosa, UFV, 2006.
- MATTHEW, C.; ASSUERO S.G.; BLACK C.K.; SACKVILLE-HAMILTON, N.R. Tiller dynamics in grazed swards. In : Lemaire G.; Hodgson J.; Moraes A.; Nabinger, C.; Carvalho, P.C. F. (eds). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CAB, Cambridge, UK, 2000,, p.127-150.
- MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE-HAMILTON, N.R.; HERNANDEZ-GARAY, A. A modified self-thinning equation to describe size/ density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v.76, p.579-587, 1995.
- MAZZANTI A., LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilisation on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilisation. **Grass and Forage Science**, v.49, p.352-359, 1994.
- MILNE, J.A. Diet selection by grazing animals. In: NUTRITION SOCIETY, 50., 1991, Oxford. **Proceedings...** Oxford: 1991. p.77-85.

- 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.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004. 159p. Dissertação (Mestrado em Agronomia — Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
- MONTAGNER, D.B. **Morfogênese e acúmulo de forragem de capim-mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo.** 75p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Zootecnia), Viçosa, UFV, 2007.
- Nascimento Júnior, D.; Adese, B. Acúmulo de Biomassa na Pastagem. In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO Jr., D. (Eds.) SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais.** Viçosa:UFV; DZO, 2006. p.289-346.
- PAIVA, A. J. **Características morfológicas e estruturais de diferentes categorias de idade de perfilhos em pastos de capim-marandu sob lotação contínua e ritmos morfológicos contrastantes.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008. Em fase de preparação. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
- PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F. ; DITTRICH, J. R.; MORAES, A.; SILVA, S. C. ; MONTEIRO, A. L. G. Padrões de deslocamento e procura por forragem de novilhas leiteiras em pastagem de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2253-2259, 2006.
- PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R.; MORAES, A.; SILVA, S. C. ; MONTEIRO, A. L. G. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1014-1021, 2007.
- SANTOS, P. M. S.; CORSI, M.; PEDREIRA, C. G. S.; LIMA, C. G. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grassland**, v. 40, p. 84-93, 2006.
- SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.
- SBRISSIA, A.F. ; DA SILVA, S. C. ; MATTHEW, C. ; CARVALHO, C. A. B. ; CARNEVALLI, R. A. ; PINTO, L. F. M. ; FAGUNDES, J. L. ; PEDREIRA, C. G. S. Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 bermudagrass swards. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 12, p. 1459-1468, 2003.

- SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004, 171p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
- SBRISSIA, A.F., Da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba : SBZ, 2001, p.731-754.
- UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.
- VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed.). **New Zealand Pasture and Crop Science.** Auckland: Oxford University Press, 1999, p. 11-27.

