Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes

Fábio Olegário Caminha

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre em Ciências. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2009

Fábio Olegário Caminha
Engenheiro Agrônomo

Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes

Orientador:
Prof. Dr. **SILA CARNEIRO DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre em Ciências. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Caminha, Fábio Olegário
Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes / Fábio Olegário Caminha. - - Piracicaba, 2009.
81 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Capim-marandu 2. Densidade populacional 3. Dinâmica de populações 4. Nitrogênio 5. Pastejo-manejo 6. Perfilhação I. Título

CDD 633.2
C183d

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICO

Aos meus pais,

Rogélio Casal Caminha Neto (*in memorian*) & Mariza Olegário Caminha pelo exemplo de vida, amor e dedicação, minha eterna gratidão.
À minha esposa, Luciana Junqueira Tavares Correia Caminha por seu amor, paciência e apoio em todos os momentos.
À minha filha, Fabiana Correia Caminha, por iluminar a minha vida com seu sorriso.

"A verdadeira felicidade está na própria casa, entre as alegrias da família."

(Leon Tolstoi)

OFEREÇO

Aos meus avós,

Isidoro (*in memorian*) e Maria Altiva (*in memorian*),
Ezaul (*in memorian*) e Liberalina

Aos meus irmãos,
Thiago e Leandro

Ao meu sobrinho,
Davi

Aos demais familiares.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as graças recebidas em minha vida.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

Ao Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva por sua contribuição valiosa em minha formação profissional, pela orientação inestimável nesse trabalho e pelo exemplo de profissionalismo e dedicação.

Aos grandes amigos e companheiros nessa árdua, mas gratificante empreitada: Adenilson José Paiva, Lilian Elgalise Techio Pereira, Priscila de Mesquita e Vitor Del’Alamo Guarda que não mediram esforços para que todos os trabalhos fossem realizados da melhor maneira possível.

Aos membros do comitê de pesquisa: Prof. Dr. Domício do Nascimento Júnior e Prof. Dr. André Fischer Sbrissia pelos valiosos comentários e sugestões durante a elaboração da dissertação.

Aos professores da ESALQ, especialmente aos do Departamento de Zootecnia pelos valiosos ensinamentos transmitidos fundamentais para minha formação profissional.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Sr. Laureano e filhos pela solicitude e presteza com que sempre nos atenderam.

Ao Prof. Dr. Flávio Portela dos Santos pela concessão dos animais utilizados no experimento.

Ao Prof. Dr. Gérson Barreto Mourão pelo auxílio na análise estatística dos dados.

Aos estagiários: Igor, Rogério, Daiane e Ricardo, pela valiosa ajuda na condução do experimento.

Aos colegas do LAPF pelo harmonioso convívio e grande amizade.

Aos amigos da República Jacarepaguá, pelos momentos de descontração e fraterna amizade.

Ao Sr. João Antônio Tavares Correia, pelo incentivo, confiança e exemplo de seriedade e comprometimento profissional.

Ao meu compadre e grande amigo Thiago Pedroso Palma pelos valiosos conselhos e agradáveis momentos de convivência.

A minha super comadre Daniela Alves de Oliveira e seu noivo Fred Rodrigues de Menezes pela eterna amizade e momentos descontraídos de convivência.

Aos casais de amigos: Antônio e Ângela e Magno e Fernanda pela harmoniosa convivência e grande amizade.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO 9
ABSTRACT 11
1 INTRODUÇÃO 13
1.1 Conceituação e desenvolvimento de perfilhos 14
1.2 O pasto como uma população de perfilhos 15
1.3 Fatores que influenciam a dinâmica da população de perfilhos 17
1.4 O papel do nitrogênio na dinâmica de populações de perfilhos 20
Referências 22
2 DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS E DINÂMICA DO PERFILHAMENTO EM PASTOS DE CAPIM-MARANDU SUBMETIDOS A LOTAÇÃO CONTÍNUA E RITMOS DE CRESCIMENTO CONTRASTANTES 27
Resumo 27
Abstract 28
2.1 Introdução 28
2.2 Material e Métodos 29
2.3 Resultados 36
2.3.1 Densidade Populacional de Perfilhos 36
2.3.2 Taxas de aparecimento e de mortalidade de perfilhos 40
2.4 Discussão 44
2.5 Conclusões 51
Referências 51
3 SOBREVIVÊNCIA, LONGEVIDADE E ESTABILIDADE DE POPULAÇÕES DE PERFILHOS EM PASTOS DE CAPIM-MARANDU SUBMETIDOS A LOTAÇÃO CONTÍNUA E RITMOS DE CRESCIMENTO CONTRASTANTES 56

Resumo **56**
Abstract **56**
3.1 Introdução **57**
3.2 Material e métodos **59**
3.3 Resultados **65**
3.3.1 Taxas de sobrevivência de perfilhos **65**
3. 3. 2 Padrões Demográficos de Perfilhamento **65**
3.3.3 Balanço entre aparecimento e morte de perfilhos **69**
3.3.4 Índice de estabilidade (Pf/Pi) das populações de perfilhos **70**
3.4 Discussão **71**
3.5 Conclusões **75**
Referências **76**
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS **79**
5 CONCLUSÕES **81**
Referências **81**

RESUMO

Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes

O perfilhamento é uma estratégia de crescimento que as gramíneas forrageiras desenvolveram durante seu processo evolutivo na presença dos herbívoros como forma de assegurar sobrevivência, perenização e produtividade, sendo influenciado por diversos fatores de ambiente e de manejo. Estudos recentes, enfocando o processo de perfilhamento em espécies de plantas forrageiras tropicais, têm colaborado de maneira significativa para o entendimento das respostas dessas gramíneas a diferentes práticas de manejo do pastejo impostas. No entanto, ainda é preciso avançar muito nesse tipo de estudos, principalmente para o capim-marandu, uma das espécies forrageiras mais utilizadas no país. O objetivo deste experimento foi descrever e quantificar os padrões demográficos de perfilhamento de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos de crescimento contrastantes gerados por meio de adubação nitrogenada. Os tratamentos corresponderam à aplicação de três doses de nitrogênio (150, 300 e 450 kg/ha de N) mais o controle (sem adubação), e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 1.200 m^2) segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Durante o período experimental, (janeiro/2007 a abril/2008) foram analisadas as seguintes variáveis: densidade populacional de perfilhos (DPP), taxas de aparecimento (TAP), mortalidade (TMP) e sobrevivência (TSP) de perfilhos, índice de estabilidade das populações (IE). De maneira geral, pastos mantidos sob ritmos de crescimento mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N) resultaram em maiores DPP, especialmente no final de primavera e verão, bem como em maiores TAP e TMP, determinando ciclos de renovação da população de perfilhos mais intensos que pastos mantidos sob ritmos de crescimento mais lentos (não adubados e/ou adubados com 150 kg/ha de N). Independentemente dos ritmos de crescimento avaliados, os pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura se mostraram eficazes na manutenção e reposição de perfilhos e, dessa forma, asseguraram a persistência e a produtividade do pasto ao longo de todo o ano, mesmo nas épocas de menor disponibilidade de fatores de crescimento. Contudo, o período de transição entre início e final de primavera se mostrou crítico para o manejo dessa espécie forrageira, uma vez que foi nessa época que ocorreu a maior renovação da população de perfilhos nos pastos. Eventuais erros de manejo nessa condição podem comprometer a perenidade e a produtividade do pasto durante a próxima estação de crescimento. O nitrogênio acelera o processo de renovação de perfilhos e o torna mais intenso quando as condições para o crescimento são restabelecidas, acelerando a restauração da área foliar e a produção de forragem.

Palavras-chave: Perfilhamento; Manejo do pastejo; Nitrogênio; *Brachiaria brizantha*

ABSTRACT

Tiller population density, demographic patterns of tillering and tiller population dynamics on continuously stocked marandu palisadegrass subjected to contrasting rhythms of growth

Tillering is a growth strategy that forage grasses developed during their co-evolution with herbivores as a means of ensuring survival, perennation and productivity, which is strongly influenced by several environmental and management factors. Recent studies, focusing on tillering of tropical grasses, have contributed to the understanding of plant responses to grazing management practices. However, it is still necessary to make further progress in that area, particularly for marandu palisadegrass, one of the most used grass species in Brazil. The objective of this experiment was to describe and quantify patterns of tillering of continuously stocked marandu palisadegrass maintained at 30 cm subjected to contrasting rhythms of growth generated by nitrogen fertilisation. Treatments corresponded to three nitrogen application rates (150, 300 and 450 kg/ha of N) plus the control (no fertilisation), and were allocated to experimental units (1200 m^2 paddocks) according to a complete randomised block design, with four replications. During the experimental period (January/2007 to April/2008) the following response variables were monitored: tiller population density (TPD), rates of tiller appearance (TAR), death (TDR) and survival (TSR), and population stability index (SI). Swards subjected to faster rhythms of growth (fertilised with 300 and 450 kg/ha of N) resulted in larger TPD and higher TAR and TDR, particularly in late spring and summer, determining a faster turnover in tiller population relative to those subjected to slower rhythms of growth (no fertilised or fertilised with 150 kg/ha of N). Continuously stocked marandu palisadegrass swards maintained at 30 cm were effective in ensuring tiller replacement, ensuring persistency and productivity throughout the year regardless of the growth rhythm imposed, even when availability of environmental growth conditions was limited. However, the transition period between early and late spring was critical for the management of this grass species, since it was the time swards underwent the highest turnover in tiller population. Grazing management mistakes under those conditions can compromise sward longevity and productivity during the next growing season. Nitrogen intensifies the tiller turnover process when environmental growth conditions are not limiting, accelerating restoration of sward leaf area and productivity.

Keywords: Tillering; Grazing Management; Nitrogen; *Brachiaria brizantha*

1 INTRODUÇÃO

A exploração pecuária em pastagens é caracterizada por um grande conflito: encontrar o balanço ótimo entre as necessidades contrastantes de plantas e animais, ou seja, o antagonismo entre a planta forrageira e sua necessidade de manter área foliar suficiente para otimizar o uso da luz incidente e o animal em pastejo com sua necessidade de colher forragem de qualidade de forma eficiente (PARSONS,1988). Isso torna o ecossistema de pastagens bastante peculiar, repleto de relações complexas e dinâmicas entre seus componentes (planta, animal e meio-ambiente). Para um melhor entendimento dessas relações é fundamental o conhecimento de aspectos relativos à morfologia, fisiologia e ecofisiologia das plantas forrageiras. Dessa maneira, estudos envolvendo características morfogênicas e estruturais do dossel forrageiro, bem como os padrões demográficos de perfilhamento são essenciais para que se possa determinar estratégias de manejo do pastejo mais eficientes que respeitem as necessidades e os limites de resistência das plantas e, assim, favoreçam a persistência e a produtividade da pastagem, e o desempenho animal (DA SILVA; NASCIMENTO JR, 2006).

O perfilhamento é uma estratégia de perenização e ocupação espacial que as gramíneas forrageiras desenvolveram durante seu processo evolutivo na presença dos herbívoros como forma de assegurar sobrevivência e produtividade, sendo influenciado por diversos fatores de ambiente e manejo. A densidade populacional de perfilhos é resultante de um processo dinâmico, caracterizado pelo balanço entre o aparecimento e morte de perfilhos ao longo do ano, processos esses que ocorrem segundo taxas diferentes e variáveis (BULLOCK, 1996). Isso assegura às gramíneas um mecanismo de plasticidade fenotípica, caracterizado por alterações sazonais na estrutura do dossel forrageiro como forma de permitir às plantas adaptação as condições vigentes de crescimento (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993). Esse mecanismo permite a elas compensar total ou parcialmente contrastes relativamente grandes em estratégias de manejo do pastejo empregadas e, assim, manter relativa estabilidade da produção de forragem dentro de uma amplitude significativa de condições de dossel forrageiro (HODGSON; DA SILVA, 2002).

O estudo dessas estratégias de perenização pode permitir a identificação de práticas de manejo do pastejo que aumentem a produtividade dos pastos simplesmente por meio do favorecimento do ciclo natural de reposição de perfilhos, assegurando que a população de plantas possa se ajustar rapidamente aos regimes de desfolhação impostos e restaurar seu IAF "ideal" para determinada localidade e época do ano (VALENTINE; MATTHEW, 1999). Portanto, a manipulação da dinâmica de perfilhos numa pastagem deve ser um dos objetivos do manejo do pastejo, principalmente em situações onde a densidade populacional de perfilhos tende a um mínimo necessário para garantir a perenização da pastagem (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

O capim-marandu é uma das plantas forrageiras mais utilizadas no país, e, portanto, alvo de inúmeros estudos. Contudo, trabalhos acerca de sua ecofisiologia são recentes e embora já tenham contribuído para o melhor manejo dessa importante planta forrageira, ainda existe relativa carência de conhecimento sobre suas respostas morfológicas, particularmente padrões demográficos de perfilhamento, e sua aplicação para o refinamento das práticas de manejo do pastejo vigentes. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi descrever e quantificar os padrões demográficos de perfilhamento de pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes.

1.1 Conceituação e desenvolvimento de perfilhos

Conceitualmente, o perfilho é considerado a unidade vegetativa básica de crescimento das gramíneas forrageiras (HODGSON, 1990). A morfologia do perfilho é determinada pelo tamanho, número e arranjo espacial dos fitômeros que o compõem. Cada fitômero é composto por lâmina e bainha foliar, nó, entrenó e gema axilar (BRISKE, 1991). Os fitômeros são provenientes do meristema apical, e são originados segundo uma sucessão linear. Cada fitômero é responsável pela formação de diferentes orgãos em diferentes estádios de seu próprio ciclo de vida, razão pela qual cada perfilho pode ser considerado uma cadeia coordenada de fitômeros em diferentes estádios de desenvolvimento (MATTHEW et al., 2001).

No perfilho, a produção de tecidos é caracterizada pelo crescimento de novos órgãos, como folhas e colmos. Além disso, sempre que o meristema apical produz uma

nova folha (dando início, portanto, a um novo fitômero), uma nova gema é produzida (JEWISS, 1972). Essas gemas axilares são diferenciadas a partir do meristema apical, sendo subordinadas a ele em termos de posição e época de desenvolvimento. Uma vez que sua diferenciação esteja completa, seu crescimento pode continuar dando origem a um novo perfilho ou ser interrompido. As condições que determinam esse padrão de desenvolvimento estão basicamente associadas com características hormonais e de ambiente (MURPHY; BRISKE, 1992).

No entanto, num ambiente de pastagens, a produção vegetal não é resultado apenas da produção de partes novas (crescimento), mas sim do balanço líquido entre produção de novos tecidos (crescimento) e perda de tecidos "velhos" (senescência), os quais ocorrem de maneira simultânea no dossel forrageiro (HODGSON, 1990) tanto em nível de perfilhos individuais como de população de perfilhos na pastagem. Dessa forma, o arranjo sequencial de fitômeros confere aos perfilhos duas características importantes; substituição de perfilhos mortos e proteção dos meristemas contra o processo de desfolhação (VALENTINE; MATTHEW, 1999), características fundamentais para assegurar a perenização, produtividade e sustentabilidade das pastagens.

1.2 O pasto como uma população de perfilhos

Pastos de gramíneas forrageiras são consideradas uma população de perfilhos (KORTE, 1986) e, por essa razão, aumentos em produção de forragem podem ser obtidos por meio de aumentos em densidade populacional e/ou em massa por perfilho (BIRCHAM; HODGSON, 1983; GRANT et al., 1983; VOLENEC; NELSON, 1983; SBRISSIA et al., 2001, 2003; SBRISSIA; DA SILVA 2008). Dessa forma, as plantas forrageiras não crescem como indivíduos isolados, mas sim como membros de uma população, sendo necessário, portanto, entendimento das interações competitivas bem como das respostas dessas populações ao pastejo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Durante as primeiras etapas de crescimento, a taxa de aparecimento de folhas e de perfilhos é linear, mas como esse é um processo contínuo para todas as plantas, o aumento no número total de perfilhos no pasto é exponencial enquanto não houver limitação no meio (LANGER, 1963). Na medida em que se intensifica a competição por fatores de crescimento, principalmente luz, inicia-se um processo de morte de perfilhos

dependente da densidade populacional, resultando numa relação inversa entre o número e o peso (tamanho) dos perfilhos, conhecido como mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos (MATTHEW et al., 1995; SBRISSIA et al., 2001, 2003; SBRISSIA; DA SILVA, 2008).

Assim, alterações na área foliar do dossel forrageiro, medidas por meio de variações no índice de área foliar dos pastos (IAF), influenciam diretamente a capacidade de interceptação luminosa do dossel, promovendo mudanças tanto em suas características morfogênicas (alterações nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas) quanto em suas características estruturais, especialmente densidade populacional de perfilhos. Essas mudanças integram um conjunto de características adaptativas conhecido como plasticidade fenotípica, as quais visam assegurar rebrotação e perenidade à planta forrageira. Por essa razão, as pastagens podem ser consideradas sistemas altamente regulados onde qualquer mudança estrutural determina respostas na morfogênese das plantas que, por sua vez, modificam a estrutura do dossel forrageiro (SBRISSIA; DA SILVA, 2001), alterando as respostas de plantas e de animais (HODGSON; DA SILVA, 2002).

O IAF é o principal componente estrutural do pasto sensível a essas adaptações (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), sendo que uma comunidade de plantas pode otimizá-lo de diversas maneiras (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Variações em densidade populacional de perfilhos correspondem à forma mais efetiva para realização dessas adaptações, permitindo maior flexibilidade de ajuste no IAF do pasto aos regimes de desfolhação utilizados (SBRISSIA; DA SILVA, 2001), uma vez que o tamanho da folha é determinado pela própria desfolhação e o número de folhas por perfilho é relativamente estável para uma dada espécie e/ou cultivar de planta forrageira (DAVIES, 1974). Portanto, quanto maior o número de perfilhos, maior a competição por luz no interior do dossel e, com isso, menor o desenvolvimento e tamanho final dos mesmos. A contrapartida também é verdadeira, ou seja, quanto menor o número de perfilhos, maior o desenvolvimento e tamanho final dos mesmos (BRISKE, 1996). Assim, para que possam ser definidas estratégias eficientes de manejo do pastejo, é fundamental que se conheça os principais fatores atuantes na dinâmica das populações de perfilhos em pastagens.

1.3 Fatores que influenciam a dinâmica da população de perfilhos

A emissão de perfilhos ocorre segundo uma ordem natural de sucessão foliar determinada geneticamente, mas são as condições de meio-ambiente, juntamente com a expressão genética da planta, que definem qual gema se desenvolverá primeiro (LANGER, 1956). O potencial de perfilhamento de um genótipo durante o estádio vegetativo de desenvolvimento é determinado pela velocidade com que novas folhas são emitidas, pois cada folha produzida possui uma gema potencialmente capaz de originar um novo perfilho. Dessa forma, a taxa de aparecimento de folhas influencia diretamente a densidade populacional de perfilhos (DPP) por meio da determinação do número potencial de gemas axilares. A relação entre o aparecimento de perfilhos e o aparecimento de folhas, o “site filling” (DAVIES, 1974), é uma medida do potencial de perfilhamento de uma espécie forrageira.

Segundo Langer (1979), a produção de perfilhos é controlada pela disponibilidade de água, luz, temperatura e nutrientes, principalmente nitrogênio e, em menor escala, fósforo e potássio, além do estádio de desenvolvimento da planta. A ação de todos esses fatores de forma conjunta determina o aparecimento e morte de perfilhos, eventos esses que ocorrem durante todos os meses do ano (LANGER, 1958). A população de perfilhos na pastagem é resultado do balanço entre os processos de aparecimento e morte, os quais ocorrem segundo taxas diferentes e variáveis ao longo do ano (BULLOCK, 1996). A perenidade de plantas individuais e, consequentemente, do pasto, depende da capacidade de substituição dos perfilhos mortos, que também é afetada pelos picos estacionais de morte e aparecimento, especialmente aqueles associados com eventos de florescimento. Além disso, se a utilização do pasto for incorreta e a morte de perfilhos for consistentemente maior que o aparecimento de novos perfilhos, o pasto entra em processo de degradação (MARSHALL, 1987).

Existe uma grande dificuldade em interpretar os padrões de produção de perfilhos porque os fatores que influenciam seu aparecimento e morte dificilmente podem ser considerados de maneira isolada. Esses fatores têm papel crítico no estabelecimento e manutenção do potencial de crescimento da pastagem (MARSHALL, 1987). Segundo Matthew (1992), os fatores mais importantes na determinação do aparecimento e morte de perfilhos seriam (1) o estímulo ao aparecimento de perfilhos

quando a luz alcança a base do dossel; (2) a redução na taxa de aparecimento e aumento na mortalidade de perfilhos com o sombreamento excessivo em situações de elevada massa de forragem nos pastos; (3) a inibição do perfilhamento após desfolhação severa, consequência do baixo nível de reservas orgânicas na planta; (4) a variação em número de perfilhos fisicamente removidos pelos animais durante o pastejo, sendo essa remoção maior em situações de lotação intermitente relativamente àquelas de lotação contínua, e maior, também, sob condições de pastejo severo.

Estudos recentes com plantas forrageiras tropicais têm evidenciado um padrão estacional em densidade populacional de perfilhos, com maiores valores associados com a época do ano em que há abundância de fatores de crescimento como temperatura, luz, água e nutrientes (final de primavera e verão). Nessa época, além da maior densidade populacional, o aparecimento e morte de perfilhos ocorrem segundo taxas muito maiores relativamente ao que acontece durante a época de baixa disponibilidade de fatores de crescimento (outono, inverno e início de primavera), o que caracteriza uma alta taxa de renovação de perfilhos e favorece maior produtividade do pasto (CARVALHO, 2000; UEBELE, 2002; SBRISSIA et al., 2009; BARBOSA, 2004; GIACOMINI, 2007). Assim, o perfilhamento aumenta com o aumento da disponibilidade dos fatores abióticos, mas, no entanto, os fatores bióticos como o pastejo e a competição intra e interespecífica entre plantas na área também possuem influência relevante sobre o processo.

A disponibilidade de luz parece ser o fator de ambiente mais limitante ao perfilhamento, uma vez que tanto a quantidade quanto a qualidade da luz incidente nas partes mais baixas do dossel podem causar alterações na dinâmica de perfilhamento (LANGER, 1979). No dossel forrageiro a qualidade da luz modifica-se intensamente, uma vez que quanto maior for a área foliar das plantas maior será a absorção de luz no comprimento de onda do vermelho (V – 640 nm) enquanto que a luz no comprimento de onda do vermelho distante (Vd – 740 nm) é pouco absorvida. Esse padrão distinto de uso de diferentes comprimentos de onda da luz incidente pelas plantas resulta em grande variação da qualidade da luz (faixas do espectro luminoso) ao longo dos estratos verticais à medida que a luz penetra no dossel forrageiro. Essa mudança na qualidade da luz resulta em respostas morfogênicas da planta mediadas por diferentes

foto-receptores, principalmente os fitocromos sensíveis à razão V/Vd e demais pigmentos fotossintéticos (GAUTIER et al., 1999). A proporção V/Vd do espectro de luz que atinge as plantas ou parte das plantas no dossel é uma consequência do número de folhas, seu ângulo de disposição e a contribuição relativa da radiação difusa e direta recebida (SMITH, 1981). De forma geral, diminuição da relação V/Vd altera o perfilhamento causando atraso no desenvolvimento das gemas nos perfilhos sem, contudo, alterar o filocrono (DEREGIBUS et al., 1985). Em contrapartida, uma alta relação V/Vd pode promover a liberação de gemas e a produção de novos perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; GAUTIER et al., 1999).

A luz também pode alterar a concentração de reguladores de crescimento e de carboidratos nos tecidos vegetais, afetando o transporte dos mesmos no interior da planta (MARTIN, 1987). Essas relações entre fitocromo e reguladores vegetais que afetam o crescimento podem influenciar o aparecimento e a manutenção de perfilhos, uma vez que alteram a dominância apical (BALLARÉ et al., 1990; 1992). Contudo, a remoção do meristema apical nem sempre promove iniciação de novos perfilhos, podendo o perfilhamento ocorrer em plantas com meristema apical intacto. Explicações fisiológicas sobre dominância apical são frequentemente inconclusivas e as respostas do perfilhamento à remoção do meristema apical inconsistentes. Assim, interpretações alternativas da regulação do perfilhamento devem compreender não apenas mecanismos fisiológicos, mas, também, variáveis ambientais, na tentativa de explicar efetivamente a magnitude e a coordenação do perfilhamento em gramíneas forrageiras (MURPHY; BRISKE, 1992).

O perfilhamento também é muito afetado pelo desenvolvimento reprodutivo das plantas, uma vez que durante o início da fase de alongamento de colmos e desenvolvimento da inflorescência o crescimento das gemas axilares é suprimido, podendo ser retomado após a emergência da inflorescência (MARSHALL, 1987). Uma das principais causas da morte de perfilhos em pastagens é a remoção dos ápices pelos animais em pastejo, sendo esse processo particularmente importante durante o estádio reprodutivo das plantas, quando os meristemas são elevados em função do alongamento dos internódios dos colmos até o horizonte de desfolhação. Mas, mesmo em pastos em estádio vegetativo de desenvolvimento, como azevém perene por

exemplo, regimes lenientes de desfolhação podem induzir o alongamento dos internódios basais e aumentar o risco de decapitação dos meristemas apicais (DAVIES, 1988).

O equilíbrio entre o aparecimento e morte de perfilhos é altamente dependente do tipo de desfolhação a que o pasto é submetido. Este, por sua vez, determina a evolução do IAF, fator chave na regulação dos processos de morte e aparecimento de perfilhos (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Em pastos manejados em sistema de lotação contínua, a densidade populacional de perfilhos (DPP) é determinada principalmente pelo IAF no qual o pasto é mantido. Em situações onde as desfolhações são mais severas, o IAF é baixo e a DPP é elevada, da mesma forma, quando as desfolhações são menos intensas, o IAF se eleva, a competição por luz aumenta e a DPP é reduzida.

Para o capim-marandu, essa relação compensatória entre o IAF e densidade populacional de perfilhos foi evidenciada por Sbrissia et al. (2009). Segundo esses autores, pastos mantidos mais baixos por meio de lotação contínua apresentaram maior densidade populacional de perfilhos pequenos que pastos mantidos mais altos, fato esse que não foi capaz, contudo, de assegurar um mesmo valor de IAF e, ainda, foi observado o comprometimento da estabilidade dos pastos mantidos a 10 cm de altura.

1.4 O papel do nitrogênio na dinâmica de populações de perfilhos

O nitrogênio é o macronutriente exigido pelas plantas em maior quantidade (TAIZ; ZEIGER, 2004). Geralmente representa de 10 a 40 g kg^{-1} da massa seca dos tecidos vegetais, sendo um nutriente fundamental para as plantas, uma vez que compõe inúmeras moléculas e compostos orgânicos (aminoácidos e proteínas) além de participar de importantes processos metabólicos dos vegetais (fotossíntese, respiração e absorção iônica de nutrientes) (MENGEL; KIRKBY, 2001).

Quando as condições de ambiente (luz, temperatura e água) são ideais e não há limitação na disponibilidade de outros nutrientes, o nitrogênio é o nutriente que dita o ritmo de crescimento das plantas, aumentando a velocidade dos ciclos de renovação de tecidos (folhas e perfilhos) e como consequência, aumentando a produção de forragem (CORSI, 1986). Após a desfolhação, ocorre um fluxo significativo de carbono para os meristemas apicais, e este tem sido assumido como uma resposta adaptativa

importante das plantas ao pastejo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Esse fluxo, no entanto, parece ser fortemente influenciado pelos processos de absorção, partição e reciclagem de nitrogênio. A utilização de carbono em atividades meristemáticas associadas a processos morfogênicos tem se mostrado bastante dependente de uma adequada nutrição nitrogenada (GASTAL et al., 1992). Considerando, portanto, a região meristemática como um forte dreno de nutrientes, a disponibilidade de N assume papel importante, uma vez que é determinante do ritmo de crescimento das plantas responsável pela renovação da área foliar dos pastos.

O N afeta a expressão de variáveis morfogênicas aumentando a taxa de alongamento de folhas e a taxa de aparecimento de perfilhos, além de ter um ligeiro efeito sobre a taxa de aparecimento de folhas (GASTAL et al., 1992; HODGSON, 1990; LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Segundo Lemaire (1985), baixos níveis de N determinam baixos valores de ocupação de sítios e mantêm a taxa de aparecimento de novos perfilhos abaixo de seus valores potenciais. Experimentos têm demonstrado (ALEXANDRINO et al., 2004; MORAIS et al.,2006) que gramíneas forrageiras, providas de suprimento adequado de N, apresentam, em termos de perfilhos, grande vantagem em relação àquelas com baixo suprimento de N. De maneira geral, a presença de N promove maior peso médio e densidade populacional de perfilhos. Além disso, pastos adubados com N possuem um perfil mais jovial da população de perfilhos, o que pode resultar, como no caso dos *Panicum*, em maior crescimento, uma vez que perfilhos jovens apresentam maiores taxas de aparecimento e alongamento de folhas que perfilhos velhos (CARVALHO, 2002; BARBOSA, 2004). Por outro lado, após estabelecido o IAF ótimo do dossel para uma dada quantidade de luz disponível no meio, aumento na disponibilidade de N pode determinar uma menor densidade populacional de perfilhos, resultado de um processo de morte baseado em competição por luz (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Nesse contexto, pode-se afirmar que o N é o nutriente mais importante para maximizar a produção de massa seca das gramíneas forrageiras e, como consequência, favorecer maior produção animal por unidade de área (WERNER et al., 2001). No entanto, para que essa maior produtividade animal aconteça, é necessário que a forragem adicional produzida seja colhida de forma eficiente, sem que haja

perdas excessivas de forragem por senescência. Em espécies de clima temperado, sob condições de lotação contínua, aumento no ritmo de crescimento gerado pelo nitrogênio foi equilibrado por maior taxa de lotação, utilizada para a manutenção das condições e controle da estrutura do relvado. A maior taxa de lotação resultou em maior frequência de desfolhação de perfilhos individuais sem alterar a longevidade de vida das folhas, aumentando o número de vezes que cada folha era desfolhada durante seu período de vida, melhorando, assim, a eficiência de colheita (MAZZANTI et al., 1994; CHAPMAN; LEMAIRE, 1996). Resultados análogos para plantas forrageiras tropicais não existem, e poderiam contribuir significativamente para o conhecimento e melhoria das práticas de manejo utilizadas.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar, descrever e quantificar os padrões demográficos de perfilhamento do capim-marandu submetido a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes criados por meio de adubação nitrogenada.

Referências

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

BALLARÉ, C.L.; SCOPEL, A.L.; SÁNCHEZ, R.A. Far-red radiation reflected from adjacent leaves: an early signal of competition in plant canopies. **Science** , Washington. 247, p. 329-332, 1990.

BALLARÉ, C.L.; SCOPEL, A.L.; SÁNCHEZ. R.A.; RADOSEVICH, S.R. Photomorphogenic processes in the agricultural environment. **Photochemistry and Photobiology** , Oxford, v. 56, p. 777-788, 1992.

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a freqüências e intensidades de pastejo**. 2004. 119 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, p. 323-331, 1983.

BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHIMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing management**: an ecological perspective. Portland :Timber Press, 1991. p.85-108.

BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: A functional interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. p. 37- 67.

BULLOCK, J.M. Plant competition and population dynamics. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems** . Wallingford: CAB International, 1996. p. 69-100.

CARVALHO, C.A.B. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de Cynodon spp. manejadas em quatro intensidades de pastejo.** 2000 . 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

CARVALHO, D.D. **Leaf morphogenesis and tillering behaviour in single plants and simulated swards of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars**. 2002. 186p. Thesis (Doctor of Philosophy in Plant Science) – Institute of Natural Resources, Massey University, Palmerston North, 2002.

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.

CORSI, M. Pastagem de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 8., 1986, Piracicaba. **Anais ...** . Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 499-512.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, New York, v. 82, p. 165-172, 1974.

DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.). **The Grass Crop**. London: Chapman and Hall, 1988. p.85-127.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: Ed. Suprema, 2006. p. 1-42.

DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J.; TRLICA, M.J. Tillering responses to enrichment of red-light beneath the canopy in a humid natural grassland. **Journal of Applied Ecology**, London, v.22, n.1, p.199-206, 1985.

GASTAL, F.; BELANGER, G.;LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, Oxford, v.70, p.437-442, 1992.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (lolium perenne l.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, Oxford, v.83, n.4, p.423-429, 1999.

GIACOMINI, A.A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2007. 175 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GRANT, S.A.; BARTHRAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; SMITH, H.K. Sward management, lamina turnover and tiller population-density in continuously stocked lolium-perenne-dominated swards. **Grass and Forage Science**, Oxford v.38, n.4, p.333-344, 1983.

HODGSON, J. **Grazing management:** science into practice. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 1990. 203 p.

HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais…** Recife: SBZ, 2002. p.180-202.

KORTE, C.J. Tillering in "Grassland Nui" perennial ryegrass swards. 2. Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 29, p. 629-638, 1986.

JEWISS, O.R. Tillering in grasses: Its significance and control. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 72, p. 65-82, 1972.

LANGER, R.H.M. Growth and nutrition of Timothy (Phleum pratense). I. Life story of individual tillers. **Annals of Applied Biology** , Cambridge, v. 44, p. 166-187, 1956.

LANGER, R.H.M. Changes in the tiller population of grass swards. **Nature**, London, v.182, p.1817-1818, 1958.

LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage Abstrats**, Wallingford, v.33, p.141-148, 1963.

LANGER, R.H.M. Tillering. In: LANGER, R.H.M. (Ed.). **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1979. chap. 5 p. 19-25.

LEMAIRE, G. **Cinètique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et Le printemps**. 1985. 96p. Thèse (Doctorat d'Etat.) - Université de Caen. Esplanade de la Paix, 1985.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. chap. 1, p. 3-36.

MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. (Ed.). **Managed Grasslands**. Amsterdam: Elsevier, 1987. cap. 4 p.29-46.

MARTIN, G.C. Apical dominance. **HortScience** , Alexandria, v. 22, n. 5, p. 824-833, 1987.

MATTHEW, C. A study of seasonal root and tiller dynamics in swards of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). 1992. 210p. Thesis (Ph.D.) - Massey University, Palmerston North, 1992.

MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; HAMILTON, N.R.S.; HERNÁNDEZ-GARAY, A. H.A modified self-thinning equation to describe size/density relationships fordefoliated swards. **Annals of Botany**, Oxford, v.76, n.6, p.579-587, 1995.

MATTHEW, C.; VAN LOO, E.N.; THOM, E.R.; DAWSON, L.A.; CARE, D.A. Understanding shoot and root developm ent. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings ...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 19-27.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5th ed. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MORAIS, R.V.;FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FAGUNDES,J.L.; MOREIRA, L.M.; MISTURA, C.; MATUSCELHO, J.A. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.380-388, 2006.

MURPHY, J.S.; BRISKE, D.D. Regulation of tillering by apical dominance -chronology, interpretive value, and current perspectives. **Journal of Range Management**, Baltimore, v.45, n.5, p.419-429, 1992.

PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZEMBY A. (Ed.) **The grass crop**: the physiological basis of production. London: Chapman & Hall, 1988. p.129-177.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua.** 2004. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 731- 754.

SBRISSIA, A. F.; Da SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.1, p.35-47, 2008.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L. F.M.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Tiller size/population density compensation in Coastcross grazed swards. **Scientia Agrícola**, Piracicaba , v.58, n.4, p.655-665, 2001.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S. C.; MATTHEW, C.; CARVALHO, C.; CARNEVALLI, R.; PINTO, L.; FAGUNDES, J.; PEDREIRA, C. Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 bermudagrass swards. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.12, p.1459-1468, 2003.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; MOLAN, L.K.; ANDRADE, F.M.E.; GONÇALVES, A. A.; LUPINACCI, A. V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, Dordrecht, p. Online, 2009. Homepage: Http://www.springerlink.com/content/xg3h80050277224m/; ISSN/ISBN: 13850237.

SMITH, H. Function, evolution and action of plant photosensors. In: SMITH, H. (Ed.) **Plants and daylight spectrum**, New York: Academic Press, 1981. cap.2. p.499-508.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. 2002. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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.

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

WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; MONTEIRO, F.A. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 129-156.

2 DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS E DINÂMICA DO PERFILHAMENTO EM PASTOS DE CAPIM-MARANDU SUBMETIDOS A LOTAÇÃO CONTÍNUA E RITMOS DE CRESCIMENTO CONTRASTANTES

Resumo

O perfilhamento ocupa papel de destaque no manejo de pastagens, uma vez que corresponde a uma rota eficiente segundo a qual as plantas condicionam e ajustam o seu índice de área foliar e se adaptam às práticas de desfolhação impostas, sendo, portanto, importante o seu conhecimento para a definição de práticas de manejo e uso de plantas forrageiras em pastagens. O objetivo deste experimento foi descrever e quantificar os padrões demográficos de perfilhamento de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos de crescimento contrastantes gerados por meio de adubação nitrogenada. Os tratamentos corresponderam à aplicação de três doses de nitrogênio (150, 300 e 450 kg/ha de N) mais o controle (sem adubação), e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 1.200 m^2) segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Durante o período experimental (janeiro/2007 a abril/2008) foram analisadas as seguintes variáveis: densidade populacional de perfilhos (DPP) e as taxas de aparecimento (TAP) e mortalidade (TMP) de perfilhos basais e aéreos. Pastos mantidos sob ritmos de crescimento mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N) apresentaram as maiores DPP, especialmente no final de primavera e verão. Da mesma forma, apresentaram os maiores valores de TAP e TMP, determinando ciclos de renovação da população de perfilhos mais acelerados que pastos mantidos sob ritmos de crescimento mais lentos (não adubados e/ou adubados com 150 kg/ha de N), principalmente nas épocas de maior disponibilidade de fatores climáticos de crescimento. O período de transição entre início e final de primavera se mostrou crítico para a renovação da população de perfilhos do capim-marandu, indicando a necessidade de se adotar práticas de manejo que assegurem essa renovação, garantindo a perenidade e a produtividade dos pastos. O nitrogênio acelera esse processo, possibilitando restabelecimento mais rápido de condições produtivas das pastagens que, por sua vez, pode resultar em aumento de produtividade.

Palavras-chave: Perfilhamento; Manejo do pastejo; *Brachiaria brizantha*; Nitrogênio

TILLER POPULATION DENSITY AND TILLERING DYNAMICS ON CONTINUOUSLY STOCKED MARANDU PALISADEGRASS SUBJECTED TO CONTRASTING RHYTHMS OF GROWTH

Abstract

Tillering plays a central role in grasslands management since it is an efficient way plants have to adjust their leaf area index and adapt to defoliation practices imposed. Knowledge of the process is therefore important for planning and defining grazing management practices. The objective of this experiment was to describe and quantify patterns the demographic patterns of tillering of continuously stocked marandu palisadegrass maintained at 30 cm subjected to contrasting rhythms of growth generated by nitrogen fertilisation. Treatments corresponded to three nitrogen application rates (150, 300 and 450 kg/ha of N) plus the control (no fertilisation), and were allocated to experimental units (1200 m^2 paddocks) according to a complete randomised block design, with four replications. During the experimental period (January/2007 to April/2008) the following response variables were monitored: tiller population density (TPD) and the rates of tiller appearance (TAR) and death (TDR) of basal and aerial tillers. Swards subjected to faster rhythms of growth (fertilised with 300 and 450 kg/ha of N) resulted in larger TPD and higher TAR and TDR, particularly in late spring and summer, determining a faster turnover in tiller population relative to those subjected to slower rhythms of growth (no fertilised or fertilised with 150 kg/ha of N). The transition period between early and late spring was critical for the management of this grass species, since it was the time swards underwent the highest turnover in tiller population, indicating the need of grazing management practices that favour tiller replacement, ensuring sward longevity and productivity. Nitrogen fertiliser accelerates the tillering process, favouring fast recovery of productive conditions which, in turn, can result in increases in sward productivity.

Keywords: Tillering; Grazing Management; Nitrogen; *Brachiaria brizantha*

2.1 Introdução

O perfilhamento ocupa papel de destaque no manejo de pastagens, uma vez que corresponde a um mecanismo eficiente segundo a qual as plantas condicionam e ajustam o seu índice de área foliar e se adaptam às práticas de desfolhação impostas. Diversos fatores atuam em sua dinâmica, sendo a variação estacional da radiação solar e da massa de forragem os principais determinantes da densidade populacional de perfilhos (GRANT; KING, 1983). Portanto, o ajuste nessas populações ocorre constantemente e se caracteriza pelo equilíbrio entre o aparecimento e morte dos perfilhos ao longo do ano (KORTE, 1986). Essa dinâmica possibilita que plantas diferentes apresentem padrões distintos de demografia de perfilhos e, assim sendo,

respostas diferenciadas a regimes semelhantes de desfolhação (DA SILVA; PEDREIRA, 1997).

Estudos sobre demografia de populações de perfilhos há muito tempo são realizados em espécies forrageiras de clima temperado, e parecem ser um método eficiente para se prever essas variações em demografia e, com isso, fazer parte de estratégias de manejo do pastejo adequadas para manter a densidade populacional de perfilhos e otimizar a produção de forragem ao longo do ano (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).O reconhecimento da variação em padrões demográficos e dinâmica populacional de perfilhos fornece base para um “ajuste fino” das práticas de manejo do pastejo empregadas, uma vez que sua manipulação tem gerado aumentos significativos na produtividade de pastagens de clima temperado sob condições específicas (MATTHEW et al., 1999).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi descrever e quantificar a densidade populacional de perfilhos, bem como os padrões demográficos de perfilhamento em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes criados por meio de adubação nitrogenada.

2.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado em Piracicaba, SP, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pertencente à Universidade de São Paulo, cujas coordenadas geográficas aproximadas são 22º42’ de latitude Sul, 47º38’ de longitude Oeste e 546 de altitude (OMETO, 1989), especificamente na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras (UEPF), área coordenada pelo Grupo de Estudos de Plantas Forrageiras (GEPF) do Departamento de Zootecnia.

O clima da região de Piracicaba, segundo o “Sistema Köppen”, classifica-se como Cwa, ou seja, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, com temperatura média inferior a 18ºC no mês mais frio e superiores a 22ºC na época mais quente (BRASIL, 1960). Os dados climáticos referentes ao período experimental (janeiro de 2007 até abril de 2008) foram coletados no posto metereológico do Departamento de Ciências Exatas da USP/ESALQ, localizado a aproximadamente 500 m da área experimental. As figuras 1 e 2 ilustram o comportamento das principais variáveis climáticas no decorrer do período experimental.

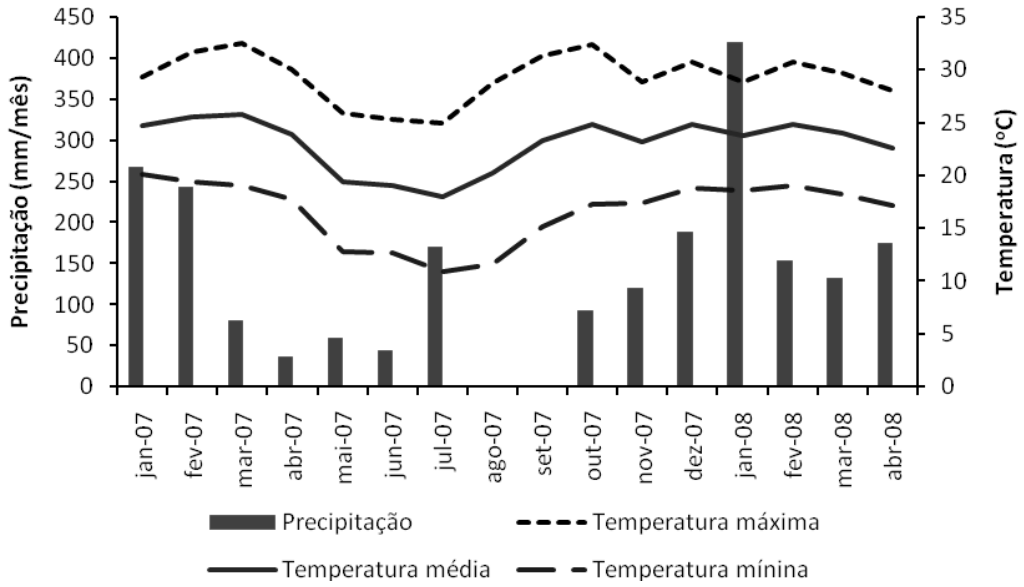


Figura 1 – Precipitação (mm) e média das temperaturas (ºC) máximas, médias e mínimas de janeiro de 2007 a abril de 2008

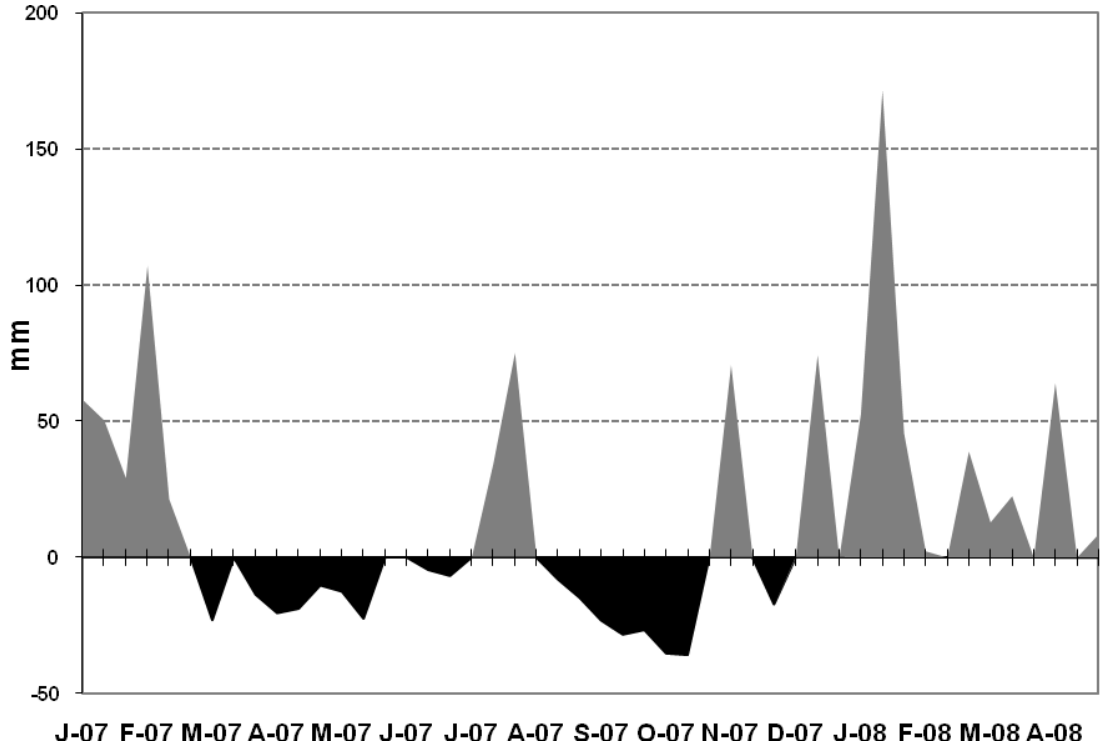


Figura 2 – Balanço hídrico de janeiro de 2007 a abril de 2008, considerando-se uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 50 mm

O relevo da área experimental pode ser considerado suave a moderadamente ondulado e o solo classificado com Nitossolo Vermelho eutroférrico, com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 1999). A análise de solo revelou valores satisfatórios de pH e teores de nutrientes em relação às exigências da espécie em estudo, não havendo, portanto, necessidade de realização de adubações outras que não a nitrogenada. Na Tabela 1 seguem os dados das características químicas da camada de 0-20 cm do solo antes do início do experimento.

Tabela 1- Resultado da análise química de solo da área experimental

Bloco	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V
		(g dm^{-3})	(mg dm^{-3})	(mmol $_C$ dm $^{-3}$)							(%)
I	5,2	43,7	50,7	8,3	57,5	19,2	0,0	37,0	85,0	122,0	69,7
II	5,2	44,2	57,8	8,3	58,8	17,8	0,0	38,0	84,8	122,7	69,0
III	5,0	39,8	64,5	5,5	56,5	14,3	0,0	48,3	76,3	124,5	61,0
IV	4,8	38,7	75,5	4,5	70,0	12,8	1,2	53,8	87,0	140,7	62,2
Médias	5,1	41,6	62,1	6,7	60,7	16,0	0,3	44,3	83,3	127,5	65,5

A espécie estudada foi a *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) cv Marandu, uma das plantas forrageiras mais utilizadas no país. Os pastos de capim-marandu foram estabelecidos em setembro de 2000, sendo posteriormente utilizados em uma série de experimentos que avaliaram aspectos ecofisiológicos dessa espécie sob diferentes estratégias e métodos de pastejo, primeiramente lotação contínua (2001 a 2003) e, posteriormente, lotação rotativa (2004 a 2006). Ao final dos experimentos a área foi mantida sob pastejo rotativo por bovinos de corte até julho de 2006, quando foi roçada a uma altura de 10 cm do solo como forma de uniformizar os pastos e prepará-los para o início da nova série de experimentos de que fez parte o presente estudo.

Dessa maneira, a área começou a ser monitorada logo após a roçada de uniformização. Durante o período experimental os pastos foram mantidos a uma altura média de 30 cm, admitindo-se uma variação de 10% (altura média variando de 27 a 33 cm). O monitoramento da altura dos pastos foi realizado duas vezes por semana durante as estações de maior crescimento (final de primavera e verão) e uma vez por semana durante as estações de menor crescimento (outono, inverno e início de primavera) utilizando-se um bastão medidor (*sward stick)* (BARTHRAM, 1985). Em cada unidade experimental (piquetes de 1.200 m²) foram realizadas medições em 100

pontos ao longo de quatro linhas transectas (25 pontos por transecta) dispostas em formato de zig-zag.

Na medida em que os pastos começaram a atingir o limite inferior da meta de altura (27 cm), por volta de outubro de 2006, animais começaram a ser introduzidos nos piquetes. No entanto, o experimento foi iniciado somente após todos os piquetes terem atingido a meta de altura planejada e apresentarem animais em pastejo (início da lotação contínua), o que aconteceu somente em dezembro de 2006. Dessa maneira, o período experimental iniciou-se em janeiro de 2007 e encerrou-se em abril de 2008. O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável como forma de manter a meta de altura relativamente estável e em torno de 30 cm (Figura 3). O pastejo foi realizado por novilhas das raças Nelore e Canchim com peso corporal médio inicial de 250 kg.

O experimento foi realizado segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com 4 repetições, tendo como critério de bloqueamento o declive do terreno . Os tratamentos corresponderam a quatro ritmos de crescimento da comunidade de plantas, os quais foram criados por meio da aplicação de três doses de nitrogênio mais o controle (sem adubação): T1 = 0; T2 = 150, T3= 300 e T4= 450 kg/ha.ano de N. Tais doses de nitrogênio foram estabelecidas com base em valores compatíveis com a amplitude agronômica normalmente utilizada para a planta forrageira estudada e suficientemente grande para criar o contraste almejado em ritmos de crescimento.

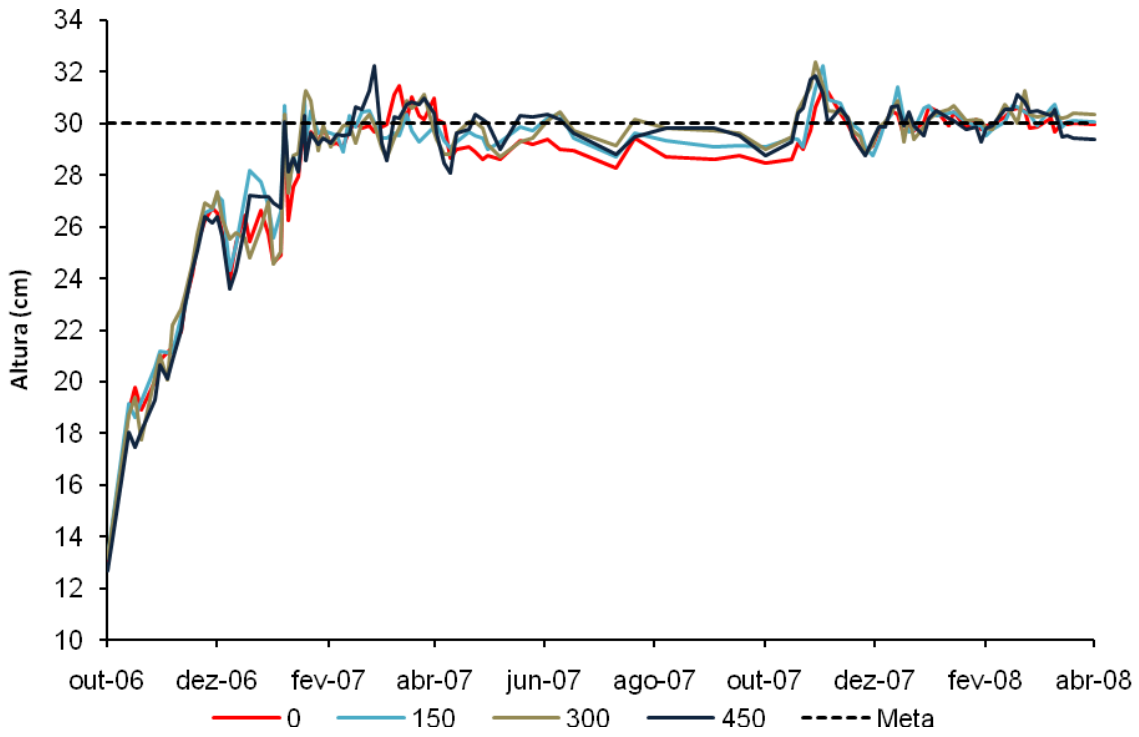


Figura 3 - Altura média (cm) dos pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua de outubro de 2006 a abril de 2008

O fertilizante, nitrato de amônio, em sua forma pura, foi a fonte de nitrogênio utilizada no experimento. Sua aplicação foi parcelada em intervalos regulares de quatro semanas durante o verão agrostológico das estações de crescimento 2006/2007 e 2007/2008 conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Aplicações de nitrogênio nas unidades experimentais

	Tratamento - Doses utilizadas (kg/ha de N por ano)			
Datas de aplicação	**0**	**150**	**300**	**450**
		2006/2007		
19/12/2006	-	37,50	75	112,50
16/01/2007	-	37,50	75	112,50
23/02/2007	-	37,50	75	112,50
23/03/2007	-	37,50	75	112,50
		2007/2008		
20/12/2007	-	37,50	75	112,50
17/01/2008	-	37,50	75	112,50
14/02/2008	-	37,50	75	112,50
13/03/2008	-	37,50	75	112,50

Para a avaliação dos padrões demográficos de perfilhamento assim como das taxas de aparecimento e morte de perfilhos foram utilizados 3 pontos de amostragem por unidade experimental. Cada ponto de amostragem foi constituído de anéis de PVC de 30 cm de diâmetro fixados no solo por meio de grampos metálicos em áreas representativas da condição média do pasto (avaliação visual da altura e massa de forragem por ocasião do posicionamento dos anéis). Na primeira avaliação todos os perfilhos dentro dos respectivos anéis, tanto basais como aéreos, foram marcados com fios metálicos encapados com plástico de uma determinada cor. Na segunda avaliação os perfilhos existentes nos anéis de amostragem, oriundos da 1ª marcação, foram contados (apenas os vivos) e os novos (que apareceram entre os períodos de amostragem) foram marcados com fios de uma cor diferente da anterior. Assim a primeira marcação foi denominada de geração 0 (G0), a segunda de G1 e assim sucessivamente até o último mês de avaliação. Dessa maneira, os perfilhos pertencentes a todas as gerações avaliadas eram sempre recontados e os novos perfilhos marcados com uma nova cor. Com base nessas contagens foi possível calcular as taxas de aparecimento (TAP) e morte (TMP) de perfilhos (CARVALHO, 2000).

As avaliações foram realizadas segundo um intervalo de aproximadamente 4 semanas. Como os intervalos não foram rigorosamente iguais, todos os valores foram corrigidos para um período comum de 30 dias. A Figura 4 ilustra detalhes da marcação de perfilhos nos anéis.

Figura 4 – Padrões demográficos: detalhes da marcação dos perfilhos

As avaliações de densidade populacional de perfilhos foram realizadas de forma independente daquelas de demografia do perfilhamento, e corresponderam a contagens do número total de perfilhos contidos no interior de armações metálicas retangulares medindo 100 cm x 25 cm (Figura 4) segundo intervalos de aproximadamente 28 dias. Foram utilizados três retângulos por unidade experimental, os quais eram posicionados em pontos representativos da condição média dos pastos (avaliação visual da altura e massa de forragem dos pastos) por ocasião de cada procedimento de amostragem. Foram contabilizados de forma separada perfilhos basais e aéreos, assim como aqueles perfilhos que apresentavam inflorescência visível.

Os dados obtidos mensalmente foram agrupados em cinco épocas do ano, verão 1 (janeiro a março de 2007), outono/inverno (abril a agosto de 2007), início de primavera (setembro a meados de novembro de 2007), final de primavera (meados de novembro e dezembro de 2007) e verão 2 (janeiro a meados de abril de 2008). Posteriormente, foram submetidos a análise de variância utilizando-se o PROC MIXED

(modelos mistos) do pacote estatístico do SAS® (*Statistical Analysis System*), versão 9.1 para Windows®. Para escolha da matriz de covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Assim, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (dose de N e época do ano) bem como da interação entre elas. Os efeitos de dose de N e época do ano e assim como da interação entre eles foram considerados fixos e o efeito de blocos foi considerado aleatório (LITTEL et al., 2000). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o comando "LSMEANS" e a comparação entre elas, quando necessária, foi realizada por meio da probabilidade da diferença ("PDIFF"), usando o teste "t" de "Student" e um nível de significância de 5%.

2.3 Resultados

2.3.1 Densidade Populacional de Perfilhos

A densidade populacional de perfilhos basais (DPPb) variou com o ritmo de crescimento (P<0,0001), época do ano (P<0,0001) e com a interação ritmo de crescimento x época do ano (P=0,0032). Os tratamentos correspondentes aos ritmos de crescimento mais acelerados (300 e 450 kg/ha de N) resultaram, durante todas as épocas do ano, em valores de DPPb superiores àqueles registrados em pastos submetidos a ritmos mais lentos (0 e 150 kg/ha de N). Contudo, do verão 1 para o outono/inverno houve redução na DPPb nos pastos não adubados ou adubados com 450 kg/ha de N sem que houvesse mudança em DPPb nos pastos adubados com 150 e 300 kg/ha de N. O início da primavera foi a época do ano em que foram registrados os menores valores de DPPb para todos os ritmos de crescimento estudados. Em contrapartida, os maiores valores de DPPb foram registrados no final de primavera e verão 2 (Tabela 3).

Tabela 3 – Densidade populacional de perfilhos basais (perfilhos/m²) em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

Época do Ano	Ritmos de crescimento (kg/ha de N)				Média
	0	150	300	450	
Verão 1	783 A c	832 B bc	948 C ab	1001 ABC a	891 BC
	(39,0) [1]	(39,0)	(39,0)	(39,0)	(19,5)
Out/Inv	710 B c	865 B b	962 BC a	962 C a	874 C
	(18,4)	(18,4)	(18,4)	(18,4)	(9,2)
I.Primavera	621 C b	714 C b	854 D a	883 D a	768 D
	(33,5)	(33,5)	(33,5)	(33,5)	(16,6)
F.Primavera	691 ABC c	897 AB b	1043 AB a	1099 B a	933 B
	(29,8)	(29,8)	(29,8)	(29,8)	(14,9)
Verão 2	763 AB d	978 A c	1120 A b	1200 A a	1015 A
	(24,7)	(24,7)	(24,7)	(24,7)	(12,3)
Média	714 c	857 b	985 a	1029 a	
	(19,8)	(19,8)	(19,8)	(19,8)	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P<0,05)
[1]Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A densidade populacional de perfilhos aéreos (DPPa) também variou com o ritmo de crescimento (P=0,0004), época do ano (P<0,0001) e com a interação ritmo de crescimento x época do ano (P<0,0001). Pastos submetidos aos ritmos de crescimento mais acelerados (300 e 450 kg/ha de N) apresentaram maiores valores de DPPa que aqueles submetidos aos ritmos mais lentos (0 e 150 kg/ha de N), exceto no início da primavera, época em que não houve diferença entre os ritmos de crescimento avaliados (Tabela 4).

Tabela 4 – Densidade populacional de perfilhos aéreos (perfilhos/m²) em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

Época do Ano	Ritmos de crescimento (kg/ha de N)				Média
	0	150	300	450	
Verão 1	79 B b	107 B b	230 A a	219 AB a	159 B
	(26,3)[1]	(26,3)	(26,3)	(26,3)	(13,1)
Out/Inv	134 A c	182 A b	261 A a	252 A a	207 A
	(13,5)	(13,5)	(13,5)	(13,5)	(6,7)
I.Primavera	91 AB a	95 B a	146 B a	137 C a	117 C
	(27,5)	(27,5)	(27,5)	(27,5)	(13,8)
F.Primavera	53 B d	85 B c	136 B b	176 BC a	112 C
	(7,7)	(7,7)	(7,7)	(7,7)	(3,8)
Verão 2	64 B b	124 AB b	235 A a	219 AB a	160 B
	(26,2)	(26,2)	(26,2)	(26,2)	(13,1)
Média	84 b	118 b	201 a	200 a	
	(13,9)	(13,9)	(13,9)	(13,9)	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P<0,05)
[1]Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

De forma geral, a maior participação de perfilhos aéreos na densidade populacional de perfilhos total (DPPt) ocorreu no outono/inverno (18,8%), e a menor no final da primavera (10,2%) (Figura 5).

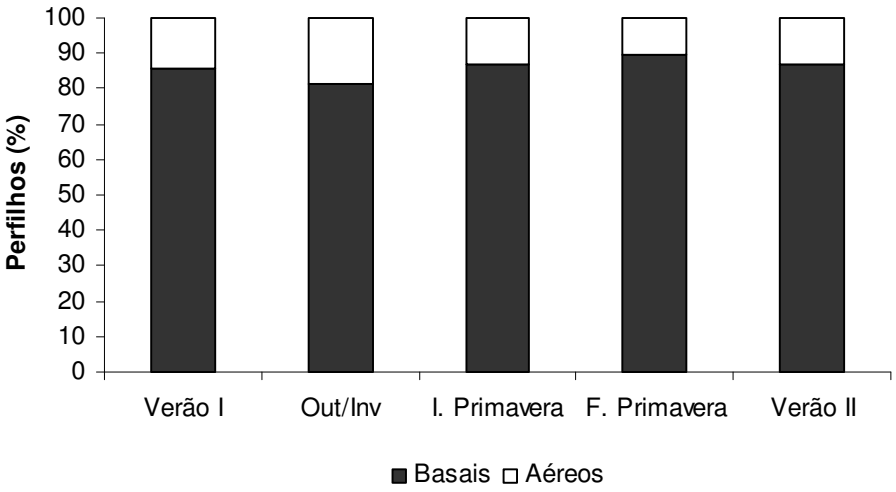
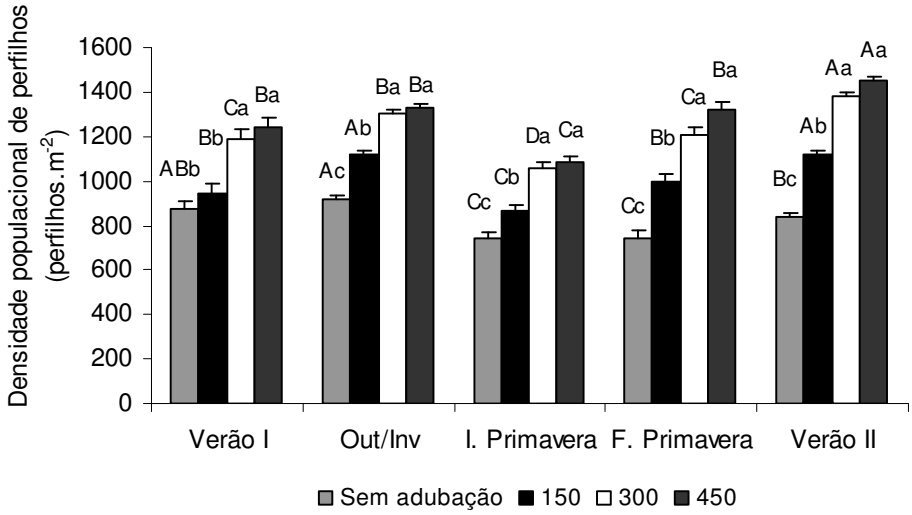


Figura 5 – Porcentagem de perfilhos basais e aéreos na densidade populacional de perfilhos de pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

A densidade populacional de perfilhos total (DPPt) seguiu padrão semelhante à DPPb e DPPa, e variou com o ritmo de crescimento (P<0,0001), época do ano (P<0,0001) e com a interação ritmo de crescimento x época do ano (P<0,0001). Os padrões de resposta dos tratamentos avaliados foram semelhantes ao longo das épocas do ano, com os maiores valores de DPPt registrados nos pastos submetidos aos ritmos de crescimento mais acelerados (300 e 450 kg/ha de N), valores intermediários nos pastos adubados com 150 kg de N/ha, e os menores nos pastos não adubados, exceção feita ao verão 1, época em que não houve diferença entre os ritmos de crescimento mais lentos (pastos não adubados ou adubados com 150 kg/ha de N). O início de primavera foi a época do ano em que foram registrados os menores valores de DPPt para todos os tratamentos avaliados.

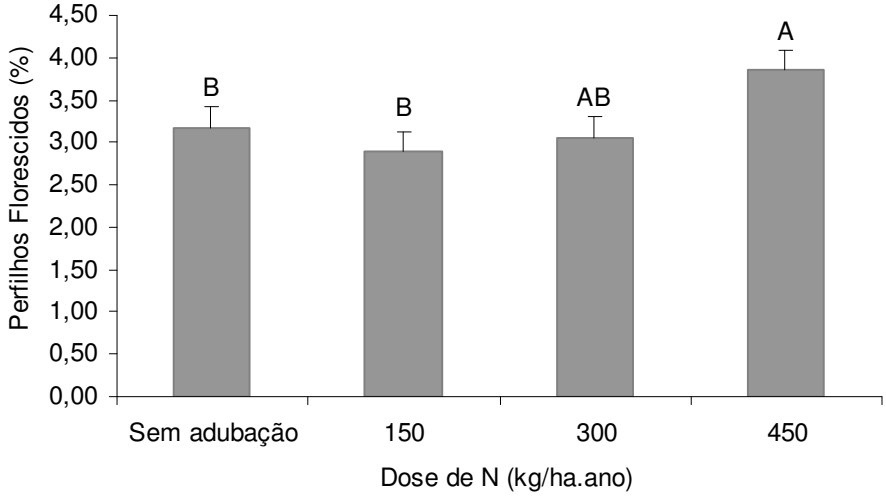


Letras maiúsculas comparam médias de épocas do ano dentro dos tratamentos
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro das épocas do ano

Figura 6 – Densidade populacional de perfilhos totais* (perfilhos/m²) em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008.

*Análise realizada em dados transformados (log_{10})

A ocorrência de perfilhos florescidos na DPPt foi influenciada pelo ritmo de crescimento (P<0,0001) e pela época do ano (P=0,0440), sendo os maiores valores registrados nos pastos submetidos ao ritmo de crescimento mais acelerado (450 kg/ha de N) (Figura 7).

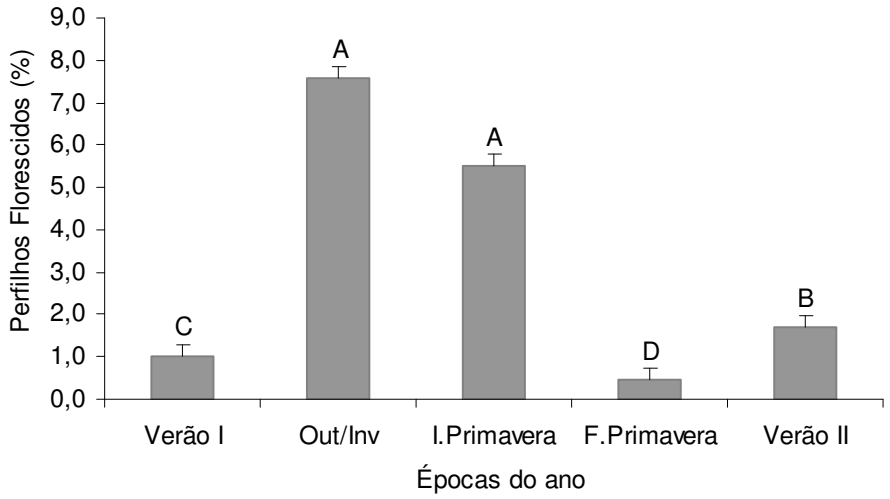


Letras maiúsculas comparam médias de tratamentos

Figura 7 – Porcentagem de perfilhos florescidos* em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

*Análise realizada em dados transformados (log_{10})

Em relação às épocas do ano, a maior ocorrência de perfilhos florescidos na DPPt ocorreu durante o outono/inverno (7,57%) e início da primavera (5,50%), e a menor no final da primavera (0,45%) (Figura 8).



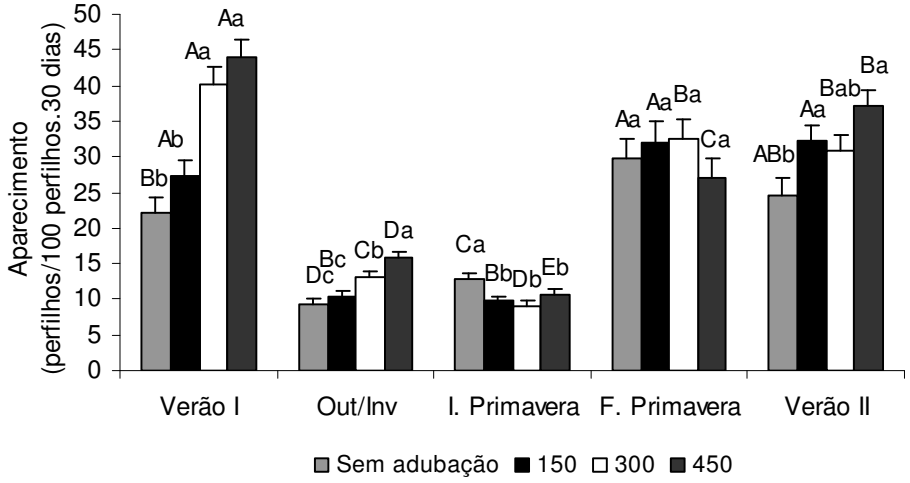
Letras maiúsculas comparam médias de épocas do ano

Figura 8 – Porcentagem de perfilhos florescidos* em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

*Análise realizada em dados transformados (log_{10})

2.3.2 Taxas de aparecimento e de mortalidade de perfilhos

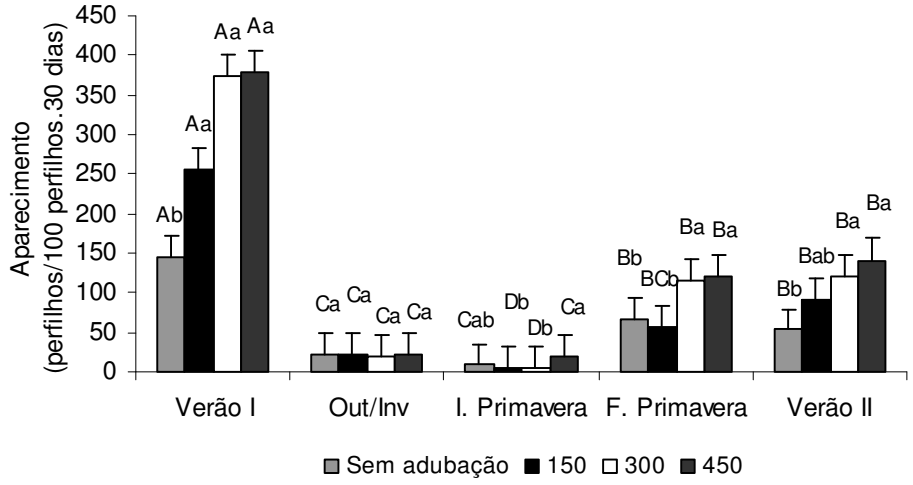
A taxa de aparecimento de perfilhos basais (TAPb) foi influenciada pelo ritmo de crescimento (P=0,0003), época do ano (P<0,0001) e pela interação ritmo de crescimento x época do ano (P<0,0001). No início de primavera os pastos que não receberam adubação apresentaram maiores valores de TAPb que pastos adubados, os quais não diferiram entre si (P<0,05). No final da primavera não houve diferença entre tratamentos (P<0,05), mas, nas demais épocas do ano, maiores valores de TAPb foram registradas em pastos submetidos ao ritmo de crescimento mais acelerado (450 kg/ha de N) (Figura 9). Os menores valores de TAPb foram registrados no outono/inverno e início de primavera para todos os ritmos de crescimento avaliados, destacando-se a redução acentuada ocorrida entre o verão 1 e o outono/inverno assim como a rápida recuperação no final da primavera (Figura 9).



Letras maiúsculas comparam médias de épocas do ano dentro dos tratamentos
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro das épocas do ano

Figura 9 – Taxa de aparecimento de perfilhos basais (perfilhos/100 perfilhos.30 dias) em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

A taxa de aparecimento de perfilhos aéreos (TAPa) variou com o ritmo de crescimento (P<0,0001), época do ano (P<0,0001) e com a interação ritmo de crescimento x época do ano (P=0,0211). Os maiores valores de TAPa foram registrados para todos os tratamentos durante o verão 1, e os menores no início de primavera. Houve grande redução no aparecimento de perfilhos aéreos entre as épocas de verão 1 e outono/inverno. Durante o outono/inverno não houve diferenças em TAPa entre os ritmos de crescimento avaliados. Já no início de primavera, a TAPa de pastos submetidos ao ritmo de crescimento mais acelerado (450 kg/ha de N) não diferiu daquela de pastos não adubados(P>0,05), mas foi diferente daquelas de pastos adubados com 150 e 300 kg/ha de N. Nas demais épocas do ano a TAPa dos pastos não adubados foi inferior àquela de pastos adubados com 300 e 450 kg/ha de N (P<0,05) (Figura 10).

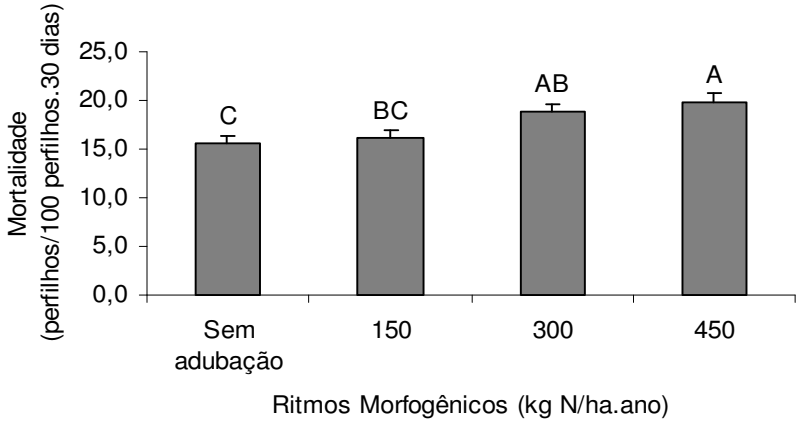


Letras maiúsculas comparam médias de épocas do ano dentro dos tratamentos
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro das épocas do ano

Figura 10 – Taxa de aparecimento de perfilhos aéreos* (perfilhos/100 perfilhos.30 dias) em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

*Análise realizada em dados transformados (Box Cox)

A taxa de mortalidade de perfilhos basais (TMPb) foi influenciada pelo ritmo de crescimento (P=0,017) e pela época do ano (P<0,0001). O maior valor de TMPb foi registrado nos pastos submetidos ao ritmo de crescimento mais acelerado (450 kg/ha de N) e o menor valor registrado nos pastos não adubados, com valores intermediários registrados nos pastos adubados com 150 e 300 kg/ha de N (Figura 11).

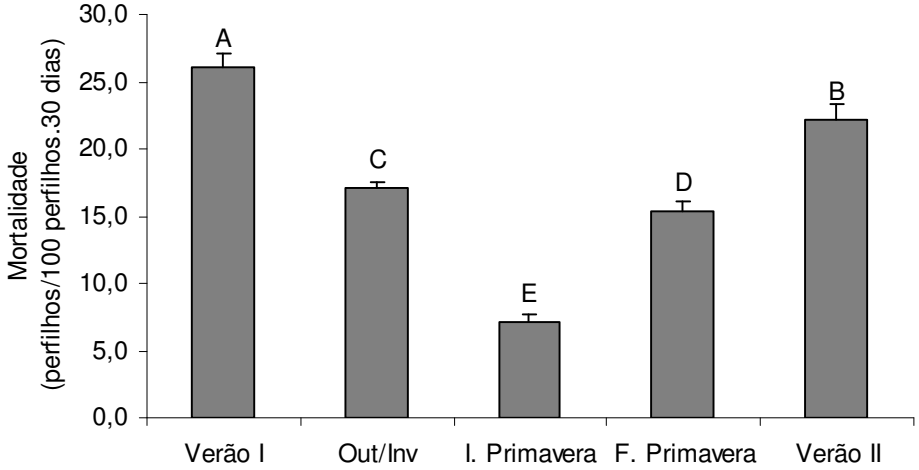


Letras maiúsculas comparam médias de tratamentos

Figura 11 – Taxa de mortalidade de perfilhos basais* (perfilhos/100 perfilhos.30 dias) em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

*Análise realizada em dados transformados (raiz quadrada)

Com relação às épocas do ano, os maiores valores de TMPb foram registrados durante o verão 1, época a partir da qual houve redução e valor mínimo foi registrado no início de primavera. No final de primavera os valores de TMPb voltaram a aumentar (Figura 12).

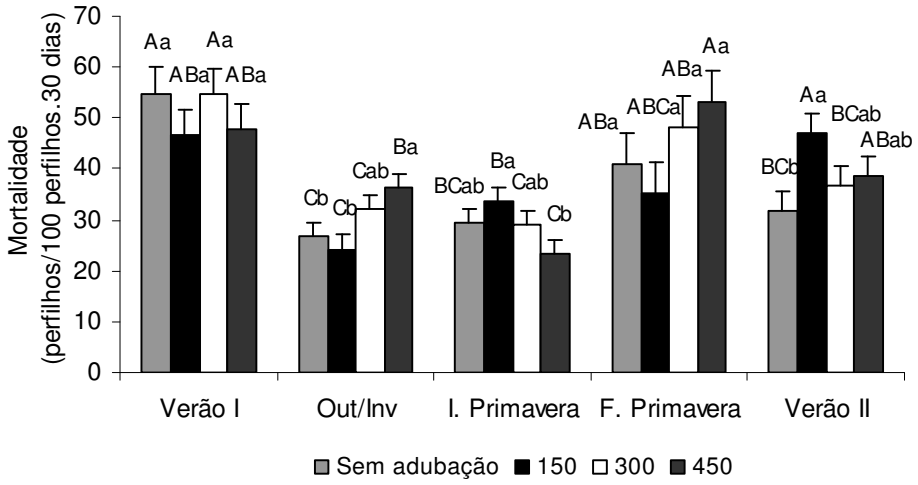


Letras maiúsculas comparam médias de épocas do ano

Figura 12 – Taxa de mortalidade de perfilhos basais* (perfilhos/100 perfilhos.30 dias) em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

*Análise realizada em dados transformados (raiz quadrada)

A taxa de mortalidade de perfilhos aéreos (TMPa) variou com a época do ano (P<0,0001) e com a interação ritmo de crescimento x época do ano (P = 0,0197). Nas épocas verão 1 e final de primavera não houve diferença entre os ritmos de crescimento avaliados (P>0,05). No outono/inverno foi registrada maior TMPa nos pastos submetidos ao ritmo de crescimento mais acelerado (450 kg/ha de N) e, no início de primavera e verão 2 os maiores valores de TMPa foram registrados nos pastos adubados com 150 kg/ha de N. Os menores valores de TMPa ocorreram nas épocas de outono/inverno e início de primavera.



Letras maiúsculas comparam médias de épocas do ano dentro dos tratamentos
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro das épocas do ano

Figura 13 – Taxa de mortalidade de perfilhos aéreos (perfilhos/100 perfilhos.30 dias) em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

2.4 Discussão

A densidade populacional de perfilhos é resultante de um processo dinâmico em que o ajuste das populações ocorre constantemente e se caracteriza pelo equilíbrio entre aparecimento e morte de perfilhos ao longo do ano, processos esses que ocorrem segundo taxas diferentes (KORTE, 1986; BULLOCK, 1996) de acordo com a espécie forrageira, condições de ambiente e regime de desfolhação utilizado (MATTHEW et al, 2000). Contudo, o potencial de perfilhamento de uma planta forrageira é determinado

pela velocidade com que novas folhas são emitidas, pois cada folha produzida possui gemas potencialmente capazes de originar novos perfilhos, caracterizando uma influência direta da taxa de aparecimento de folhas sobre a densidade populacional de perfilhos (DPP) por meio da determinação do número potencial de gemas axilares, sendo essa relação entre o aparecimento de perfilhos e o aparecimento de folhas denominada “site filling” (DAVIES, 1974). No entanto, as condições que determinam esse padrão de desenvolvimento das gemas em perfilhos estão basicamente associadas com características hormonais e de ambiente (MURPHY; BRISKE, 1992). Além disso, o efeito do nitrogênio sobre o perfilhamento está diretamente vinculado à ativação dessas gemas, pois, segundo Lemaire (1985), baixos níveis de N determinam baixos valores de “site filling” e mantém a taxa de aparecimento de novos perfilhos abaixo de seus valores potenciais.

Os resultados do presente experimento corroboram essas informações, uma vez que os ritmos de crescimento aos quais os pastos foram submetidos, gerados por meio de níveis de adubação nitrogenada, assim como as variações climáticas ocorridas durante as estações do ano, resultaram em diferenças nas taxas de aparecimento e morte e, consequentemente, densidade populacional de perfilhos. As DPPb, DPPa e DPPt foram influenciadas pela interação ritmo de crescimento x época do ano, apresentando padrões semelhantes de variação. De uma maneira geral, na medida em que se aumentou o suprimento de N maiores foram os valores de DPP observados (Tabelas 3 e 4, e Figura 6), sendo que os pastos mantidos sob ritmos de crescimento mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N) não diferiram entre si ao longo de praticamente todo o período experimental. Já entre os pastos não adubados e aqueles adubados com 150 kg/ha de N, as diferenças só não foram evidentes no verão 1, provavelmente por se tratar de uma fase em que os pastos ainda se encontravam em processo de adaptação e equilíbrio às condições de manejo impostas pelo experimento. Em média, a DPPt dos pastos não adubados e adubados com 150 kg/ha de N representou 65,5 e 80,2% da DPPt observada em pastos submetidos a ritmos de crescimento mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N). Interessante destacar a ausência de diferenças entre os tratamentos para a DPPa no início da

primavera. Esse fato ocorreu provavelmente pela baixa disponibilidade de fatores climáticos de crescimento naquela época do ano.

Com relação às épocas do ano, os menores valores de DPPb, DPPa e DPPt foram observados no início da primavera, época em que fatores climáticos como disponibilidade de água, luz e temperatura foram limitantes, resultando em TAPb e TAPa mínimas (Figuras 9 e 10), mesmo para os pastos submetidos aos ritmos de crescimento mais acelerados. Esses resultados corroboram aqueles de Sbrissia et al. (2009) e Giacomini (2007), que também identificaram o início de primavera como uma época crítica para o manejo do capim-marandu. Contudo, assim como observado por esses autores, a partir do final de primavera as DPPt, DPPb e DPPa voltaram a aumentar, resultado de melhores condições climáticas. A DPPa apresentou seus maiores valores no outono/inverno, consequência direta da alta TAPa no verão 1 (Figura 10). Já para as DPPb e DPPt os maiores valores foram observados nas épocas de maior disponibilidade de fatores de crescimento: verão 1, final de primavera e verão 2. Contudo, para a DPPt de pastos mantidos sob ritmos de crescimento menos acelerados (não adubados e adubados com 150 kg/ha de N) foram observados maiores valores também no outono/inverno, resultado da alta DDPa observada para esses pastos naquela época do ano.

Pereira (2009), em trabalho concomitante na mesma área experimental, observou que as taxas de aparecimento de folhas (TApF) foram maiores nos pastos submetidos aos ritmos mais acelerados de crescimento, o que deve ter favorecido as maiores DPP apresentadas por pastos adubados com 300 e 450 kg/ha de N, uma vez que a TApF determina o número de gemas potenciais que podem se desenvolver em perfilhos, conforme a ação integrada de outros fatores (DAVIES, 1974). Alexandrino et al. (2004), trabalhando com o capim-marandu em casa de vegetação, observaram comportamento semelhante, pois tanto a TApF como a DPP foram mais elevadas nos tratamentos de maior dose de N. Diversos autores relatam comportamentos semelhantes do N influenciando positivamente a DPP em diferentes espécies de plantas forrageiras tropicais (GARCEZ NETO et al., 2002; LAVRES JR et al., 2004; MORAIS et al., 2006; MARTUSCELLO et al., 2006), revelando o alto potencial de resposta e produção dessas plantas a esse nutriente. Mesquita (2008), em experimento

concomitante na mesma área experimental, avaliou a dinâmica de acúmulo de forragem dos pastos e atribuiu o efeito positivo do nitrogênio sobre as taxas de crescimento de folhas e total de forragem (colmo e folhas) aos aumentos gerados em DPP. Isso porque essa variável apresentou padrões semelhantes de variação aos dados de crescimento para todas as épocas do ano em função das doses de N avaliadas, evidenciando assim a importância da densidade populacional de perfilhos do pasto no processo de acúmulo de forragem.

Embora os padrões de variação em DPP em função dos ritmos de crescimento tenham apresentado comportamento semelhante durante todas as épocas do ano avaliadas, a amplitude dessas variações foi determinada pelos fatores climáticos. Tanto para perfilhos basais quanto para perfilhos aéreos houve redução elevada nas taxas de aparecimento entre as épocas de verão 1 e outono/inverno. Em média, a TAPb observada no outono/inverno representou apenas 36,2% daquela observada no verão 1 (Figura 9). Já para a TAPa a redução foi ainda maior, sendo que o valor observado no outono/inverno representou em média somente 7,6% da TAPa observada no verão 1 (Figura 10). Esses valores atingiram seus mínimos durante o início da primavera e, a partir de então, voltaram a ser crescentes. O aumento foi intenso, com os valores de TAPb praticamente triplicando entre o início e o final de primavera. Já para a TAPa, os valores aumentaram cerca de 9,5 vezes no mesmo período. Contudo, as oscilações na taxa de mortalidade apresentaram variações semelhantes às observadas para as taxas de aparecimento de perfilhos ao longo do período experimental, isto é, tanto a TMPb (Figura 12) quanto a TMPa (Figura 13) tiveram seus valores reduzidos do verão 1 para o outono/inverno, atingiram seus valores mínimos no início da primavera e voltaram a ser crescentes no final da primavera.

Esses resultados corroboram com o padrão estacional de variação na dinâmica populacional de perfilhos de gramíneas forrageiras tropicais que tem sido observado por diversos autores (CARVALHO, 2000; UEBELE, 2002; SBRISSIA et al., 2009; BARBOSA, 2004; GIACOMINI, 2007), que identificaram que nas épocas do ano em que os fatores de crescimento são abundantes (temperatura, luz, água e nutrientes) as maiores densidades populacionais de perfilhos são observadas, juntamente com uma

intensa renovação de perfilhos caracterizada pelas elevadas taxas de aparecimento e mortalidade.

Contudo, quando ocorre limitação na disponibilidade desses fatores de crescimento ocorre redução drástica das taxas de aparecimento e morte de perfilhos. Essa desaceleração na dinâmica do perfilhamento está associada a uma maior sobrevivência e, consequentemente, maior longevidade dos perfilhos (MURPHY; BRISKE,1992; MATTHEW, 1992), evidenciando um mecanismo compensatório segundo o qual as plantas quando sob condições limitantes de crescimento, utilizam estratégias baseadas na conservação de recursos, o que tende a limitar a população de perfilhos, ou seja, com o objetivo de compensar uma redução nas taxas de aparecimento, os perfilhos tendem a sobreviver por mais tempo a fim de manter estável a população de plantas e garantir sua persistência na área. Por outro lado, quando sob condições de ausência de restrição de fatores de crescimento, as plantas utilizam estratégias baseadas na captura de recursos e esgotamento do meio, o que as torna melhores competidoras e mais produtivas naquelas condições.

Adicionalmente, neste experimento a diminuição da disponibilidade de fatores de crescimento influenciou diretamente a ação do nitrogênio, pois a baixa disponibilidade de água no solo, característica do outono, inverno e início de primavera, pode ter restringido a absorção de nutrientes, em especial do N, cuja principal forma de movimentação do solo para as raízes é o fluxo de massa (TISDALE et al., 1993). Esse fato poderia explicar as pequenas diferenças observadas entre os ritmos de crescimento avaliados para as taxas de aparecimento (Figuras 9 e 10) e mortalidade (Figuras 11 e 13) observadas durante o outono/inverno e início de primavera. O comportamento observado para o capim-marandu neste experimento corrobora o comportamento observado para essa espécie quando manejada sob lotação contínua (SBRISSIA et al., 2009) e sob lotação rotativa (GIACOMINI, 2007), reafirmando o elevado grau de flexibilidade e plasticidade dessa espécie, capaz de se adaptar a diferentes condições de crescimento e estratégias de desfolhação impostas.

Observando os resultados obtidos por Paiva (2009) em experimento realizado concomitantemente na mesma área experimental é possível destacar a atuação desses mecanismos de compensação na dinâmica populacional de perfilhos. Com o objetivo de

avaliar possíveis diferenças entre categorias de idades de perfilhos, o autor constatou que nos períodos do ano em que as condições de crescimento foram limitantes, houve predominância de perfilhos velhos (> 4 meses de idade), com perfilhos maduros (2 a 4 meses de idade) e jovens (0 a 2 meses de idade) contribuindo pouco para a densidade populacional de perfilhos dos pastos. Contudo, quando as condições climáticas melhoraram por ocasião do aumento da precipitação e ocorrência de maior disponibilidade de temperatura e luz durante o final de primavera e verão, os pastos começaram a perfilhar intensamente, caracterizando um intenso processo de renovação de perfilhos, fazendo com que a proporção de perfilhos jovens na densidade populacional aumentasse significativamente em relação à proporção de perfilhos velhos. Esse padrão de resposta foi semelhante para todos os ritmos de crescimento avaliados, porém, na medida em que o suprimento de N foi maior, maior foi a participação de perfilhos jovens na densidade populacional dos pastos. Portanto, a renovação de perfilhos em pastagens é dependente da disponibilidade de fatores ambientais de crescimento, de maneira que o nitrogênio atua potencializando essa renovação (MURPHY; BRISKE,1992; MATTHEW, 1992; CRUZ; BOVAL, 2000).

A participação de perfilhos aéreos na DPPt não ocorreu de forma tão significativa quanto aquela observada por Giacomini (2007) e Difante et al. (2008), sendo que a maior participação foi registrada durante o outono/inverno (18,8%), época em que foi observada a maior DPPa para todos os tratamentos. Isso foi consequência das elevadas TAPa observadas no verão 1, quando os pastos ainda não estavam totalmente adaptados aos novos regimes de desfolhação impostos e ainda eram caracterizados pelo manejo anterior (lotação intermitente), condição em que o aparecimento de perfilhos aéreos é favorecido. De uma maneira geral, as maiores TAPa foram observadas nos pastos mantidos sob ritmos de crescimento mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N), principalmente nas épocas de maior abundância de fatores de crescimento: verão 1, final de primavera e verão 2 (Figura 10). Esse fato pode ser explicado pelo simples efeito do N favorecendo o “site filling” (LEMAIRE, 1985), como também pelo ambiente luminoso no qual os perfilhos se desenvolviam. O perfilhamento é máximo até que se atinja o IAF crítico dos pastos, ponto a partir do qual a quantidade e a qualidade de luz que penetra no dossel são

reduzidas (NABINGER, 2002). Essa situação é semelhante à que foram submetidos os pastos utilizados, uma vez que foram mantidos constantemente em torno de 30 cm, condição em que a interceptação de luz é de cerca de 97% (MOLAN, 2004; MESQUITA, 2008)). Dessa maneira, pastos mantidos sob ritmos de crescimento mais acelerados, utilizando maiores taxas de lotação para controle da meta de manejo, estiveram sujeitos a maiores frequências de desfolhação que pastos mantidos sob ritmos de crescimento mais lentos (GUARDA, 2009)[1] o que favorece aumento da TAPa e da DPPa, uma vez que as gemas localizadas no estrato superior da pastagem encontram-se em ambiente com melhor qualidade de luz, favorecendo o perfilhamento aéreo (DEREGIBUS et al., 1983).

Além disso, a maior frequência de desfolhação eleva o número de perfilhos decapitados, sobretudo em pastos no estádio reprodutivo, quando os meristemas estão elevados pelo alongamento dos colmos até o horizonte de desfolhação (DAVIES, 1988). Nessa condição, o dreno metabólico principal desse tipo de perfilho, a inflorescência, deixa de existir, fazendo com que ocorra uma realocação das reservas estocadas no colmo reprodutivo para novos drenos, os perfilhos aéreos (RICHARDS et al., 1988). Assim, aumentos em DPPa com a aceleração do ritmo de crescimento dos pastos são resultado de um maior número de gemas ativadas pela maior disponibilidade de N e pela elevada frequência de desfolhação de perfilhos individuais, que atua melhorando o ambiente luminoso na porção superior do dossel e disponibilizando substrato para o surgimento de novos perfilhos após a remoção do meristema apical.

Contudo, a elevada frequência de desfolhação também contribuiu para maiores TMPb e TMPa (Figuras 11, 12 e 13), principalmente nas épocas de maior disponibilidade de fatores de crescimento, o que foi observado para todos os tratamentos, porém com mais intensidade nos pastos submetidos aos ritmos de crescimento mais acelerados. Isso porque o número de perfilhos fisicamente removidos pelos animais durante o pastejo é um dos fatores mais importantes na determinação da

[1] GUARDA, V. D. **Frequência e intensidade de desfolhação de perfilhos e eficiência de utilização da forragem em pastos capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes.** Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em fase de elaboração.

mortalidade de perfilhos em pastagens (MATTHEW, 1992). Além disso, a remoção dos meristemas apicais pelos animais em pastejo também pode ter contribuído para a elevação das TMPb e TMPa, (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993).

A presença de perfilhos em estádio reprodutivo no dossel forrageiro foi mais evidente durante o outono/inverno, corroborando os dados de Sbrissia (2004), que também observou maior proporção de perfilhos florescidos em pastos de capim-marandu submetidos a intensidades de pastejo sob lotação contínua durante o outono. Entre os ritmos de crescimento avaliados as diferenças foram pouco evidentes, com apenas os pastos adubados com 450 kg/ha de N apresentando maior proporção de perfilhos reprodutivos que pastos não adubados e/ou adubados com 150 kg/ha de N.

2.5 Conclusões

O período de transição entre a saída do período mais seco do ano e início do período chuvoso (início e final da primavera) é crítico para o capim-marandu, uma vez que é quando ocorre a maior renovação da população de perfilhos, definindo a população de plantas dos pastos que assegurará a produção de forragem durante o verão subsequente. O nitrogênio acelera o processo de renovação e o torna mais intenso, fazendo com que manejo do pastejo inadequado nessa época prejudique a renovação de perfilhos, podendo ocasionar o início da degradação dos pastos. Dessa forma, é essencial o planejamento e orçamentação forrageira de forma a assegurar que a renovação possa ser feita de forma adequada.

Referências

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a freqüências e intensidades de pastejo**. 2004. 119 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BARTHRAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION 1985. Midlothian. **Biennial report...** Midlothian, 1985. p. 29-30.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim,12).

BULLOCK, J.M. Plant competition and population dynamics. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems** . Wallingford: CAB International, 1996. p. 69-100.

CARVALHO, C.A.B. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de Cynodon spp. manejadas em quatro intensidades de pastejo.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

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.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 151-168.

DA SILVA, S.C.; PEDREIRA,C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3.,1997. Jaboticabal, 1997. **Anais…** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.1-62.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, New York, v. 82, p. 165-172, 1974.

DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.). **The grass crop**. London: Chapman and Hall, 1988. p.85-127.

DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J. Effects of light quality on tiller production in Lolium spp. **Plant Physiology**, New York, v. 72, p. 900-902, 1983.

DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; ZANINE, A.M.; ADESE, B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e TRE intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, p.189-196, 2008.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412 p.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR., D.; REGAZZI, A.J. Avaliação de características morfogênicas de Panicum maximum cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2002. Recife. **Anais…** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.104-106.

GIACOMINI, A.A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2007. 175 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GRANT, S.A.; KING, J. Grazing management and pasture production: the importance of sward morphological adaptations and canopy photosynthesis. In: THE HILL FARMING RESEARCH ORGANISATION. Edinburgh, 1982-83; Palmerston North, 1983. p. 119-129. (Biennial report)

KORTE, C.J. Tillering in "Grassland Nui" perennial ryegrass swards. 2. Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 29, p. 629-638, 1986.

LAVRES JUNIOR, J.; FERRAGINE, M.D.C.; GERDES, L.; RAPOSO, R.W.C.; COSTA, M.N.X.; MONTEIRO, F.A. Yield components and morphogenesis of Aruana grass in response to nitrogen supply. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, p.632-639, 2004.

LEMAIRE, G. **Cinètique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et Le printemps**. 1985. 96p. Thèse (Doctorat d'Etat.) - Université de Caen. Esplanade de la Paix,1985.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. chap. 1, p. 3-36.

LITTEL, R.C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, Boston, v. 19, p. 1793-1819, 2000.

MARTUSCELLO J.A., FONSECA D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR D.; SANTOS P.M.;CUNHA D.N.F.V.; MOREIRA L.M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.665-671, 2006.

MATTHEW, C. **A study of seasonal root and tiller dynamics in swards of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)**. 1992. 210p. Thesis (Ph.D.) - Massey University, Palmerston North, 1992.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON., N.R Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1., 1999. Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p.109-133.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE-HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology** . Wallingford: CABI Publ., 2000. chap. 7, p. 127-150.

MESQUITA, P. **Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de Brachiaria brizantha cv. Marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes.** 2008. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MOLAN, L.K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua** . 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MORAIS, R.V.;FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FAGUNDES,J.L.; MOREIRA, L.M.; MISTURA, C.; MARTUSCELO, J.A. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.380-388, 2006.

MURPHY, J.S.; BRISKE, D.D. Regulation of tillering by apical dominance - chronology, interpretive value, and current perspectives. **Journal of Range Management**, Baltimore, v.45, n.5, p.419-429, 1992.

NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.;PEDREIRA, C. G.S. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 2002. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 133-158.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

PAIVA, A.J. **Características morfogênicas e estruturais de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes.** 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009

PEREIRA, L.E.T. **Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes.** 2009. 111 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009

RICHARDS, J.H.; MULLER, R.J.; MOTT, J.J. Tillering in tussock grasses in relation to defoliation and apical bud removal. **Annals of Botany**, Oxford, v. 62, n. 2, p. 173-179, 1988.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua.** 2004. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; MOLAN, L.K.; ANDRADE, F.M.E.; GONÇALVES, A. A.; LUPINACCI, A. V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, Dordrecht, p. Online, 2009. Homepage: Http://www.springerlink.com/content/xg3h80050277224m/; ISSN/ISBN: 13850237.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizers**. 5th .ed. New York: Macmillan Publishing,1993. 634p.

UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente.** 2002. 96 p.Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, Philadelphia, v. 22, n. 4, p. 1079-1106, 1993.

3 SOBREVIVÊNCIA, LONGEVIDADE E ESTABILIDADE DE POPULAÇÕES DE PERFILHOS EM PASTOS DE CAPIM-MARANDU SUBMETIDOS A LOTAÇÃO CONTÍNUA E RITMOS DE CRESCIMENTO CONTRASTANTES

Resumo

A persistência da pastagem é dependente da capacidade que as plantas forrageiras têm em repor e, ou, manter perfilhos vivos e produtivos, a qual, por sua vez, é fortemente influenciada pela disponibilidade de fatores ambientais de crescimento e pelas estratégias de desfolhação empregadas. Dessa forma, o conhecimento dos padrões demográficos de perfilhamento e da dinâmica populacional de perfilhos é importante para o entendimento dos mecanismos de persistência das plantas forrageiras em ambientes de pastagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência e a estabilidade de populações de perfilhos em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos de crescimento contrastantes gerados por meio de adubação nitrogenada. Os tratamentos corresponderam à aplicação de três doses de nitrogênio (150, 300 e 450 kg/ha de N) mais o controle (sem adubação), e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 1.200 m^2) segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. O período experimental foi de janeiro/2007 a abril/2008, quando foram analisados os padrões demográficos do perfilhamento e, a partir das taxas de aparecimento e sobrevivência de perfilhos, calculou-se o índice de estabilidade das populações (IE). Foi observado um padrão comum nas variações de longevidade e sobrevivência de perfilhos nos pastos de capim-marandu, sendo que nas épocas de maior disponibilidade de fatores climáticos de crescimento os perfilhos sobreviveram por menos tempo do que nas épocas em que esses fatores eram limitantes, ou seja, nas épocas de restrições de crescimento as plantas aumentaram sua longevidade. Esse comportamento foi semelhante para todos os tratamentos, contudo, nos pastos submetidos aos ritmos de crescimento mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N), a intensidade com que os processos ocorreram foi maior. Independentemente dos ritmos de crescimento avaliados, os pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura se mostraram eficazes na manutenção e reposição de perfilhos, assegurando, dessa forma, a estabilidade e o equilíbrio da população de plantas na área ao longo de todo o período experimental.

Palavras-chave: Perfilhamento; Persistência da pastagem; *Brachiaria brizantha*; Nitrogênio

TILLER SURVIVAL, POPULATION LONGEVITY AND STABILITY ON CONTINUOUSLY STOCKED MARANDU PALISADEGRASS SUBJECTED TO CONTRASTING RHYTHMS OF GROWTH

Abstract

Grasslands persistency is dependent of the capacity forage grasses have to replace and, or keep tiller alive and productive. This, in turn, is strongly influenced by the

availability of environmental growth factors and defoliation strategies used. In this context, knowledge regarding the demographic patterns of tillering and the dynamics of tiller population is important for the understanding of the persistency mechanisms forage grasses use. The objective of this experiment was to evaluate persistency and stability of tiller populations in continuously stocked marandu palisadegrass maintained at 30 cm subjected to contrasting rhythms of growth generated by nitrogen fertilisation. Treatments corresponded to three nitrogen application rates (150, 300 and 450 kg/ha of N) plus the control (no fertilisation), and were allocated to experimental units (1200 m^2 paddocks) according to a complete randomised block design, with four replications. The demography of tiller population was monitored throughout the experimental period (January/2007 to April/2008) and the rates of tiller appearance and survival used to calculate the stability index of tiller populations (SI). There was a common pattern of variation in tiller survival and longevity characterised by short and long survival at times of the year of high and low availability of climatic growth factors, respectively, regardless of rhythm of growth. However, changes were more pronounced on swards subjected to faster (fertilised with 300 and 450 kg/ha of N) than on those subjected to slower rhythms of growth (no fertilised or fertilised with 150 kg/ha of N). Continuously stocked marandu palisadegrass swards maintained at 30 cm were effective in ensuring tiller replacement, even when availability of environmental growth conditions was limited, ensuring persistency and equilibrium in tiller population density throughout the year regardless of the growth rhythm imposed.

Keywords: Tillering; Sward Persistency; Nitrogen; *Brachiaria brizantha*

3.1 Introdução

A persistência de uma pastagem é definida como a manutenção da população de plantas e sua produção ao longo do tempo, mesmo considerando as interferências estacionais e de manejo (MATTHEW et al., 2000). Partindo da premissa de que perfilhos são produzidos continuamente na pastagem e que possuem tempo de vida limitado, normalmente não excedendo mais que um ano e que as plantas de gramíneas correspondem a um agregado de perfilhos (HODGSON, 1990), o tempo de vida dos mesmos assim como suas taxas de aparecimento e morte são importantes fatores determinando a sobrevivência de perfilhos e a manutenção da comunidade de plantas no pasto (LANGER, 1956). Sendo assim, a persistência da pastagem é dependente da capacidade que as plantas forrageiras têm em repor e, ou, manter perfilhos vivos e produtivos, a qual, por sua vez, é fortemente influenciada pela disponibilidade de fatores ambientais de crescimento e pelas estratégias de desfolhação empregadas (MATTHEW et al. 2000). Portanto, o balanço entre aparecimento e morte de perfilhos é uma

informação importante para o entendimento dos mecanismos de persistência das plantas forrageiras em ambientes de pastagem (HIRATA; PAKIDING, 2001).

Existem casos em que a análise isolada das taxas de aparecimento e morte de perfilhos não é capaz de detectar diferenças entre tratamentos de manejo da desfolhação quando, ao mesmo tempo, são detectadas diferenças em densidade populacional de perfilhos. Nesses casos, o índice de estabilidade de populações (BAHMANI et al., 2003) permite uma análise integrada das taxas de aparecimento e morte de perfilhos, favorecendo a visualização e quantificação do efeito integrado desses processos, determinantes da densidade populacional de perfilhos dos pastos (SBRISSIA et al. 2009). Esse índice é calculado com base na relação entre as taxas de sobrevivência e de aparecimento de perfilhos. Quando o índice é igual a 1 significa que a população de perfilhos está em equilíbrio e permanece estável. Valores inferiores a 1 significam que os pastos têm sua estabilidade comprometida, indicando que a população de perfilhos tende a diminuir, uma vez que o aparecimento de novos perfilhos não seria suficientemente grande em relação à sobrevivência dos mesmos para manter a densidade populacional. Por outro lado, valores superiores a 1 indicam tendência de aumento na população de perfilhos (BAHMANI et al., 2003).

Recentemente estudos enfocando o processo de perfilhamento e suas relações com a dinâmica de populações de perfilhos começaram a ser desenvolvidos em espécies forrageiras tropicais (CARVALHO, 2000; UEBELE, 2002; SBRISSIA et al. 2009; BARBOSA, 2004; GIACOMINI; 2007; DIFANTE et al., 2008) e têm colaborado de maneira significativa para o entendimento das respostas das plantas forrageiras a diferentes práticas de manejo do pastejo impostas. Isso contribui para a definição de estratégias de manejo mais eficientes e eficazes, que levam em consideração os requerimentos e os limites de resistência das plantas, favorecendo a persistência e a produtividade da pastagem. No entanto, ainda é preciso avançar muito nesse tipo de estudos com gramíneas forrageiras tropicais, principalmente para o capim-marandu, uma das espécies forrageiras mais utilizadas no país.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência e a estabilidade de populações de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a

lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes criados por meio de adubação nitrogenada.

3.2 Material e métodos

O experimento foi realizado em Piracicaba, SP, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pertencente à Universidade de São Paulo, cujas coordenadas geográficas aproximadas são 22º42' de latitude Sul, 47º38' de longitude Oeste e 546 de altitude (OMETO, 1989), especificamente na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras (UEPF), área coordenada pelo Grupo de Estudos de Plantas Forrageiras (GEPF) do Departamento de Zootecnia.

O clima da região de Piracicaba, segundo o "Sistema Köppen", classifica-se como Cwa, ou seja, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, com temperatura média inferior a 18ºC no mês mais frio e superiores a 22ºC na época mais quente (BRASIL, 1960). Os dados climáticos referentes ao período experimental (janeiro de 2007 até abril de 2008) foram coletados no posto meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da USP/ESALQ, localizado a aproximadamente 500 m da área experimental. As Figuras 1 e 2 ilustram o comportamento das principais variáveis climáticas no decorrer do período experimental.

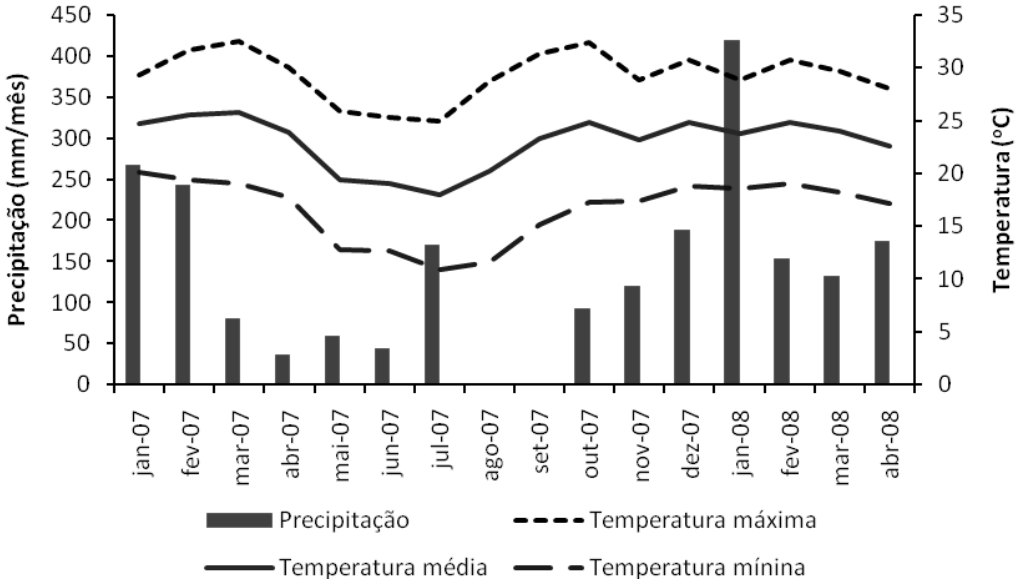


Figura 1 – Precipitação (mm) e média das temperaturas (ºC) máximas, médias e mínimas de janeiro de 2007 a abril de 2008

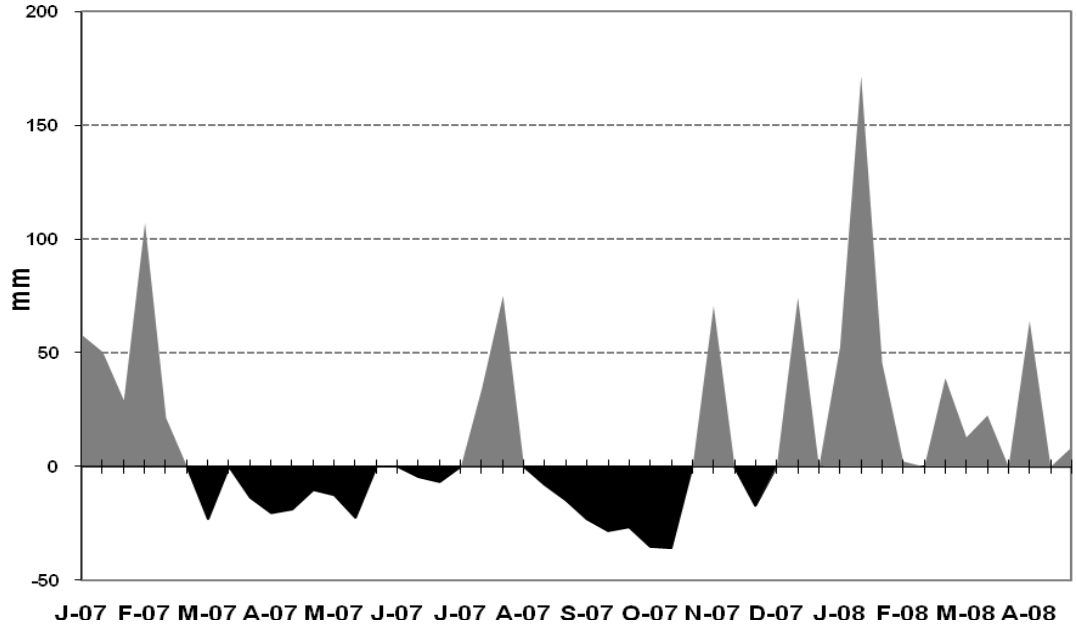


Figura 2 – Balanço hídrico de janeiro de 2007 a abril de 2008, considerando-se uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 50 mm

O relevo da área experimental pode ser considerado suave a moderadamente ondulado e o solo classificado com Nitossolo Vermelho eutroférrico, com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 1999). A análise de solo revelou valores satisfatórios de pH e teores de nutrientes em relação às exigências da espécie em estudo, não havendo, portanto, necessidade de realização de adubações outras que não a nitrogenada. Na Tabela 1 seguem os dados das características químicas da camada de 0-20 cm do solo antes do início do experimento.

Tabela 1- Resultado da análise química de solo da área experimental

Bloco	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V
		(g dm^{-3})	(mg dm^{-3})	(mmol $_C$ dm $^{-3}$)							(%)
I	5,2	43,7	50,7	8,3	57,5	19,2	0,0	37,0	85,0	122,0	69,7
II	5,2	44,2	57,8	8,3	58,8	17,8	0,0	38,0	84,8	122,7	69,0
III	5,0	39,8	64,5	5,5	56,5	14,3	0,0	48,3	76,3	124,5	61,0
IV	4,8	38,7	75,5	4,5	70,0	12,8	1,2	53,8	87,0	140,7	62,2
Médias	5,1	41,6	62,1	6,7	60,7	16,0	0,3	44,3	83,3	127,5	65,5

A espécie estudada foi a *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) cv Marandu, uma das mais utilizadas plantas forrageiras no país. Os pastos de capim-marandu

foram estabelecidos em setembro de 2000, sendo posteriormente utilizados em uma série de experimentos que avaliaram aspectos ecofisiológicos dessa espécie sob diferentes estratégias e métodos de pastejo, primeiramente lotação contínua (2001 a 2003) e, posteriormente, lotação rotativa (2004 a 2006). Ao final dos experimentos a área foi mantida sob pastejo rotativo por bovinos de corte até julho de 2006, quando foram roçados a uma altura de 10 cm do solo como forma de uniformizar os pastos e prepará-los para o início da nova série de experimentos de que fez parte o presente estudo.

Dessa maneira, a área começou a ser monitorada logo após a roçada de uniformização. Durante o período experimental os pastos foram mantidos a uma altura média de 30 cm, admitindo-se uma variação de 10% (altura média variando de 27 a 33 cm). O monitoramento da altura dos pastos foi realizado duas vezes por semana durante as estações de maior crescimento (final de primavera e verão) e uma vez por semana durante as estações de menor crescimento (outono, inverno e início de primavera) utilizando-se um bastão medidor (*sward stick)* (BARTHRAM, 1985). Em cada unidade experimental (piquetes de 1.200 m²) foram realizadas medições em 100 pontos ao longo de quatro linhas transectas (25 pontos por transecta) dispostas em formato de zig-zag.

Na medida em que os pastos começaram a atingir o limite inferior da meta de altura (27 cm), por volta de outubro de 2006, animais começaram a ser introduzidos nos piquetes. No entanto, o experimento foi iniciado somente após todos os piquetes terem atingido a meta de altura planejada e apresentarem animais em pastejo (início da lotação contínua), o que aconteceu somente em dezembro de 2006. Dessa maneira, o período experimental iniciou-se em janeiro de 2007 e encerrou-se em abril de 2008. O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável como forma de manter a meta de altura relativamente estável e em torno de 30 cm (Figura 3). O pastejo foi realizado por novilhas das raças Nelore e Canchim com peso corporal médio inicial de 250 kg.

O experimento foi realizado segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com 4 repetições, tendo como critério de bloqueamento o declive do terreno. Os tratamentos corresponderam a quatro ritmos de crescimento contrastantes

da comunidade de plantas, os quais foram criados por meio da aplicação de três doses de nitrogênio mais o controle (sem adubação): T1 = 0; T2 = 150, T3= 300 e T4= 450 kg/ha.ano de N. Tais doses de nitrogênio foram estabelecidas com base em valores compatíveis com a amplitude agronômica normalmente utilizada para a planta forrageira estudada e suficientemente grande para criar o contraste almejado em ritmos de crescimento.

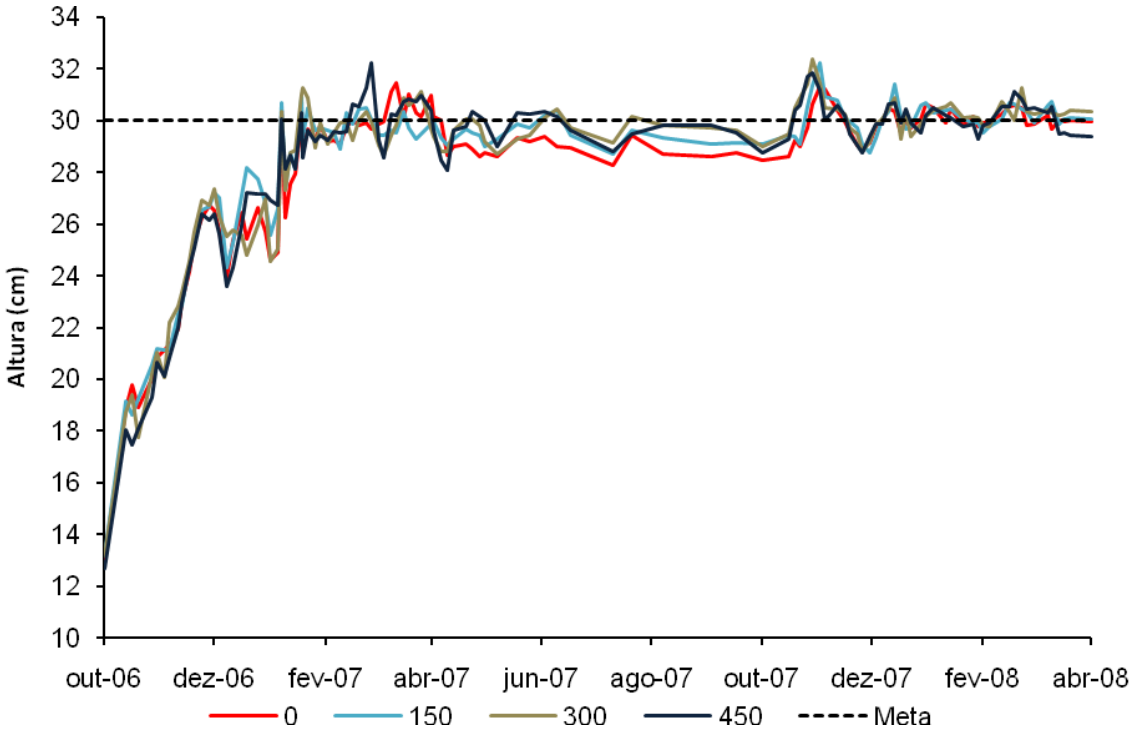


Figura 3 - Altura média (cm) dos pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua de outubro de 2006 a abril de 2008

O fertilizante, nitrato de amônio, em sua forma pura, foi a fonte de nitrogênio utilizada no experimento. Sua aplicação foi parcelada em intervalos regulares de quatro semanas durante o verão agrostológico das estações de crescimento 2006/2007 e 2007/2008 conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Aplicações de nitrogênio nas unidades experimentais

	Tratamento - Doses utilizadas (kg/ha de N por ano)			
Datas de aplicação	**0**	**150**	**300**	**450**
		2006/2007		
19/12/2006	-	37,50	75	112,50
16/01/2007	-	37,50	75	112,50
23/02/2007	-	37,50	75	112,50
23/03/2007	-	37,50	75	112,50
		2007/2008		
20/12/2007	-	37,50	75	112,50
17/01/2008	-	37,50	75	112,50
14/02/2008	-	37,50	75	112,50
13/03/2008	-	37,50	75	112,50

Para a avaliação dos padrões demográficos de perfilhamento assim como das taxas de aparecimento e morte de perfilhos foram utilizados três pontos de amostragem por unidade experimental. Cada ponto de amostragem foi constituído de anéis de PVC de 30 cm de diâmetro fixados no solo por meio de grampos metálicos em áreas representativas da condição média do pasto (avaliação visual da altura e massa de forragem por ocasião do posicionamento dos anéis). Na primeira avaliação todos os perfilhos dentro dos respectivos anéis, tanto basais como aéreos, foram marcados com fios metálicos encapados com plástico de uma determinada cor. Na segunda avaliação os perfilhos existentes nos anéis de amostragem, oriundos da 1ª marcação, foram contados (apenas os vivos) e os novos (que apareceram entre os períodos de amostragem) foram marcados com fios de uma cor diferente da anterior. Assim a primeira marcação foi denominada de geração 0 (G0), a segunda de G1 e assim sucessivamente até o último mês de avaliação. As avaliações foram realizadas segundo um intervalo de aproximadamente 4 semanas, de forma que os perfilhos pertencentes a todas as gerações avaliadas foram periodicamente recontados e os novos perfilhos marcados com uma nova cor. Ao final do período experimental foram identificadas dezesseis gerações de perfilhos (G0 a G15).

Com o objetivo de melhor visualização da longevidade das gerações de perfilhos, foi realizada uma análise dos padrões de mortalidade por geração, conforme sugerido por Matthew et. al. (1999) e apresentado por Carvalho (2000) e Uebele (2002) para espécies forrageiras tropicais. Assim, os dados originais de densidade populacional de perfilhos foram transformados em escala logarítmica. Nessa nova escala as curvas de densidade populacional passaram a ser representadas por retas, que se mantidas paralelas indicam um padrão homogêneo de mortalidade de perfilhos (coeficientes

angulares das retas semelhantes). Por outro lado, variações na inclinação dessas retas determinam padrões distintos de mortalidade de perfilhos, sendo que quanto mais inclinada a reta (maior o coeficiente angular), mais intenso é o processo de morte de perfilhos. Para avaliar-se o paralelismo entre as retas de sobrevivência de perfilhos foram geradas regressões lineares entre a variação do logaritmo do número de perfilhos e dias decorridos do experimento para cada repetição e os coeficientes angulares (taxas de mortalidade) submetidos a análise de variância.

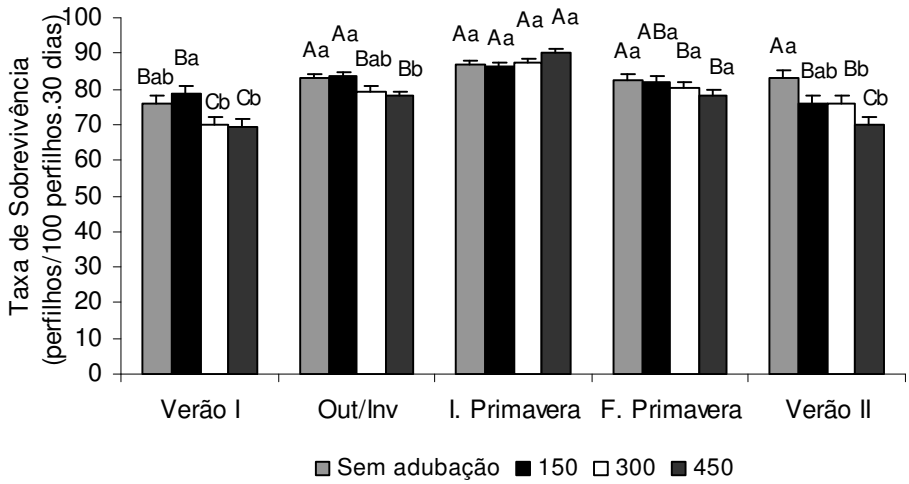
Para o cálculo do índice de estabilidade da população de perfilhos foi utilizada a seguinte equação Pf/Pi = TSP (1+TAP) (BAHMANI et al., 2003), em que Pf/Pi corresponde à população atual (Pf) expressa como proporção da população inicial de perfilhos em um determinado período de avaliação (Pi), e TSP e TAP correspondem às taxas de sobrevivência e aparecimento de perfilhos durante esse mesmo período, respectivamente. Calculou-se também o balanço entre as taxas de aparecimento e morte de perfilhos (PAKIDING; HIRATA, 1999).

Como os intervalos de avaliação não foram rigorosamente iguais, todos os valores foram corrigidos para um período comum de 30 dias. Os dados obtidos mensalmente foram agrupados em cinco épocas do ano, verão 1 (janeiro a março de 2007), outono/inverno (abril a agosto de 2007), início de primavera (setembro a meados de novembro de 2007), final de primavera (meados de novembro e dezembro de 2007) e verão 2 (janeiro a meados de abril de 2008). Posteriormente, foram submetidos a análise de variância utilizando-se o PROC MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico do SAS® (*Statistical Analysis System*), versão 9.1 para Windows®. Para escolha da matriz de covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Assim, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (dose de N e época do ano) bem como da interação entre elas. Os efeitos de dose de N e época do ano e assim como da interação entre eles foram considerados fixos e o efeito de blocos foi considerado aleatório (LITTEL et al., 2000). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o comando “LSMEANS” e a comparação entre elas, quando necessária, foi realizada por meio do teste “t” de “Student” adotando-se um nível de significância de 5%.

3.3 Resultados

3.3.1 Taxas de sobrevivência de perfilhos

A taxa de sobrevivência de perfilhos (TSP) foi influenciada pelo ritmo de crescimento (P=0,0178), pela época do ano (P<0,0001) e pela interação ritmo de crescimento x época do ano (P=0,0498). Os tratamentos correspondentes aos ritmos de crescimento menos acelerados (0 e 150 kg/ha de N) apresentaram os maiores valores de TSP durante o verão 1, outono/inverno e verão 2. Essa diferença desapareceu durante o início e final da primavera, reaparecendo no verão 2. O início da primavera foi a época do ano em que foram registrados os maiores valores de TSP para todos os ritmos de crescimento estudados. De uma forma geral, os menores valores de TSP foram registrados durante as épocas de verão 1 e 2 relativamente às demais épocas do ano avaliadas (Figura 4).

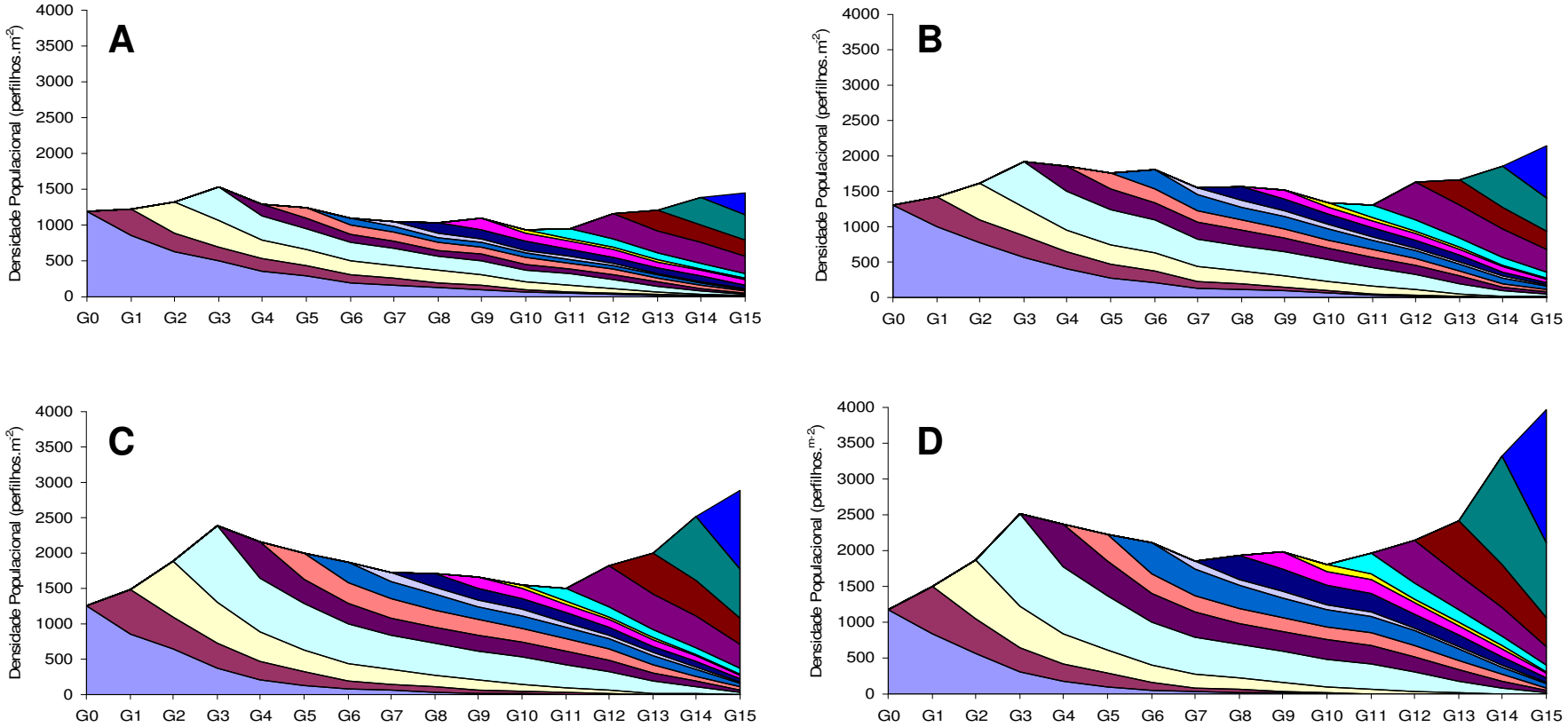


Letras maiúsculas comparam médias de épocas do ano dentro dos tratamentos
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro das épocas do ano

Figura 4 – Taxa de sobrevivência de perfilhos total (perfilhos/100 perfilhos.30 dias) em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

3. 3. 2 Padrões Demográficos de Perfilhamento

Com base nos dados originais de contagem de perfilhos foram geradas curvas mensais mostrando o decréscimo no número de perfilhos de cada geração ao longo do período experimental acompanhado das variações mensais em densidade populacional de perfilhos dos pastos; os padrões demográficos de perfilhamento (Figura 5). As variações mensais em densidade populacional de perfilhos ocorreram segundo padrões semelhantes para todos os tratamentos, correspondendo, inicialmente, a um aumento na população de perfilhos até a data da marcação da G3 (março/07), quando começou então uma redução na população de perfilhos até um mínimo registrado por volta de outubro/07 (G10 e G11). A partir dessa época a população de perfilhos voltou a aumentar em todos os pastos. Apesar do padrão semelhante, a velocidade com que as mudanças ocorreram foi diferente para cada ritmo de crescimento avaliado, sendo mais rápidas e assumindo valores mais elevados nos pastos submetidos ao ritmo de crescimento mais acelerado (pastos adubados com 450 kg/ha de N). Ao final do período experimental a densidade populacional de perfilhos dos pastos adubados com 450 kg/ha de N foi aproximadamente 38%, 85% e 172% superior àquela de pastos adubados com 300 e 150 kg/ha de N ou não adubados, respectivamente.



Datas das marcações: G0=14/12/06; G1=15/01/07; G2=19/02/07; G3=21/03/07; G4=19/04/07; G5=17/05/07; G6=13/06/07; G7=11/07/07; G8=07/08/07; G9=06/09/07; G10=03/10/07; G11=31/10/07; G12=29/11/07; G13=27/12/07; G14=23/01/08; G15=15/02/08

Figura 5 – Padrão demográfico de perfilhamento em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008 (A = sem adubação, B = 150 kg/ha de N, C = 300 kg/ha de N e D = 450 kg/ha de N)

A partir dos padrões demográficos de perfilhamento (Figuras 6 a 9) é possível vislumbrar o efeito dos ritmos de crescimento sobre a longevidade de cada uma das gerações de perfilhos. De um total de 14 gerações avaliadas, apenas seis apresentaram efeito do ritmo de crescimento sobre os coeficientes angulares (P<0,05), sendo: G1 (P=0,0077); G2 (P=0,0225); G10 (P=0,0289); G12 (P=0,0462); G13 (P=0,0303) e G14 (P=0,0029) (Tabela 3). Para essas gerações os menores coeficientes (menores taxas de mortalidade) foram registrados nos pastos não adubados. Os pastos adubados com 450 kg/ha de N apresentaram os maiores coeficientes para quase todas as gerações estudadas, excetuando-se a G10, condição em que o tratamento de 150 kg/ha de N apresentou a menor longevidade. As principais diferenças (P<0,05) foram observadas entre os pastos não adubados e aqueles adubados com 450 kg/ha de N, exceção feita à G10. Nessa geração os pastos adubados com 150 kg/ha de N diferiram dos pastos não adubados (P<0,05) (Tabela 3).

As gerações que surgiram entre os meses de março (G3) e setembro (G9), assim como a geração surgida no final de outubro (G11), não apresentaram diferenças em coeficiente angular (P>0,05). Contudo, essas gerações apresentaram os menores valores médios de coeficiente angular ou de padrões de mortalidade de perfilhos menos intensos, ou seja, maiores longevidades (Tabela 4).

Tabela 3 – Coeficientes angulares da redução do número de perfilhos ao longo do tempo para as gerações de perfilhos estudadas que apresentaram efeito do ritmo de crescimento (P>0,05) em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

Gerações	Ritmos de crescimento (kg/ha de N)				EPM
	0	150	300	450	
G1 – 15/01/07	-0,1430a	-0,1754ab	-0,1719ab	-0,2188b	0,01247
G2 – 19/02/07	-0,1096a	-0,1285ab	-0,1639ab	-0,1875b	0,01462
G10 – 03/10/07	-0,0499a	-0,1229b	-0,0756ab	-0,1101ab	0,01540
G12 – 29/11/07	-0,0584a	-0,0734ab	-0,0753ab	-0,1150b	0,01126
G13 – 27/12/07	-0,0509a	-0,0717ab	-0,0959ab	-0,1351b	0,01529
G14 – 23/01/08	-0,0433a	-0,0994ab	-0,1103b	-0,1534b	0,01557

EPM – erro padrão da média.
Médias seguidas de letras distintas na mesma linha, diferem entre si (P<0,05)

Tabela 4 – Coeficientes angulares médios das gerações de perfilhos estudadas em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

Gerações	Coeficientes
G0	-0,21671
G1	-0,17729
G2	-0,14743
G3	-0,10188
G4	-0,07848
G5	-0,07416
G6	-0,07669
G7	-0,09948
G8	-0,08331
G9	-0,06941
G10	-0,08967
G11	-0,10037
G12	-0,08054
G13	-0,08843
G14	-0,10165

3.3.3 Balanço entre aparecimento e morte de perfilhos

O balanço entre aparecimento e morte de perfilhos foi negativo para todos os ritmos de crescimento avaliados durante o outono/inverno. No início de primavera, apenas os pastos adubados com 450 kg/ha de N apresentaram balanço positivo. Nas demais épocas do ano os balanços foram sempre positivos. Pastos que não foram adubados apresentaram maior valor de balanço no final da primavera, para os demais tratamentos os maiores valores de balanço foram registrados no verão 1 e, após atingirem seus mínimos no outono/inverno, retomaram o crescimento a partir do início de primavera.

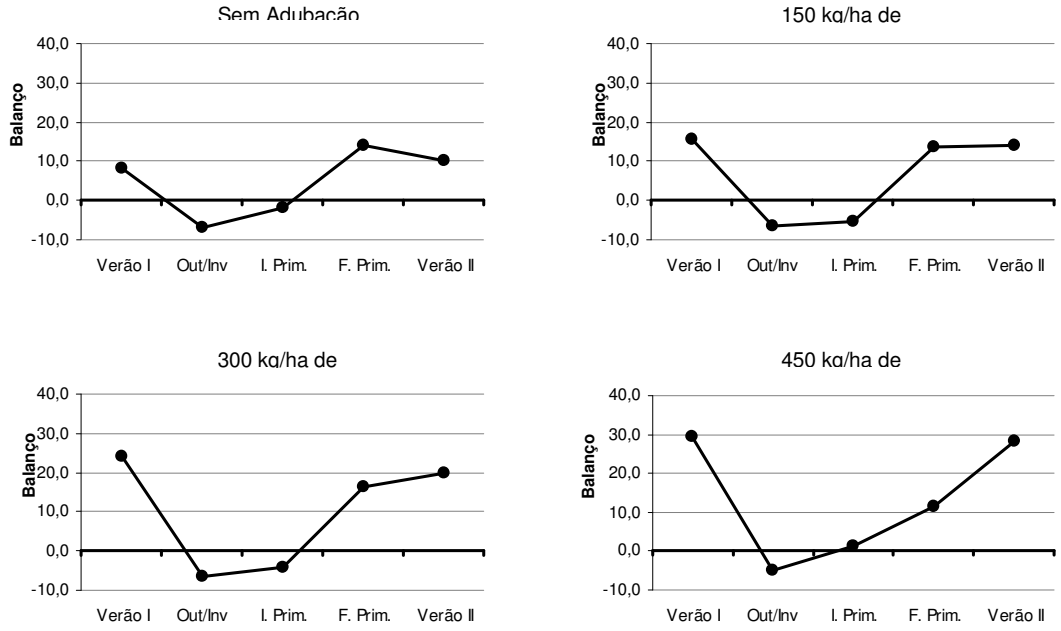


Figura 6 – Balanço entre aparecimento e morte de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

3.3.4 Índice de estabilidade (Pf/Pi) das populações de perfilhos

O índice de estabilidade das populações de perfilhos foi influenciado apenas pela época do ano (P<0,0001). O outono/inverno e o início de primavera foram as épocas em que os pastos tiveram suas estabilidades comprometidas, isto é, valores inferiores a 1,0 (0,91 e 0,96, respectivamente). No entanto, a partir do final da primavera os valores voltaram a ser superiores a 1,0 (Figura 7). Apesar da ausência de diferença entre tratamentos, a Figura 8 ilustra o comportamento desse índice para todos os tratamentos ao longo dos meses do ano.

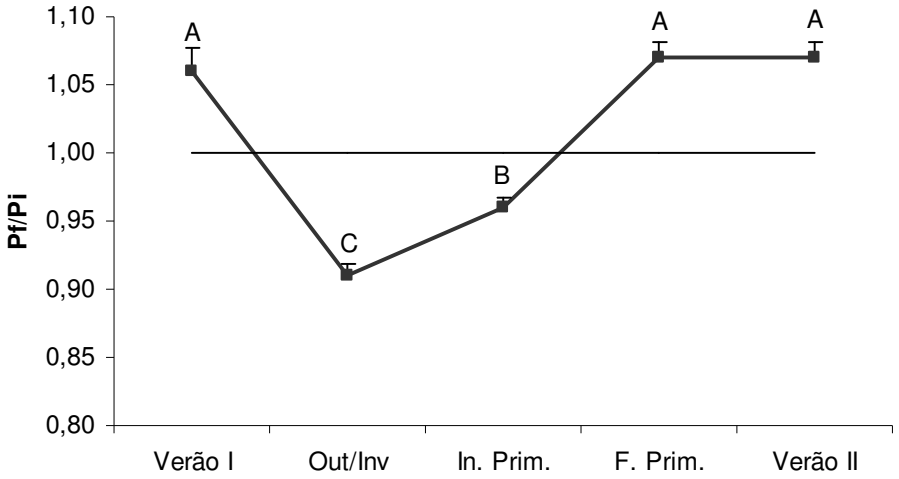


Figura 7 – Variação do índice de estabilidade de pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes durante de janeiro de 2007 a abril de 2008

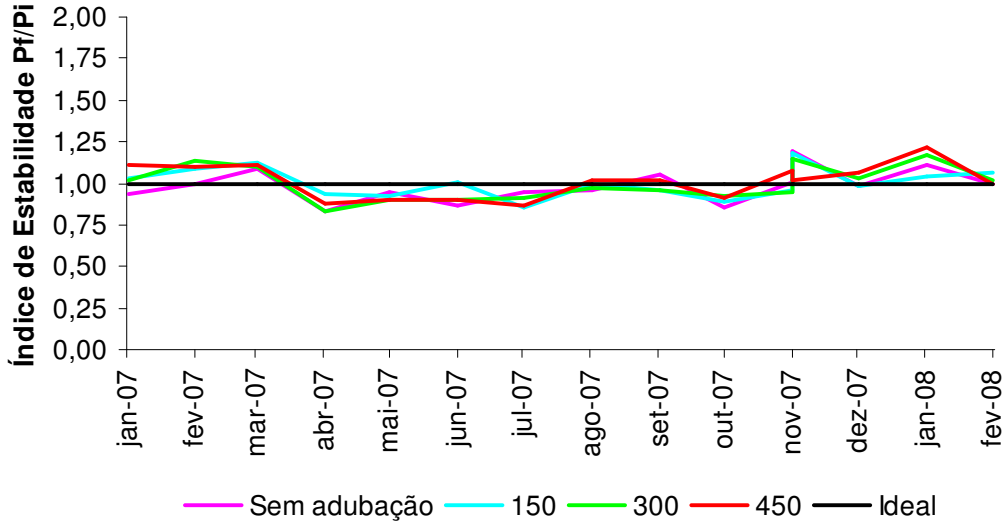


Figura 8 – Índice de estabilidade de pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

3.4 Discussão

A longevidade dos perfilhos, bem como suas taxas de aparecimento e morte são fatores determinantes da manutenção da comunidade de plantas no pasto (LANGER, 1956). Assim, a persistência da pastagem é dependente da capacidade que as plantas

forrageiras têm em repor e, ou, manter perfilhos vivos e produtivos, a qual, por sua vez, é fortemente influenciada pela disponibilidade de fatores ambientais de crescimento e pelas estratégias de desfolhação empregadas (MATTHEW et al. 2000). Os resultados obtidos neste experimento corroboram essas afirmações, uma vez que as variáveis estudadas foram fortemente influenciadas pela disponibilidade dos fatores climáticos de crescimento assim como pelos regimes de desfolhação utilizados. A análise integrada das variáveis estudadas possibilitou a identificação de um padrão de comportamento da variação da longevidade e sobrevivência de perfilhos nos pastos de capim-marandu. De uma maneira geral, o que se verificou foi que nas épocas de maior disponibilidade de fatores climáticos de crescimento (verão 1, final de primavera e verão 2 - Figuras 1 e 2) os perfilhos sobreviveram por menos tempo do que nas épocas em que a disponibilidade de fatores climáticos de crescimento foi limitante (outono/inverno e início de primavera - Figuras 1 e 2). Assim, na época de restrições de crescimento as plantas aumentaram sua longevidade (Figura 4 e 5; Tabelas 3 e 4). Esse padrão foi observado para todos os ritmos de crescimento avaliados, contudo a intensidade com esses processos ocorreu foi maior nos pastos submetidos aos ritmos mais acelerados de crescimento (adubados com 300 e 450 kg/ha de N). O fato sugere diferentes estratégias de crescimento das plantas em função da disponibilidade de fatores de crescimento, ou seja, captura/esgotamento de recursos nas épocas de abundância e conservação de recursos nas épocas de escassez. Contudo, as diferenças foram mais evidentes nas épocas de maior disponibilidade de fatores de crescimento (Figuras 4 e 5; Tabela 3).

Esse comportamento é consistente com os padrões estacionais de variação em dinâmica do perfilhamento relatados em estudos recentes com o capim-marandu, nos quais as maiores taxas de sobrevivência foram observadas em períodos frios e secos do ano e as menores em períodos de maior disponibilidade de fatores de crescimento (SBRISSIA et al., 2009; GIACOMINI, 2007). Para Sbrissia et al. (2009), a maior sobrevivência observada em épocas de limitação de fatores de crescimento corresponde a uma forma de compensar as menores taxas de aparecimento de perfilhos (Capítulo 2), tendo como finalidade manter estável a população de plantas e garantir sua persistência na área em épocas de falta de água e baixas temperaturas (Figuras 1 e 2).

Com relação aos ritmos de crescimento aos quais os pastos foram submetidos, o que se observou foi que nas épocas em que os fatores climáticos de crescimento não foram limitantes, o nitrogênio influenciou o ritmo de crescimento das plantas, aumentando a velocidade dos ciclos de renovação de tecidos - folhas e perfilhos (FRICKE et al., 1997) e, portanto, reduzindo sua longevidade. Dessa maneira, durante essas épocas, foi possível verificar as principais diferenças entres os tratamentos, uma vez que o nitrogênio atua diretamente na ativação das gemas axilares, favorecendo a emissão de novos perfilhos (LEMAIRE, 1985), interferindo diretamente na densidade populacional de perfilhos dos pastos. Além disso, a dinâmica de renovação de perfilhos no pasto é acelerada pela ação do nitrogênio, permitindo, assim, a manutenção de um perfil mais jovial da população de plantas na área. Esse fato foi evidenciado por Paiva (2009) em experimento concomitante na mesma área experimental. O autor encontrou também que perfilhos jovens (com menos de 2 meses de vida) apresentaram maiores taxas de aparecimento e alongamento de folhas que perfilhos mais velhos (com mais de 4 meses de vida), indicando que perfilhos mais jovens têm maior potencial de crescimento e produção de forragem que perfilhos velhos. Esse fato foi corroborado pelos resultados de Mesquita (2008), também em experimento concomitante na mesma área experimental, avaliando a dinâmica do acúmulo de forragem dos pastos (crescimento e senescência).

É válido ressaltar que os valores de DPP gerados por meio das avaliações de demografia do perfilhamento (manipulação constante da área amostral) (Figura 5), quando comparados aos valores correspondentes gerados por meio de amostragens independentes (contagem de perfilhos no interior de armações metálicas) (Capitulo 2), são superestimados. Isso ocorre porque a manipulação frequente das plantas nos interior dos anéis de amostragem favorece maior penetração de luz no interior do dossel forrageiro, contribuindo para maior ativação de gemas e aparecimento de novos perfilhos.

O evento de pastejo também deve ser considerado como um importante fator influenciando a longevidade da população de perfilhos no pasto, uma vez que é considerado uma das principais causas da morte de perfilhos, seja pela decapitação dos meristemas apicais, por arranquio ou pisoteio (DAVIES, 1988; MATTHEW, 1992).

Pelo fato de o método de pastejo utilizado ter sido o de lotação contínua com taxa de lotação variável, foi durante as épocas de maior disponibilidade de fatores de crescimento que as taxas de lotação utilizadas para manter as condições experimentais (meta de 30 cm de altura nos pastos) foram maiores. Como consequência, os eventos de desfolhação ocorreram com maior frequência, principalmente nos pastos submetidos aos ritmos de crescimento mais acelerados (GUARDA, 2009)[2], justificando as menores taxas de sobrevivência registradas sob aquelas condições.

Contudo, quando se analisa o balanço entre aparecimento e morte de perfilhos (Figura 6), é possível observar que o aumento na sobrevivência dos perfilhos durante o outono/inverno e início de primavera não foi suficiente para manter a população de plantas estável, uma vez que esse balanço foi negativo para todos os ritmos de crescimento avaliados, o que resultou em redução da densidade populacional de perfilhos durante essas épocas do ano (Capitulo 2; Figura 5). Embora fundamentais na compreensão dos mecanismos envolvidos na perenização e renovação de perfilhos em pastagens, essas oscilações sazonais nas taxas de aparecimento e morte (sobrevivência) de perfilhos não indicam, de maneira isolada, se numa dada época do ano a população de perfilhos foi mantida estável. É possível que padrões demográficos de perfilhamento com taxas de aparecimento e morte semelhantes possam resultar em variação de DPP. Para esses casos, estudos recentes têm utilizado o conceito de índice de estabilidade (IE), um índice baseado na relação entre as taxas de aparecimento e de sobrevivência de perfilhos (BAHMANI et al., 2003; SBRISSIA et al., 2009). Basicamente, se o índice for menor que 1 significa que os pastos têm sua estabilidade comprometida e a DPP tende a diminuir durante o período avaliado. Se for igual a 1 significa que a população está estável, em um equilíbrio dinâmico. Se for maior que 1 a DPP tende a aumentar (SBRISSIA et al., 2009).

No presente trabalho não foram detectadas diferenças (P>0,05) para o IE entre os ritmos de crescimento avaliados (Figura 8). Houve apenas efeito de época do ano. Os pastos tiveram sua estabilidade comprometida durante o outono/inverno e início de

[2] GUARDA, V. D. **Frequência e intensidade de desfolhação de perfilhos e eficiência de utilização da forragem em pastos capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes.** Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em fase de elaboração.

primavera (Figura 7), uma vez que o aumento em sobrevivência não foi capaz de compensar a redução em aparecimento de perfilhos. No entanto, houve recuperação desses índices a partir do final de primavera, evidenciando a capacidade de perfilhamento e recuperação do capim-marandu quando as condições de temperatura e pluviosidade foram restabelecidas. O nitrogênio atuou como um importante fator determinando a intensidade com que essas recuperações ocorreram (Figura 7). Esse tipo de comportamento também foi observado por Sbrissia et al. (2009). Nas épocas de menor disponibilidade de fatores ambientais de crescimento o autor constatou valores de IE ligeiramente menores que 1 nos pastos mantidos a 30 cm de altura e, da mesma forma, com a retomada das condições de crescimento no final da primavera, os valores de IE se recuperaram. Dessa maneira, o que se observa é que pastos mantidos nessa altura de pastejo podem ser considerados estáveis mesmo com menores valores de densidade populacional de perfilhos relativamente a pastos mantidos mais baixos. Dessa forma, reduções em DPP não devem ser consideradas de maneira isolada como determinantes da perda de potencial produtivo ou de redução na persistência das pastagens, uma vez que podem estar refletindo um novo equilíbrio da população de plantas à disponibilidade existente de fatores de crescimento (SBRISSIA et al., 2009). A análise visual dos pastos não deixa dúvidas de que a perenidade da pastagem não foi comprometida durante essas épocas de menor disponibilidade de fatores ambientais de crescimento.

3.5 Conclusões

Pastos de capim-marandu manejados sob lotação continua e taxa de lotação variável, mantidos a 30 cm de altura, independentemente dos ritmos de crescimento aos quais foram submetidos, se mostraram eficazes na manutenção e reposição de perfilhos e, dessa forma, asseguraram a persistência e a produtividade do pasto ao longo de todo o ano, mesmo nas épocas de menor disponibilidade de fatores de crescimento. O fato evidencia a elevada plasticidade dessa planta forrageira, indicando flexibilidade de uso e manejo.

A adubação nitrogenada acelerou a renovação de perfilhos nos pastos, contribuindo para uma recuperação mais rápida da população de perfilhos,

principalmente no final de primavera, época crítica no manejo do capim-marandu. Contudo, não modificou o padrão de resposta, apenas a velocidade dos processos.

Referências

BAHMANI, I.; THOM, E.R.; MATTHEW, C.; HOOPER, R.J.; LEMAIRE, G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation**.** **Australian Journal of Agricultural Research** , Melbourne, v. 54, n. 8, p. 803-817, 2003.

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a freqüências e intensidades de pastejo**. 2004. 119 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BARTHRAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION, 1985. Midlothian. **Biennial report...** Midlothian, 1985. p. 29-30.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo.** Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim,12).

CARVALHO, C.A.B. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de Cynodon spp. manejadas em quatro intensidades de pastejo.** 2000. 108 p.Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; ZANINE, A.M.; ADESE, B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, p.189-196, 2008.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412 p.

FRICKE, W.; McDONALD, A.J.S.; MATTSON-DJOS, L. Why do leaves and cells leaf of N-limited barley elongate at reduced rates? **Planta**, Heidelberg, v. 202, p. 522-530, 1997.

GIACOMINI, A.A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2007. 175 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

HIRATA, M.; PAKIDING, W. Tiller dynamics in a bahia grass (Paspalum notatum) pasture under cattle grazing. **Tropical Grasslands** , Brisbane, v. 35, n. 3, p. 151-160, 2001.

HODGSON, J. **Grazing management:** science into practice. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 1990. 203 p.

LANGER, R.H.M. Growth and nutrition of Timothy (Phleum pratense). I. Life story of individual tillers**. Annals of Applied Biology** , Cambridge, v. 44, p. 166-187, 1956.

LEMAIRE, G. **Cinètique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et Le printemps**. 1985. 96p. Thèse (Doctorat d'Etat.) - Université de Caen. Esplanade de la Paix, 1985.

LITTEL, R.C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, Boston, v. 19, p. 1793-1819, 2000.

MATTHEW, C. A study of seasonal root and tiller dynamics in swards of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Palmerston North, 1992. 210p. Thesis (Ph.D.) - Massey University, 1992.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON., N.R Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY",1999. Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p.109-133.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE-HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology** . Wallingford: CABI Publ., 2000. chap. 7, p. 127-150.

MESQUITA, P. **Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de Brachiaria brizantha cv. Marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes.** 2008. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

PAIVA, A.J. **Características morfogênicas e estruturais de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes.** 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009

PAKIDING, W.; HIRATA, M. Tillering in a bahia grass (Paspalum notatum) pasture under cattle grazing: results from the first two years. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 33, p. 170-176, 1999.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua.** 2004. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; MOLAN, L.K.; ANDRADE, F.M.E.; GONÇALVES, A. A.; LUPINACCI, A. V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, Dordrecht, p. Online, 2009. Homepage: Http://www.springerlink.com/content/xg3h80050277224m/; ISSN/ISBN: 13850237.

UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente.** 2002. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, Philadelphia, v. 22, n. 4, p. 1079-1106, 1993.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disponibilidade de fatores climáticos de crescimento (água, luz, temperatura e nutrientes) e a adubação nitrogenada utilizada para gerar contrastes nos ritmos de crescimento dos pastos foram os principais fatores determinantes da dinâmica do perfilhamento e da densidade populacional de perfilhos do capim-marandu mantido a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e taxa de lotação variável. De uma maneira geral, nas épocas em que os fatores climáticos de crescimento não foram limitantes, o nitrogênio influenciou o ritmo de crescimento das plantas, proporcionando as maiores densidades populacionais e acelerando os ciclos de renovação de perfilhos permitindo, assim, a manutenção de um perfil mais jovial da população de plantas na área. Paiva (2009), em trabalho concomitante na mesma área experimental, observou que perfilhos jovens (com menos de 2 meses de vida) apresentaram maiores taxas de aparecimento e de alongamento de folhas que perfilhos mais velhos (com mais de 4 meses de vida), indicando maior potencial de crescimento e acúmulo de forragem em pastos mantidos sob ritmos de crescimento mais acelerados (adubados com 300 e 450 kg/ha de N), pois nesses pastos a participação de perfilhos jovens era maior na população existente. Esses resultados corroboraram os resultados obtidos por Mesquita (2008), também em experimento concomitante na mesma área experimental em que foi avaliando a dinâmica de acúmulo de forragem dos pastos. A autora atribuiu o efeito positivo do nitrogênio sobre as taxas de crescimento de folhas e total de forragem (colmo e folhas) aos aumentos gerados em DPP. Isso porque essa variável apresentou padrões semelhantes de variação aos dados de crescimento para todas as épocas do ano em função das doses de N avaliadas, evidenciando, assim, a importância da densidade populacional de perfilhos do pasto no processo de acúmulo de forragem.

Contudo, quando houve limitação na disponibilidade de fatores climáticos de crescimento, ocorreu redução drástica das taxas de aparecimento e morte de perfilhos. Essa desaceleração na dinâmica do perfilhamento esteve associada a uma maior sobrevivência e, conseqüentemente, maior longevidade dos perfilhos existentes (MURPHY; BRISKE,1992; MATTHEW, 1992). O fato aponta para um mecanismo compensatório da comunidade de plantas segundo o qual, quando submetidas a condições limitantes de crescimento, utilizam estratégias baseadas na conservação de

recursos, o que tende a limitar a produção de novos perfilhos. Assim, durante o outono/inverno e início de primavera, apesar de valores de IE ligeiramente inferiores a 1,0, os pastos foram capazes de manter populações de perfilhos relativamente estáveis, compensando o menor aparecimento com maior sobrevivência de perfilhos. Os valores de IE ligeiramente inferiores 1,0 nessa época do ano indicam simplesmente que a população de plantas na área estava entrando em equilíbrio com a reduzida disponibilidade de fatores climáticos de crescimento característica do outono/inverno e início de primavera (SBRISSIA ET AL. 2009). Nessas condições é normal e esperado que a densidade populacional de perfilhos diminua. Com o restabelecimento das condições de temperatura e pluviosidade a partir do final da primavera, o perfilhamento voltou a ser intenso demonstrando a capacidade de recuperação do capim-marandu.

Dessa maneira, o período de transição entre início e final de primavera parece ser crítico para o manejo do capim-marandu, uma vez que foi nessa época que ocorreu a maior renovação da população de perfilhos nos pastos. Eventuais erros de manejo nessa condição podem comprometer a perenidade e a produtividade dos pastos durante a próxima estação de crescimento. O nitrogênio acelerou essa renovação, possibilitando restabelecimento mais rápido de condições produtivas das pastagens, otimizando, assim, sua produtividade.

5 CONCLUSÕES

O perfilhamento do capim-marandu é fortemente influenciado pelo ritmo de crescimento dos pastos quando este é função do uso de adubação nitrogenada. O efeito principal é a maior renovação de perfilhos, o que gera populações com maior predominância de perfilhos jovens, podendo afetar positivamente o acúmulo de forragem e o valor nutritivo da forragem produzida.

Pastos de capim-marandu manejados a 30 cm de altura sob lotação contínua e taxa de lotação variável são capazes de manter populações estáveis de plantas na área, requerendo especial de manejo apenas na transição entre o final da época seca e o início da época chuvosa.

Referências

MATTHEW, C. A study of seasonal root and tiller dynamics in swards of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Palmerston North. 1992. 210p. Thesis (Ph.D.) - Massey University, 1992.

MESQUITA, P. **Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de Brachiaria brizantha cv. Marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes.** 2008. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008

MURPHY, J.S.; BRISKE, D.D. Regulation of tillering by apical dominance -chronology, interpretive value, and current perspectives. **Journal of Range Management**, Baltimore, v.45, n.5, p.419-429, 1992.

PAIVA, A.J. **Características morfogênicas e estruturais de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes.** 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua.** 2004. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.