**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Dinâmica da população de perfilhos e de touceiras em capim-elefante cv.
Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo**

Adenilson José Paiva

**Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de Concentração:
Ciência Animal e Pastagens**

**Piracicaba
2013**

Adenilson José Paiva
Zootecnista

**Dinâmica da população de perfilhos e de touceiras em capim-elefante cv.
Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo**

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

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de Concentração:
Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2013**

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

Paiva, Adenilson José

Dinâmica da população de perfilhos e de touceiras em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo / Adenilson José Paiva. - Piracicaba, 2013.

119 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Capim elefante 2. Interceptação de luz 3. Pastejo - Manejo 4. Perfilhação I. Título

CDD 633.2
P149d

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

Dedico

A toda minha família e principalmente aos meus pais **João Donizeti Gomes de Paiva** e **Nircea Fátima da Costa Paiva** e minha irmã **Geovana**, a quem devo tudo que sou.... Meu muito obrigado!

“Sem Deus não há vida, sem família não há base e sem amigos não há alegria”

(Verena)

Ofereço

A minha namorada **Marina Danes**, que mesmo longe sempre me incentivou e apoiou com muito amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, pelo dom da vida.

Ao professor **Sila Carneiro da Silva**, pela oportunidade de pertencer a sua equipe, pela orientação inestimável e pelo exemplo de profissionalismo.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas de estudo.

Ao professor Randall D. Jackson e a University of Wisconsin-Madison pela oportunidade de aprendizado durante meu estágio Sanduíche.

Aos amigos de experimento: **Eliana V. Geremia, José Acácio, Lilian E. T. Pereira e Thiago M. dos Santos**, pelas intermináveis horas de trabalho, mas sempre com muita alegria, superação e força de vontade. Muito obrigado.

A Lilian E. T. Pereira (Tchê), pela amizade e pelas inúmeras discussões científicas durante os seis anos de convivência, o que certamente contribuiu muito para minha formação.

Aos estagiários Stéphanie F. Vicente, Ana Paula Macarri, Lucas R. Carvalho, Ana Paula A. Freire e Laiz P. Oliveira, meu muito obrigado.

Aos amigos do Laboratório de Plantas Forrageiras: Salim, Leandro, Márcio, Bruno, Felipe Tonato, Veridiana, Vitão, Jorge, Murilo, Diegão, Davi, Aliedson, Valdson, Débora, Ana Flávia, Marcão, Cleo, Lucas, Guilherme, Kraxá, Ianê.

Aos funcionários do Centro de Treinamento de Recursos Humanos do Departamento de Zootecnia, em especial a Marcos Penatti, pelo apoio e concessão da área onde o experimento foi desenvolvido.

A todos os professores do departamento de zootecnia pelos valiosos conhecimentos transmitidos, que foram essenciais para minha formação.

Aos amigos das repúblicas Viola Quebrada e Pão-de-Queijo: Delci, Marcão, Salim, Roberto, Edward, Rodrigo, Marcelo, Shimu, Evandro, Axadô.

E também aos que não foram citados aqui e colaboraram para realização deste trabalho.

***“Não devemos nos orgulhar de ser melhores do que os outros, e sim
melhores do que já fomos.”***
(James Hunter)

***“As oportunidades normalmente se apresentam disfarçadas de
trabalho árduo e é por isso que muitos não as reconhecem”***
(Ann Landers)

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 O capim-elefante e o manejo do pastejo	16
1.2 Dinâmica de touceiras	19
1.3 Dinâmica do perfilhamento	23
1.4 Hipótese	27
1.5 Objetivo	27
Referências	28
2 CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA HORIZONTAL EM CAPIM-ELEFANTE CV. NAPIER SUBMETIDO A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO	35
Resumo	35
Abstract	35
2.1 Introdução	36
2.2 Material e Métodos	38
2.3 Resultados	43
2.4 Discussão	52
2.5 Conclusões	56
Referências	56
3 DINÂMICA DO PERFILHAMENTO E POPULAÇÃO DE PERFILHOS EM CAPIM- ELEFANTE CV. NAPIER SUBMETIDO A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO ..	61
Resumo	61
Abstract	61
3.1 Introdução	62
3.2 Material e Métodos	64
3.3 Resultados	70
3.4 Discussão	81
3.5 Conclusões	87
Referências	87
4 DEMOGRAFIA DE PERFILHOS BASAIS E AÉREOS EM CAPIM-ELEFANTE CV. NAPIER SUBMETIDO A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO	91
Resumo	91
Abstract	91
4.1 Introdução	92
4.2 Material e Métodos	94
4.3 Resultados	100
4.4 Discussão	106
4.5 Conclusões	111
Referências	111
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
Referências	118
6 CONCLUSÕES	119

RESUMO

Dinâmica da população de perfilhos e de touceiras em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo

A reposição de perfilhos mortos ou consumidos pelo pastejo é ponto chave para manutenção da perenidade e produtividade da pastagem. Dentre outros fatores, a dinâmica com que esse processo ocorre é variável em função das estratégias de manejo utilizadas. Dessa forma, as estratégias de manejo do pastejo afetam a dinâmica do perfilhamento, gerando modificações em densidade populacional de perfilhos e em sua composição, nos padrões de ocupação horizontal da área e na estabilidade da população de perfilhos, características determinantes da perenidade e produtividade da planta forrageira. Com isso, o objetivo com este trabalho foi avaliar a frequência e o tamanho das touceiras, a dinâmica do perfilhamento, a densidade populacional de perfilhos e a participação relativa de perfilhos basais e aéreos na população de plantas de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012. Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas condições pós- (alturas pós-pastejo de 35 e 45 cm) e duas condições pré-pastejo (95% e máxima interceptação luminosa – $IL_{95\%}$ e $IL_{Máx}$) e foram alocados às unidades experimentais segundo arranjo fatorial 2x2 e delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas características da estrutura horizontal dos pastos, dinâmica do perfilhamento e população de perfilhos totais e demografia de perfilhos basais e aéreos. Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram ocupação mais uniforme da área caracterizada pela maior frequência de touceiras e menor frequência de espaços vazios relativamente àqueles manejados com a meta $IL_{Máx}$. Independente da meta de IL pré-pastejo, os pastos passaram por um período de adaptação aos tratamentos impostos caracterizado pela redução da variabilidade do perímetro médio das touceiras do início do experimento até o início da primavera. Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram menor índice de estabilidade da população de perfilhos, consequência das maiores taxas de mortalidade relativamente aos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$. A densidade populacional de perfilhos aéreos (DPPa) foi maior que a de perfilhos basais (DPPb) para ambas as metas de IL pré-pastejo. De forma geral, não foi registrada diferença em DPPa entre as metas de IL pré-pastejo, mas a DPPb foi maior nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$. A estratégia de manejo caracterizada pela meta $IL_{95\%}$ favorece menor mortalidade de perfilhos e maior perfilhamento basal que, por sua vez, favorece ocupação mais uniforme da área, sugerindo possíveis benefícios para a habilidade competitiva e produtiva da pastagem.

Palavras-chave: Capim-elefante; Touceiras; Interceptação luminosa; Perfilhamento; Perfilhos aéreos; Perfilhos basais

ABSTRACT

Tiller population and tussock dynamics in elephant grass cv. Napier subjected to strategies of rotational stocking management

Replacement of dead or consumed tillers during grazing is a key point for ensuring longevity and productivity of pastures. Among other factors, the dynamics of the tillering process is variable depending on management strategies used. In that context, grazing management strategies affect tillering dynamics causing changes in tiller population density and its composition, patterns of plant horizontal distribution and area occupation and in the stability of tiller population, all important characteristics determining longevity and productivity of forage grass communities. The objective of this study was to evaluate the frequency and size of tussocks, tillering dynamics, tiller population density and the relative contribution of basal and aerial tillers in elephant grass cv. Napier subjected to strategies of rotational stocking management from January 2011 to April 2012. Treatments corresponded to combinations between two post- (post-grazing heights of 35 and 45 cm) and two pre-grazing conditions (95% and maximum canopy light interception during regrowth – $LI_{95\%}$ and LI_{Max}), and were allocated to experimental units (850 m² paddocks) according to a 2x2 factorial arrangement in a complete randomised design, with four replications. The following response variables were measured: characteristics of sward horizontal structure, tiller dynamics and population, and demography of basal and aerial tillers. Swards managed with the $LI_{95\%}$ target showed a more uniform occupation of the area characterised by higher frequency of tussocks and lower frequency of bare ground areas relative to those managed with the LI_{Max} target. Regardless of LI pre-grazing target, swards underwent an adaptation period to treatments imposed characterised by reduction in the variability of the average tussock perimeter from the beginning of the experiment until early spring. Swards managed with the LI_{Max} target had lower population stability index than those managed with the $LI_{95\%}$ target, consequence of higher tiller death rates. Population density of aerial tillers (TPDa) was larger than basal tillers (TPDb) for both LI pre-grazing targets. In general, there was no difference in TPDa between LI pre-grazing targets, but TPDb was larger on swards managed with the $LI_{95\%}$ target. the management strategy characterised by the $LI_{95\%}$ target results in lower tiller death and larger production of basal tillers that, in turn, favours a more uniform occupation of the area, suggesting potential benefits to the competitive and productive ability of pastures.

Keywords: Elephant grass; Tussocks; Canopy light interception; Tillering; Basal and aerial tillers

1 INTRODUÇÃO

A perenidade das gramíneas forrageiras está ligada à sua capacidade de repor perfilhos mortos ou consumidos durante pastejo por meio da ativação e desenvolvimento de gemas localizadas na base dos colmos (gemas basilares) e daquelas localizadas nos nós superiores dos colmos basais (gemas axilares). O desenvolvimento dessas gemas, entretanto, depende de fatores como genótipo, balanço hormonal, florescimento, luz, temperatura, fotoperíodo, água, nutrição mineral e estratégia de desfolhação empregada (LANGER, 1963). Sendo assim, para que uma população seja estável, cada perfilho deveria produzir durante seu período de vida um novo perfilho que o substituiria por ocasião de sua morte (MATTHEW et al., 2001), assegurando a manutenção de um equilíbrio harmônico e dinâmico entre os processos de morte e aparecimento de perfilhos.

As estratégias de manejo do pastejo, por sua vez, alteram o balanço das taxas de aparecimento e morte de perfilhos e, conseqüentemente, a densidade populacional, determinando maior ou menor estabilidade da população e interferindo com o potencial produtivo da pastagem. Em gramíneas forrageiras formadoras de touceiras, como é o caso do capim-elefante cv. Napier, essa dinâmica determina, também, a estrutura horizontal da pastagem, interferindo com a forma de ocupação da área pela planta forrageira. A touceira é caracterizada como um arranjo espacial compacto de perfilhos, os quais compartilham recursos luminosos assim como água e nutrientes (WHITE, 1979). Dentro da touceira, subunidades são formadas por perfilhos de várias gerações conectados anatomicamente, as chamadas unidades fisiológicas integradas (UFI), que possuem autonomia em termos de compartilhamento e alocação de assimilados entre indivíduos (WATSON; CASPER, 1984). Essa autonomia é determinada pelas conexões vasculares e sistema radicular comum entre plantas em cada UFI, onde os recursos parecem ser disponibilizados de forma a manter indivíduos com potenciais de crescimento semelhantes (DERNER; BRISKE; POLLEY, 2012). Esse mecanismo de cooperação pode possuir importância relativa maior para o capim-elefante cv. Napier, uma vez que é amplamente conhecida a maior participação e dependência do perfilhamento aéreo para essa gramínea forrageira (CARVALHO et al., 2006), uma vez que esses perfilhos mantêm conexões vasculares com os perfilhos parentais.

As recomendações existentes de manejo do pastejo do capim-elefante cv. Napier são baseadas no uso de intervalos de pastejo fixos e pré-definidos em termos de dias, sem levar em consideração aspectos relacionados com condições edáficas e climáticas do local de cultivo e as necessidades fisiológicas das plantas, fato que tem gerado problemas como dificuldade de rebaixamento dos pastos, uso excessivo de roçadas, acúmulo de colmos e de

material morto na base dos pastos e valor nutritivo reduzido da forragem produzida. Recentemente, uma nova estratégia de manejo do pastejo baseada no uso da interceptação luminosa durante a rebrotação como forma de definir o momento de colocar os animais em pastos de gramíneas forrageiras tropicais vem gerando resultados positivos e favorecendo o acúmulo de grande quantidade de forragem de valor nutritivo elevado e colheita eficiente (CARNEVALLI et al., 2006; DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007). Devido à luz ser um importante fator determinante do perfilhamento (DEREGIBUS et al., 1985), é de se esperar que estratégias de manejo do pastejo que regulem de certa forma a competição por luz propiciem diferentes padrões de perfilhamento, alterando a quantidade e a classe de perfilhos que compõe a pastagem e a distribuição das touceiras na área.

Trabalhos com esse nível de detalhamento ainda não foram desenvolvidos para o capim-elefante cv. Napier, de maneira que, com as informações geradas, o potencial dessa gramínea forrageira para pastejo poderia ser explorado de maneira mais eficiente e sustentável. Com base no exposto, faz-se necessário o entendimento da dinâmica da população de perfilhos e de touceiras do capim-elefante cv. Napier com o objetivo de gerar a base de conhecimento necessária para planejar e idealizar práticas de manejo eficazes e eficientes para essa planta forrageira.

1.1 O capim-elefante e o manejo do pastejo

Descoberto na África em 1905 pelo coronel Napier e introduzido no Brasil em 1920, o capim-elefante foi utilizado durante muitos anos quase que exclusivamente como capineira para fornecimento de forragem verde aos animais. O interesse pela planta forrageira intensificou-se quando se constatou a possibilidade de aumento de produtividade e redução da área explorada com sua utilização em pastejo direto (RODRIGUES; MONTEIRO; RODRIGUES, 2001), principalmente em propriedades leiteiras. Otero (1961) afirmou que no início da utilização da espécie apenas dois cultivares eram bem conhecidos, o Merker (colmos finos e lâminas foliares estreitas) e o Napier (colmos grossos e lâminas foliares largas). Devido ao seu elevado potencial de produção de forragem de boa qualidade houve rápida e ampla disseminação do capim-elefante por todo o país, resultando em inúmeros cultivares disponíveis nas instituições de pesquisa que apresentam diferenças quanto à morfologia, produção, valor nutritivo e ciclo vegetativo dentre outros atributos (SOUZA, 1991).

De acordo com Pereira (1992), considerando-se um conjunto de caracteres diferenciadores, pode-se classificar a variabilidade dentro do germoplasma de capim-elefante em cinco grupos distintos, definidos em relação aos tipos básicos: Grupo Cameroon -

exemplares com touceiras densas, porte ereto, colmos grossos, predominância de perfilhos basais, folhas largas e florescimento tardio (e.g. cultivares Cameroon, Vruckwona, Cana D'África); Grupo Napier - exemplares com touceiras abertas, colmos grossos, folhas largas e época de florescimento intermediária (e.g. cultivares Napier, Mineiro, Taiwan A-146, Gigante de Pinda, Turrialba); Grupo Merker – exemplares de menor porte, colmos finos, folhas finas (menores) e mais numerosas, e época de florescimento precoce (e.g. cultivares Merker, Merker comum, Merker Pinda, Merkeron); Grupo Anão – exemplares de porte baixo e elevada relação folha/caule (e.g. cultivar Mott ou capim-elefante "Anão"; selecionado em 1977 a partir de uma progênie autofecundada do cultivar Merkeron, na Geórgia, EUA); e Grupo Híbridos Interspecíficos - exemplares resultantes do cruzamento entre espécies de *Pennisetum*, principalmente, *P. purpureum* e *P. americanum*, que apresentam florescimento precoce e esterilidade das sementes (e.g. cultivares Pusa Gigante Napier, Bana Grass). Contudo, novos cultivares têm sido lançados, havendo necessidade de atualização desses grupos de capim-elefante.

De forma geral, o capim-elefante é uma gramínea perene, de alto potencial produtivo, adaptando-se às condições climáticas predominantes em quase todo o país. Entretanto, em muitas regiões, aproximadamente 70 a 80% da sua produção concentra-se na época das chuvas. Essa estacionalidade de produção de forragem é atribuída à sua não adaptação às baixas precipitações e temperaturas que ocorrem no período de inverno (DERESZ, 2001). No Brasil, somente nas décadas de 1980 e 1990 essa gramínea forrageira ganhou maior destaque com os trabalhos conduzidos principalmente pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) e pela Embrapa Gado de Leite, que apontavam para resultados promissores quando utilizada para pastejo.

Os trabalhos desenvolvidos para determinação da estratégia de manejo do pastejo eram relacionados com a determinação do número de piquetes, dias de ocupação, intervalo de pastejo, taxa de lotação, altura pós-pastejo etc.. A recomendação de manejo adotada pela Embrapa Gado de Leite era de 30 dias de período de descanso, resíduo pós-pastejo na faixa de 80 a 100 cm de altura e três dias de ocupação (AROEIRA et al., 1999; DERESZ, 2001). Já o sistema de produção de leite da ESALQ, em Piracicaba-SP, adotava 45 dias de período de descanso, altura de resíduo na faixa de 40 a 50 cm e um dia de ocupação (CORSI; DA SILVA; FARIA, 1996). Tais recomendações trouxeram bons resultados (COWAN; MOSS; KERR, 1993; DERESZ; MOZZER, 1994) e estimularam o uso dessa gramínea forrageira. Contudo, as expectativas criadas pelos bons resultados obtidos não foram atendidas, e o principal fator responsável estava relacionado com a dificuldade no controle do acúmulo de

colmos e de material morto. Sendo assim, alternativas foram geradas para controlar o acúmulo excessivo de colmos. A predominância de perfilhos basais foi considerada a principal responsável pelo acúmulo excessivo de colmos e presença de plantas altas, que, por sua vez, dificultava o rebaixamento e o consumo durante o pastejo (CORSI; DA SILVA; FARIA, 1996). Dessa forma, a alternativa era utilizar estratégias que promovessem o surgimento de perfilhos aéreos que, por sua vez, apresentavam menor alongamento de colmos (PACIULLO et al., 2003). Dessa forma, a recomendação consistia em promover a decapitação dos perfilhos basais logo no primeiro pastejo da estação de crescimento, na transição do período seco para o chuvoso, como forma de estimular o perfilhamento aéreo e, com isso, controlar o acúmulo de colmos (CORSI; DA SILVA; FARIA, 1996).

O perfilhamento basal no capim-elefante cv. Napier, embora menor que o perfilhamento aéreo, ocorre de forma contínua ao longo dos ciclos de rebrotação, fazendo com que após cada pastejo se fizesse necessário o uso de roçadas em pontos estratégicos dos pastos para decapitar o meristema apical daqueles perfilhos basais que escapavam à decapitação durante o pastejo. Adicionalmente, mesmo adotando esses cuidados ao longo dos ciclos de pastejos, roçadas mecânicas eram necessárias antes do início de uma nova estação de crescimento para rebaixar o resíduo deixado na estação de crescimento anterior, práticas que se tornaram frequentes e passaram a onerar e dificultar a produção de forragem de qualidade. O estímulo ao perfilhamento aéreo, por sua vez, com o objetivo de controlar o acúmulo de colmos e “facilitar” o manejo do pastejo pode resultar em redução da produção de forragem, uma vez que perfilhos aéreos apresentam menores taxas de crescimento que perfilhos basais (PACIULLO et al., 2003). Segundo Mozzer (1993), as brotações dos perfilhos aéreos em capim-elefante, a partir de gemas axilares, correspondem a 70-80% do número total de perfilhos e são responsáveis por cerca de apenas 20% da produção de massa verde, enquanto que os 20 ou 30% de perfilhos basais são responsáveis por aproximadamente 80% da produção.

Nos últimos 10 anos algumas linhas de pesquisa iniciaram uma mudança conceitual para a definição das metas de manejo do pastejo. A premissa básica que foi utilizada primeiramente com gramíneas de clima temperado e que recentemente também se ratificou para gramíneas de clima tropical está relacionada com o momento de interromper a rebrotação dos pastos. Esse momento corresponde à condição em que ocorre balanço ótimo entre os processos de fotossíntese, respiração, crescimento e senescência, quando o dossel forrageiro intercepta 95% da luz incidente, ou seja, quando atinge seu $IAF_{crítico}$ (PARSONS; JOHNSON; HARVEY, 1988; PARSONS et al., 1983). O $IAF_{crítico}$ representa o ponto a

partir do qual há redução da taxa de acúmulo de forragem, especialmente acúmulo de folhas, redução da eficiência de utilização da forragem produzida e, particularmente, para gramíneas de clima tropical, acúmulo excessivo de colmos e de material morto (CARNEVALLI et al., 2006). A condição em que o dossel intercepta 95% da luz incidente tem alta correlação com a altura do dossel forrageiro, o que favorece e facilita sua identificação em condições de campo de maneira simples e direta (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007), favorecendo o estabelecimento e o uso de metas ou alvos de manejo como forma de controlar e monitorar o processo de pastejo. Por ser uma característica simples de ser medida e compreendida, facilita a difusão de tecnologia para produtores de carne e leite, e deverá contribuir para melhorar o uso e realizar, de maneira plena, o potencial produtivo da gramínea forrageira. Contudo, para o capim-elefante cv. Napier não existe ainda uma recomendação de manejo do pastejo baseada nessas premissas básicas.

1.2 Dinâmica de touceiras

O capim-elefante apresenta formação de touceiras, as quais definem a distribuição horizontal das plantas nos piquetes delimitando áreas ocupadas pela gramínea forrageira e áreas com espaços vazios e/ou ocupadas por outras plantas. As touceiras, por sua vez, são caracterizadas por um arranjo espacial compacto de perfilhos muito próximos um dos outros e também com relações parentais devido ao surgimento de perfilhos a partir de gemas axilares de gerações anteriores (WHITE, 1979). Segundo Harper (1981), a distribuição espacial dos perfilhos influencia sua capacidade de exploração dos recursos ambientais e suas inter-relações. Dessa forma, o padrão compacto de organização dos perfilhos nas touceiras contribui para maior competição por recursos no interior das mesmas (BRISKE; BUTLER 1989; CHEPLICK; SALVADORI, 1991).

Ryel; Beyschlag e Caldwell (1994), utilizando modelos matemáticos, estudaram a incidência da luz fotossinteticamente ativa e o ganho de carbono em perfilhos hipoteticamente distribuídos de forma uniforme pela área ou formando touceiras. A incidência de luz fotossinteticamente ativa e, conseqüentemente, o ganho de carbono foi maior para perfilhos distribuídos de forma uniforme relativamente àqueles distribuídos em touceiras, exceto quando o número de touceiras foi suficientemente grande para aproximar-se de um dossel com perfilhos distribuídos de forma uniforme pela área. Quando o número de touceiras era baixo, a redução no ganho de carbono foi de 50-60% do que era obtido com perfilhos uniformemente distribuídos. Dessa forma, considerando-se dosséis com mesma densidade

populacional de perfilhos, aqueles que apresentam maior número de touceiras resultando em distribuição uniforme de perfilhos na área, possuem melhor incidência de luz e maior ganho de carbono.

A distribuição e frequência de touceiras, por sua vez, são dependentes do manejo imposto à gramínea forrageira. Mack e Thompson (1982) e Olson e Richards (1988) afirmaram que o pastejo é um importante fator que determina a forma de expansão das touceiras na área, possivelmente por alterar a quantidade e a qualidade da luz que atinge a base do dossel e desencadear processos determinantes do perfilhamento (DEREGIBUS et al., 1985). Lopes (2006), em trabalho com capim-mombaça sob pastejo rotativo, encontrou redução na frequência de espaços vazios e variação no tamanho das touceiras ao longo do período experimental. Segundo a autora, esses resultados ocorreram devido a um processo de recuperação e adaptação que os pastos passaram após período de mau uso anterior ao início do experimento.

Contudo, um fator que pode atuar de forma a tamponar o efeito da competição que ocorre no interior das touceiras é a cooperação entre perfilhos, que ocorre por meio da alocação de recursos de gerações de perfilhos mais velhos para suportar o estabelecimento e crescimento de perfilhos jovens que estão crescendo em um ambiente competitivo (WILLIAMS; BRISKE, 1991), mantendo, assim, a capacidade da gramínea forrageira em se manter na área. Porém, somente perfilhos anatomicamente conectados, denominados unidades fisiológicas integradas (UFI's) (WATSON, 1986), possuem essa habilidade, de forma que as UFI's parecem funcionar de maneira autônoma na touceira (Figura 1). A cooperação entre perfilhos de uma determinada UFI ocorre por meio da divisão de fotoassimilados, nitrogênio e água, sendo que primeiramente são alocados da geração mais velha para a geração mais nova, mas, que eventualmente, podem ser alocados das gerações mais novas para as mais velhas (BULLOCK; MORTIMER; BEGON, 1994; DERNER; BRISKE, 1998). Dessa forma, as interações fisiológicas dão suporte para o estabelecimento e crescimento de perfilhos jovens em um ambiente competitivo que ocorre na touceira devido a seu arranjo espacial compacto (WILLIAMS; BRISKE, 1991). Para *Schizachyrium scoparium* (Michx. Nash), gramínea que forma touceiras e é amplamente distribuída na América do Norte, as interações fisiológicas são restritas a três gerações de perfilhos, pois com o surgimento da quarta geração ocorre morte e decomposição da geração inicial (DERNER; BRIKE; POLLY, 2012). A interação entre gerações de perfilhos de gramíneas que formam touceiras tem sido documentada em inúmeros estudos utilizando diferentes metodologias como uso de isótopos marcados

(DERNER; BRISKE, 1998), separação de conexões vasculares (WILLIAMS; BRISKE, 1991) e avaliações morfológicas da arquitetura da planta (DERNER; BRISKE, 1999).

Figura 1 – Representação esquemática da distribuição de perfilhos na touceira (círculo pontilhado) organizados em múltiplas unidades fisiológicas integradas (UFI's; círculo contínuo). Cada UFI consiste da conexão anatômica entre gerações de perfilhos que possuem capacidade de divisão de recursos, mas que competem entre si. Derner; Brike e Polly (2012), modificado de Briske e Derner (1998)

Derner; Brike e Polly (2012) avaliaram o número de UFI's por touceira com o objetivo de entender as relações de competição e de cooperação que ocorrem em touceiras de *Schizachyrium scoparium* (Michx. Nash). O aumento do número de UFI's por touceira de 1 para 12 não afetou o número e o peso de perfilhos por touceira, mas reduziu o número de perfilhos por UFI. Segundo os autores, a manutenção do peso médio dos perfilhos nas UFI's foi resultado do processo de cooperação que ocorre entre os perfilhos da UFI, e a redução do número de perfilhos por UFI foi resultado da competição entre UFI's. Para os autores a cooperação entre perfilhos da UFI compensou a competição entre UFI's, uma vez que o número e o peso dos perfilhos por touceira não variou. Sendo assim, em ambientes competitivos a cooperação entre perfilhos da UFI pode ser um fator-chave no sucesso do estabelecimento e persistência de determinadas plantas, pois pode favorecer o estabelecimento e desenvolvimento de perfilhos jovens pela alocação de água, nutrientes e fotoassimilados a partir de gerações de perfilhos mais velhas. O sucesso no estabelecimento de perfilhos jovens,

por sua vez, é essencial para a perenização de touceiras individuais e da pastagem. Esse mecanismo de cooperação pode possuir importância relativa maior para o capim-elefante cv. Napier, uma vez que é amplamente conhecida a maior participação e dependência do perfilhamento aéreo por meio da ativação e iniciação de gemas axilares para essa gramínea forrageira, mantendo, dessa forma, as conexões vasculares entre as gerações de perfilhos, premissa básica para a ocorrência de relações de cooperação entre perfilhos.

O tamanho da touceira, por sua vez, é resultado do número de perfilhos por UFI e do número de UFI's por touceira. Durante os dois anos do experimento conduzido por Derner; Brike e Polly (2012), não houve diferença em tamanho da touceira quando elas eram compostas por 4, 8 ou 12 UFI's. A única diferença encontrada foi quando as touceiras eram formadas por apenas uma UFI, condição em que a touceira apresentou a menor área. Olson e Richards (1988) afirmaram que o processo de expansão das touceiras é provavelmente um processo lento e dependente da interação de inúmeros fatores como, por exemplo, a busca de recursos abaixo do nível do solo. Porém, em situações onde haja melhor ambiente luminoso na base da touceira, o perfilhamento na parte periférica da touceira pode ser estimulado e, consequentemente, contribuir para aumento do tamanho da touceira. Castilho et al. (2003) relataram que na medida que aumentou o tamanho das touceiras de *Spartina densiflora* de 13 para 3.848 cm² houve aumento da mortalidade de perfilhos no centro da touceira, criando o que foi chamado de “central die-back”, possivelmente resultado do maior auto-sombreamento e competição por luz que ocorre no interior da touceira relativamente à sua porção periférica (CALDWELL et al., 1983), resultando em maior densidade populacional de perfilhos na periferia da touceira (RYEL; BEYSCHLAG; CALDWELL, 1994; CHANGGUI; SOSEBEE, 2002). Segundo Wan e Sosebee (2000), a ausência de desfolhação, aliada ao acúmulo de material morto sobre o solo, impede que haja penetração de luz e ativação de gemas no interior da touceira, criando áreas mortas em sua região central. O perfilhamento, por sua vez, é dependente da iniciação e desenvolvimento contínuo de perfilhos a partir de gemas axilares de gerações prévias de perfilhos. Sendo assim, a medida que aumenta o tamanho das touceiras e aumenta a concentração de perfilhos na periferia das mesmas (CASTILHO et al., 2003; BRISKE; DENER, 1998) ocorre favorecimento para maior surgimento de novos perfilhos na parte periférica da touceira. Dessa forma, estratégias que alteram o balanço entre aparecimento e morte de perfilhos podem implicar em alteração da dinâmica de expansão das touceiras e, consequentemente, de ocupação da área, com potenciais implicações sobre o acúmulo de forragem e persistência da pastagem.

Com o aumento do tamanho e da idade da touceira ocorre aumento no número de UFI's (GATSUK et al., 1980). Porém, a medida que as gerações mais velhas das UFI's morrem e se decompõem, as UFI's se tornam fisicamente separadas e essa separação física entre as UFI's resulta na diferenciação e visualização das UFI's na forma de novas touceiras (DERNER; BRISKE; POLLY, 2012), resultando no processo denominado divisão espontânea das touceiras.

1.3 Dinâmica do perfilhamento

A tolerância ao pastejo das gramíneas forrageiras está condicionada à sua rápida rebrotação após desfolhação, que é mediada pelas atividades dos meristemas intercalar, apical e das gemas axilares. As gemas axilares são meristemas apicais rudimentares, diferenciados a partir do meristema apical de perfilhos parentais, e que potencialmente podem desenvolver-se e produzir novos perfilhos (LANGER, 1963). O desenvolvimento morfológico do perfilho está associado à sucessiva diferenciação de fitômeros em diferentes estádios de desenvolvimento a partir do meristema apical ao longo de seu eixo principal (VALENTINE; MATTHEW, 1999; BRISKE, 1991). Um fitômero, por sua vez, é constituído por uma folha (lâmina e bainha foliar), nó com sua respectiva gema axilar e entrenó correspondente (NELSON, 2000). Dessa forma, sempre que o meristema apical produz uma nova folha, dando início, portanto, a um novo fitômero, uma nova gema é produzida, a qual se localiza na axila da folha e que, potencialmente, pode dar origem a um novo perfilho (JEWISS, 1972).

Segundo Briske (1986), a recomposição da área foliar é mais rápida quando ocorre via meristemas intercalares, intermediária quando ocorre via formação de primórdio foliar pelo meristema apical e relativamente mais lenta quando é dependente da ativação e desenvolvimento de gemas axilares. Em muitas gramíneas, os distintos meristemas raramente se sobrepõem completamente. Meristemas intercalares e apicais são ativados durante a ontogenia do perfilho e a ativação e desenvolvimento das gemas axilares ocorrem por influência de fatores como florescimento ou em resposta à desfolhação, dentre outros (OLSON; RICHARDS, 1988). Contudo, esse mecanismo é de fundamental importância para a manutenção da persistência e produtividade da pastagem, uma vez que a contínua reposição dos perfilhos mortos ou consumidos pelo pastejo é aspecto central desse processo. Adicionalmente, a renovação da população de perfilhos representa oportunidade para mudanças relativas na abundância de uma determinada espécie ou categoria de perfilho (basal ou aéreo) na população de plantas, uma vez que em uma pastagem são encontrados perfilhos

basais, que se originam de gemas localizadas na base das plantas e desenvolvem seu próprio sistema radicular, e perfilhos aéreos, que surgem a partir de gemas localizadas nos nós superiores dos colmos basais e não desenvolvem sistema radicular independente.

Dessa forma, a emissão de perfilhos basais e/ou aéreos é umas das principais alternativas da gramínea forrageira para manter seu crescimento, aumento de produtividade e, também, sobrevivência na pastagem (HODGSON, 1990). Sendo assim, 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). A quantidade e a proporção de perfilhos basais e aéreos de uma determinada gramínea forrageira dependem de fatores como genótipo, balanço hormonal, florescimento, luz, temperatura, fotoperíodo, água, nutrição mineral e estratégia de desfolhação empregada (LANGER, 1963). Contudo, a relação entre a quantidade de perfilhos basais e aéreos que compõe a pastagem pode ser um indicativo do potencial produtivo e de persistência da mesma. Paciullo et al. (2003), avaliando as características morfogênicas e o acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante, encontraram maior densidade populacional de perfilhos aéreos relativamente a basais, porém os perfilhos aéreos apresentaram menores taxas de aparecimento e alongamento de folhas que perfilhos basais. Carvalho et al. (2006), em trabalho com capim-elefante cv. Napier avaliando a altura do resíduo pós-pastejo, encontraram que nos primeiros ciclos de pastejo as maiores taxas de morte de perfilhos estiveram associadas a perfilhos aéreos relativamente a basais. Porém, a diferença ou similaridade dos padrões demográficos entre classes de perfilhos (basal ou aéreo) é variável em função da época do ano, manejo do pastejo e espécie forrageira considerada (DIFANTE et al., 2008; PORTELA; PEDREIRA; BRAGA, 2011; CARVALHO et al., 2004), fazendo com que a importância relativa de cada classe de perfilhos seja variável em função desses fatores.

O perfilhamento é, portanto, uma estratégia de perenização e de 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 de manejo. A ação de todos esses fatores de forma conjunta determina o aparecimento e a morte de perfilhos, eventos que ocorrem durante todos os meses do ano (LANGER, 1958). Isso faz com que a população de perfilhos na pastagem seja resultado do balanço entre os processos de aparecimento e morte. 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 estágio 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.

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). Estudos recentes com plantas forrageiras de clima tropical 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 et al., 2000; GIACOMINI et al., 2009; SBRISSIA et al., 2010; CAMINHA et al., 2010; BARBOSA et al., 2011). 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 (BRISKE; BUTLER, 1989).

O pastejo, por sua vez, é uma das principais causas de morte de perfilhos, causada pela remoção do meristema apical (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Esse evento é particularmente importante em pastos em estágio de desenvolvimento reprodutivo, condição em que o meristema apical é elevado pelo alongamento dos entrenós, e também em pastos onde há alongamento de colmos durante o estágio vegetativo, como é o caso das gramíneas forrageiras tropicais (CARNEVALLI et al., 2006; DA SILVA et al. 2009; PEDREIRA; PEDREIRA; DA SILVA, 2009). Outra causa importante da maior mortalidade e do baixo aparecimento de perfilhos é a limitação no suprimento de carbono gerada pela competição por luz (KIM et al., 2010). Davies; Evans e Exley (1983) demonstraram que em plantas sombreadas uma quantidade maior de assimilados é alocada para o crescimento de perfilhos existentes em detrimento à formação de novos perfilhos. Nessa condição, perfilhos jovens são os primeiros a morrer como resultado da sobreposição e, conseqüentemente, sombreamento pelos perfilhos mais velhos (ONG; MARSHALL; SAGAR, 1978). Adicionalmente, em condições de sombreamento, algumas gemas axilares podem ser abortadas antes mesmo da emergência de

novos perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Além do efeito da quantidade de luz sobre a produção de fotoassimilados, que sustenta e permite o desenvolvimento dos perfilhos, a qualidade da luz também tem ação direta sobre o perfilhamento. A baixa relação vermelho:vermelho distante (V:Vd) está relacionada com a redução no perfilhamento, sendo que essa relação é baixa quando há área foliar interceptando luz (CASAL; SANCHEZ; DEREGIBUS, 1986; GAUTIER; VARLET-GRANCHER; HAZARD, 1999; EVERS et al., 2006). Dessa forma, quando há remoção da área foliar, obtém-se aumento da relação V:Vd que, por sua vez, atua estimulando o perfilhamento.

Considerando-se os inúmeros fatores determinantes dos padrões demográficos de perfilhamento, pode-se inferir que variações nos padrões e taxas de aparecimento e morte de perfilhos correspondem a um dos principais mecanismos utilizados pelas plantas forrageiras para se manterem vivas e perenes em áreas de pastagens, uma vez que asseguram reposição de perfilhos mortos e restauração da área foliar removida pelo pastejo. Variações climáticas relacionadas com as épocas do ano adicionam um fator complicador a essas relações, uma vez que afetam significativamente o processo de perfilhamento (LANGER, 1963). Dessa forma, as características de ambiente e de manejo do pastejo determinam as respostas morfogênicas das plantas (que ocorrem em nível de perfilho), as quais acabam afetando a estrutura do pasto, especialmente a densidade populacional de perfilhos, numa reação em cadeia e retroalimentada, uma vez que a estrutura do pasto sofre alterações ao longo da rebrotação alterando a disponibilidade e a qualidade da luz no interior do dossel que, por sua vez, alteram as respostas morfogênicas das plantas, reduzindo o aparecimento e o alongamento de folhas, aumentando o alongamento de colmos e reduzindo o perfilhamento e a densidade populacional de perfilhos (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007).

O capim-elefante cv. Napier se destaca, dentre outros fatores, pela grande participação de perfilhos aéreos na densidade populacional de perfilhos (PACIULLO et al., 2003; CARVALHO et al., 2004; CARVALHO et al., 2006). Essa característica provavelmente está relacionada a fatores genéticos que, de alguma forma, determinam maior viabilidade das gemas axilares formadas e/ou atuam nas relações hormonais que agem sobre as gemas axilares. A intensa ramificação em algumas espécies mutantes de *Arabidopsis* relativamente a espécies normais foi atribuída ao maior número de gemas axilares viáveis e, também, à maior produção de citocinina do tipo Z (TANTIKANJANA et al., 2001). Dessa forma, o processo de seleção do capim-elefante cv. Napier pode ter ocorrido por meio da seleção de indivíduos que continham alguma característica genética determinante do grande investimento no perfilhamento aéreo que é observado para essa gramínea forrageira. Em gramíneas forrageiras

de clima temperado, o perfilhamento aéreo está mais relacionado à fase reprodutiva dos perfilhos, pois é nessa fase de desenvolvimento que há alongamento dos colmos e exposição dos “sítios” viáveis (gemas axilares) para o desenvolvimento de perfilhos aéreos (KORTE; WATKIN; HARRIS, 1987). O fato está associado também à quebra de dominância apical que ocorre nessa fase. No caso de gramíneas forrageiras de clima tropical, o alongamento de colmos durante a fase vegetativa de desenvolvimento é comum (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007), o que, de certa forma, reflete os mesmos acontecimentos relatados com as gramíneas de clima temperado, ou seja, o alongamento do colmo exposição das gemas axilares que, aliada à perda de dominância apical pela decapitação do meristema apical, resulta em perfilhamento aéreo. Esse processo parece ter importância relativa maior para o capim-elefante cv. Napier dada a expressiva participação de perfilhos aéreos na densidade populacional de perfilhos.

1.4 Hipótese

Práticas de manejo do pastejo, caracterizadas por combinações entre severidade e frequência de desfolhação, afetam o ritmo e o padrão de crescimento das plantas forrageiras por interferirem com a demografia e dinâmica do perfilhamento, gerando modificações em densidade populacional de perfilhos e sua composição, padrões de ocupação horizontal da área e estabilidade da população de perfilhos, características determinantes da perenidade e produtividade da planta forrageira. O conhecimento das vias naturais de perenização das plantas permite que estratégias de desfolhação sejam idealizadas de forma a favorecer esses processos, resultando em práticas de manejo do pastejo eficientes capazes de assegurar elevada produção de forragem de qualidade sem comprometer a longevidade da pastagem.

1.5 Objetivo

Avaliar a frequência e o tamanho das touceiras, a demografia e a dinâmica do perfilhamento, a densidade populacional de perfilhos e participação relativa de perfilhos basais e aéreos na população de plantas de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por controle estrito da interceptação luminosa pelo dossel forrageiro durante a rebrotação.

Referências

- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DERESZ, F.; VERNEQUE, R.S.; DAYRELL, M.S.; MATOS, L.L.; MALDONADO-VASQUEZ, H.; VITTORI, A. Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 78, p. 313-324, 1999.
- BARBOSA, R.A. ; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; HÉLIO HENRIQUE VILELA, H.H.; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; SBRISSIA, A.F.; SOUSA, B.M.L. Morphogenetic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 947-954, 2011.
- BRISKE, D.D. Plant response to defoliation: morphological consideration and allocation priorities. In: JOSS, P.J.; LYNCH, P.W.; WILLIAMS, O.B. (Ed.). **Rangelands: a resource under siege**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. p.425-427.
- BRISKE, D.D.; BUTLER, J.L. Density-dependent regulation of ramet populations within the bunchgrass schizachyrium scoparium: interclonal versus intraclonal interference. **Journal of Ecology**, London, v. 77, p. 963-974, 1989.
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing management**. Portland: Timber, 1991. chap. 4, p. 85-108.
- BRISKE, D.D.; DENER, J.D. Clonal biology of caespitose grasses. In: Population biology of grasses. Ed. CHEPLICK, G.P. **Population biology of grasses**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, p. 106-135, 1998.
- BULLOCK, J.M.; MORTIMER, A.M.; BEGON, M. Physiological integration among tillers of *Holcus lanatus*: age-dependence and responses to clipping and competition. **New Phytologist**, Lancaster, v. 128, p. 737-747, 1994.
- CALDWELL, M.M.; DEAN, T.J.; NOWAK, R.S.; DZUREC, R.S.; RICHARDS, J.H. Bunchgrass architecture, light interception, and water-use efficiency: assessment by fiber optic point quadrats and gas exchange. **Oecologia**, Berlin, v. 59, p. 178-184, 1983.
- CAMINHA, F.O.; DA SILVA, S. C.; PAIVA, A. J.; PEREIRA, L. E. T.; MESQUITA, P.; GUARDA, V.D. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p.213-220, 2010.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 40, p. 165-176, 2006.
- CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; JAILSON LARA FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim ‘tifon 85’ sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 591-600, 2000.

CARVALHO, C.A.B.; PACIULLO, D.S.C.; LIMA, D.P.; DERESZ, F.; ROSSIELLO, R.O.P. Variações sazonais do perfilhamento em pastagem de capim-elefante em resposta a manejo de alturas de resíduo. **Série Ciências da Vida**, Seropédica, v. 1, p. 16-20, 2004.

CARVALHO, C.A.B.; PACIULLO, D.S.C.; ROSSIELLO, R.O.P.; DERESZ, F. Dinâmica do perfilhamento em capim-elefante sob influência da altura do resíduo pós-pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.145-152, 2006.

CASAL, J.J.; SANCHEZ, R.A.; DEREGIBUS, V.A. The effect of plant density on tillering: the involvement of R/FR ratio and the proportion of radiation intercepted per plant. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 26, p. 365-371, 1986.

CASTILHO, J.M.; RUBIO-CASAL, A.E.; LUQUE, T.; FIGUEROA, M.E.; JIMÉNEZ-NIEVA, F.J. Intratussock tiller distribution and biomass of *Spartina densiflora* Brongn. in a invaded salt marsh. **Lagascalia**, Sevilla, v. 23, p. 61-73, 2003.

CHANGGUI, W.; SOSEBEE, R.E. Tiller recruitment and mortality in the dryland bunchgrass *Eragrostis curvula* as affected by defoliation intensity. **Journal of Arid Environments**, London, v. 51, p. 577-585, 2002.

CHEPLICK, G.P.; SALVADORI, G.M. Intra- and interclonal competition in the cleistogamous grass *Amphibromus scabricalis*. **American Journal Botany**, St. Louis, v. 78, p. 1495-1502, 1991.

COWAN, R.T., MOSS, R.J., KERR, D.V. Northern dairy feedbase 2001. 2. Summer Feeding Systems. **Tropical Grassland**, Brisbane, v. 27, p. 150-161, 1993.

CORSI, M.; DA SILVA, S.C.; FARIA, V.P. Princípios de manejo do capim-elefante sob pastejo. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Pastagens de capim-elefante: utilização intensiva**. Piracicaba: FEALQ, 1996, cap.3, p. 51-67.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.121-138, 2007.

DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; FERNANDO OLIVEIRA BUENO, F.O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G.C.; JOZIVALDO PRUDÊNCIO GOMES DE MORAIS, J.P.G. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, p. 8-19, 2009.

DAVIES, A.; EVANS, M.E.; EXLEY, J.K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 101, p. 131-137, 1983.

DERESZ, F., MOZZER, O.L. Produção de leite em pastagem de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J., XAVIER, D.F. **Capim-elefante: produção e utilização**. Coronel Pacheco: EMBRAPACNPGL, 1994. p.195-216.

DERESZ, F. Influência do Período de Descanso da Pastagem de Capim-Elefante na Produção de Leite de Vacas Mestiças Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 461-469, 2001.

DERNER, J.D.; BRISKE, D.D. An isotopic (^{15}N) assessment of intracolonial regulation in C_4 perennial grasses: ramet interdependence, independence or both?. **Journal of Ecology**, London, v. 86, p. 305-315, 1998.

DERNER, J.D.; BRISKE, D.D. Intracolonial regulation in a perennial caespitose grass: a field evaluation of above- and below-ground resource availability. **Journal of Ecology**, London, v. 87, p. 737-747, 1999.

DERNER, J.D.; BRISKE, D.D.; POLLEY, H.W. Tiller organization within the tussock grass *Schizachyrium scoparium*: a field assessment of competition-cooperation tradeoffs. **Botany**, Montreal, v.90, p. 669-677, 2012.

DEREGIBUS, V.A.; SÁNCHEZ, R.A.; CASAL, J.J.; TRILICA, M.J. Tillering responses to enrichment of red-light beneath the canopy in humid natural grassland. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 22, p. 199-206, 1985.

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, p 189-196, 2008.

EVERS, J.B.; VOS, J.; ANDRIEU, B.; STRUIK, P.C. Cessation of tillering in spring wheat in relation to light interception and red:far-red ratio. **Annals of Botany**, Oxford, v. 97, p. 649-658, 2006.

GATSUK, L.E.; SMIRNOVA, O.V.; VORONTZOVA, L.I.; ZAUGOLNOVA, L.B.; ZHUKOVA, L.A. Age states of plants of various growth forms: a review. **Journal of Ecology**, London, v. 68, p. 675-696, 1980.

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, p. 423-429, 1999.

GIACOMINI, A.A.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; ZEFERINO, C.V.; SOUZA JÚNIOR, S.J.; TRINDADE, J.K.; GUARDA, V.D.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 66, p. 733-741, 2009.

HARPER, J.L. The concept of population in modular organisms. In: MAY, R.M. **Theoretical ecology: principles and applications**. Blackwell: Oxford Press, 1981. p. 53-77.

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

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 grasses. **Herbage Abstracts**, Farm Royal, v. 33, n. 3, p. 141-148, 1963.

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.

LOPES, B.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a regimes de desfolhação**. 2006. 188p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

KIM, H.K.; OOSTEROM, E.V.; DINGKUHN, M.; LUQUET, D.; HAMMER, G. Regulation of tillering in sorghum: environmental effects. **Annals of Botany**, Oxford, v. 106, p. 57-67, 2010.

KORTE, C.J.; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Tillering in *Grasslands nui* perennial ryegrass swards. Aerial tillering in swards grazed by sheep. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 30, p. 9-14, 1987.

MACK, R.N.; THOMPSON, J.N. Evolution in steppe with few large, hooved mammals. **The American Naturalist**, Chicago, v. 119, p. 757-773, 1982.

MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. (Ed.). **Managed grasslands analytical studies**. Amsterdam: Science Publ., 1987. chap. 4, p. 29-46.

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

MOZZER, O.L. **Capim-elefante - Curso de Pecuária Leiteira**. Coronel Pacheco: EMBRAPA/CNPG, 1993. 34p.

NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI Publ., 2000. chap. 6, p. 101-126.

OLSON, B.E.; RICHARDS, J.H. Spatial arrangement of tiller replacement in *Agropyron desertorum* following grazing. **Oecologia**, Berlin, v. 76, p. 7-10, 1988.

ONG, C.K.; MARSHALL, C.; SAGAR, G.R. The physiology of tiller death in grasses 2. Causes of tiller death in grass sward. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v.17, p.205-211, 1978.

OTERO, J.R. **Informações sobre algumas plantas forrageiras**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1961. 334p.

PACIULLO, D.S.C.; FERMINO DERESZ, F.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; RUI DA SILVA VERNEQUE, R.S. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 881-887, 2003.

PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLETT, B.; PENNING, P.D.; LEWIS, J. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 20, p. 127-139, 1983.

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

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 618-625, 2009.

PEREIRA, A.V. Escolha de variedades de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, Piracicaba. 1992. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1992. p. 47-62.

PORTELA, J.N.; PEDREIRA, C.G.S.; BRAGA, G.J. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 315-322, 2011.

RODRIGUES, L.R.A.; MONTEIRO, F.A.; RODRIGUES, T.J.D. Capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2001. p.203-224.

RYEL, R. J.; BEYSCHLAG, W.; CALDWELL, M.M. Light field heterogeneity among tussock grasses: Theoretical considerations of light harvesting and seedling establishment in tussocks and uniform tiller distributions. **Oecologia**, Berlin, v. 98, p. 241-246, 1994.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; MOLAN, L.K.; ANDRADE, F.M.E.; GONÇALVES, A.C.G.; LUPINACCI, A.V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, London, v. 206, p. 349-359, 2010.

SOUZA, A.G. Capim-elefante. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM PASTAGENS, 1991. Cascavel. **Anais...** Cascavel:OCEPAR. 1991. p. 153-164.

TANTIKANJANA, T.; YONG, J.W.R.; LETHAM, D.S.; GRIFFITH, M.; HUSSAIN, M.; LJUNG, K.; SANDBERG, G.; SUNDARESAN, V. Control of axillary bud initiation and shoot architecture in *Arabidopsis* through the supershoot gene. **Genes & Development**, Woodbury, v. 15, p. 1577-1588, 2001.

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.

WAN, C.; SOSEBEE, R.E. Central dieback of the dryland bunchgrass *Eragrostis curvula* (weeping lovegrass) re-examined: The experimental clearance of tussock centres. **Journal of Arid Environments**, London, v. 46, n.1, p. 69-78, 2000.

WATSON, M.A.; CASPER, B.B. Morphogenetic constraints on patterns of carbon distribution in plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.15, p. 233-258, 1984.

WATSON, M.A. Integrated physiological units in plants. **Trends in Ecology & Evolution**, London, v. 1, p. 119-123, 1986.

WHITE, J. The plant as a metapopulation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 10, p. 109-145, 1979.

WILLIAMS, D.G.; BRISKE, D.D. Size and ecological significance of the physiological individual in the bunchgrass *Schizachyrium scoparium*. **Oikos**, Kobenhaun, v. 62, p. 41-47, 1991.

2 CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA HORIZONTAL EM CAPIM-ELEFANTE CV. NAPIER SUBMETIDO A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO

Resumo

Estratégias de manejo do pastejo caracterizadas por combinações entre frequência e severidade de desfolhação podem promover alteração da estrutura horizontal dos pastos por meio de mudanças no tamanho e distribuição/ocupação de touceiras na área, gerando ganhos relativos em produção de forragem e/ou indicando um processo de adaptação da pastagem ao manejo imposto. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura horizontal do capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012. Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas condições pós- (alturas pós-pastejo de 35 e 45 cm) e duas condições pré-pastejo (95% e máxima interceptação luminosa – $IL_{95\%}$ e $IL_{Máx}$) e foram alocados às unidades experimentais segundo arranjo fatorial 2x2 e delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram realizadas avaliações referentes às frequências de ocorrência de touceiras, de espaços vazios e de plantas invasoras, além de mensurado o perímetro das touceiras. Do início do experimento até o início da primavera houve mudança na estrutura horizontal dos pastos caracterizada pela redução do perímetro médio das touceiras, diminuição da área de solo descoberta e menor variabilidade no tamanho das touceiras existentes, independentemente das estratégias de manejo avaliadas. Do final de primavera em diante a variabilidade no tamanho das touceiras permaneceu baixa e estável, sem mudanças significativas na estrutura horizontal dos pastos. Isso permite inferir que a partir do início de primavera os pastos estavam estabilizados aos regimes de desfolhação impostos. Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram, a partir do início da primavera, maior frequência de touceiras e menor frequência de espaços vazios relativamente a pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$. Portanto, estratégias de manejo do pastejo alteram a estrutura horizontal do capim-elefante cv. Napier. Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ proporcionam ocupação mais uniforme da área, sugerindo maior habilidade competitiva e produtiva relativamente a pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$. Experimentos com gramíneas forrageiras demandam um período de estabilização às causas de variações impostas antes que as avaliações possam ser iniciadas.

Palavras-chave: Estrutura horizontal; Capim-elefante cv. Napier; Interceptação luminosa; Touceiras

Abstract

Strategies of grazing management characterised by combinations between frequency and severity of defoliation may cause modifications of the horizontal structure of swards by altering the size and distribution of tussocks in the area, resulting relative gains in herbage production and/or indicating an adaptation process to the defoliation regimes imposed. The objective of this experiment was to evaluate the horizontal structure of elephant grass cv. Napier subjected to strategies of rotational stocking management from January 2011 to April 2012. Treatments corresponded to combinations between two post- (post-grazing heights of 35 and 45 cm) and two pre-grazing conditions (95% and maximum canopy light interception during regrowth – $LI_{95\%}$ and LI_{Max}), and were allocated to experimental units (850 m² paddocks) according to a 2x2 factorial arrangement in a complete randomised design, with four replications. Measurements corresponded to estimates of the frequencies of tussock, bare ground and weeds as well as tussock perimeter. From the beginning of the experiment until early spring there was change in the horizontal structure of swards characterised by reduction

of average tussock perimeter, bare ground area and variability of tussock size, regardless of grazing management strategies used. From late spring onwards variability in tussock size remained low and stable with no significant changes in horizontal structure. The fact indicates that from early spring onwards swards were adapted to the defoliation regimes used. Swards managed with the $LI_{95\%}$ target showed, from early spring onwards, higher frequency of tussocks and lower frequency of bare ground area than those managed with the LI_{Max} target. Therefore, grazing management strategies alter the horizontal structure of elephant grass CV. Napier. Swards managed with the $LI_{95\%}$ target show more homogeneous occupation of the area, suggesting increased competitive ability and herbage production relative to those managed with the LI_{Max} target. Experiments with forage grasses need an adaptation period to treatments imposed before the commencement of evaluations.

Keywords: Sward horizontal structure; Elephant grass cv. Napier; Canopy light interception; Tussocks

2.1 Introdução

A estrutura do dossel é resultado da organização dos componentes morfológicos da parte aérea das plantas nos sentidos horizontal e vertical, e é influenciada por variações em condições climáticas e estratégias de manejo do pastejo utilizadas. Laca e Lemaire (2000) definiram a estrutura do dossel como sendo o arranjo e a distribuição espacial das partes da planta sobre o solo dentro de sua comunidade. O arranjo estrutural no sentido vertical pode ser descrito por variáveis como a distribuição espacial de folhas e colmos, densidade volumétrica total e dos componentes morfológicos ao longo do perfil do dossel, entre outros (CANGIANO et al., 2002). No plano horizontal pode ser descrito pela abundância de uma determinada espécie, pelo número e distribuição de áreas de sub ou super-pastejo (GALLI; CANGIANO, 1998), assim como da proporção e distribuição das touceiras e plantas na área, entre outros. Porém, o estudo da estrutura horizontal da pastagem é, em sua maior parte, restrito à determinação do número de plantas por unidade de área. Isso se deve, principalmente, à distribuição relativamente uniforme de plantas na área para a maioria das gramíneas forrageiras estudadas. Contudo, em espécies formadoras de touceiras o estudo da distribuição e dos padrões de variação em número e tamanho das touceiras possui importância relativa maior para a compreensão das mudanças estruturais e respostas adaptativas da população de plantas às estratégias de manejo utilizadas. A touceira é caracterizada como um arranjo espacial compacto de perfilhos, os quais compartilham recursos luminosos assim como água e nutrientes (WHITE, 1979). Dentro da touceira, subunidades são formadas por perfilhos de várias gerações conectados anatomicamente, as chamadas unidades fisiológicas integradas (UFI), que parecem funcionar de forma autônoma. O número de perfilhos por UFI

e o número de UFI's determinam o tamanho e a arquitetura da touceira (DENER; BRISKE; POLLEY, 2012).

O capim-elefante apresenta formação de touceiras, as quais determinam a distribuição horizontal das plantas nos piquetes delimitando áreas ocupadas pela gramínea forrageira e áreas com espaços vazios e/ou ocupadas por outras plantas. O espaço entre touceiras pode ser utilizado de forma estratégica como, por exemplo, introdução de alguma espécie de leguminosa que aproveite o espaço e traga benefícios para o sistema de produção (ANDRADE et al., 2006), mas também pode representar a via por onde espécies indesejadas começam a ocupar e competir com a gramínea forrageira. O manejo do pastejo pode influenciar a dinâmica de distribuição e o perfil de touceiras na pastagem, alterando a proporção da área ocupada pela gramínea forrageira ou, complementarmente, de espaços vazios. Mack e Thompson (1982) e Olson e Richards (1988) afirmaram que o pastejo é um importante fator que determina a forma de expansão das touceiras, possivelmente por alterar a qualidade e quantidade de luz que atinge a base do dossel e desencadear processos determinantes do perfilhamento (DEREGIBUS et al., 1985). Lopes (2006), em trabalho com capim-mombaça sob pastejo rotativo, encontrou redução na frequência de espaços vazios e variação do tamanho das touceiras ao longo do período experimental. Segundo a autora, esses resultados ocorreram devido a um processo de recuperação e adaptação que os pastos passaram após um período de mau uso anterior. O fato alerta para a necessidade de adaptação dos pastos aos regimes de desfolhação antes do início do experimento, principalmente quando o período de avaliação for reduzido (inferior a seis meses), como forma de evitar distorção e confundimento dos resultados.

Adicionalmente, o arranjo das touceiras na área pode indicar que a pastagem tenha maior ou menor potencial produtivo, pois de acordo com o tamanho das touceiras há alterações na densidade populacional e nas taxas de aparecimento e morte de perfilhos. Castilho et al. (2003) relataram que na medida que aumentou o tamanho das touceiras de *Spartina densiflora* de 13 para 3.848 cm² houve aumento na mortalidade de perfilhos no centro da touceira, resultando no surgimento de áreas mortas e também redução na densidade populacional de perfilhos da parte periférica para o centro da touceira (BRIKE; DERNER, 1998; WIKBERG; SVENSSON, 2003). A maior mortalidade de perfilhos no centro da touceira pode ser relacionada ao maior auto-sombreamento que ocorre no interior da touceira relativamente à parte periférica (CALDWELL et al., 1983). Ryel; Beyschlag e Caldwell (1994) demonstraram que uma distribuição mais uniforme de perfilhos favorece a fotossíntese líquida, o que sugere que em dosséis cujas touceiras sejam distribuídas de forma mais

uniforme, gerando melhor ocupação da área, ocorre maximização no ganho de carbono. Nesse sentido, a manipulação do processo de pastejo por meio da definição da frequência e da severidade de desfolhação resulta em alteração do ambiente luminoso (CARNEVALLI et al., 2006), com implicações sobre o tamanho e número de perfilhos (SBRISSIA; DA SILVA, 2008) e suas potenciais taxas de aparecimento e mortalidade, o que pode promover a alteração do tamanho e distribuição de touceiras (LOPES, 2006; MONTAGNER, 2007), influenciando o processo de acúmulo de forragem e utilização dos pastos. Dessa forma, estratégias de manejo do pastejo caracterizadas por combinações entre frequência e severidade de desfolhação podem promover alteração da estrutura horizontal por meio de mudanças no tamanho e distribuição/ocupação de touceiras na área, gerando ganhos relativos em produção de forragem e/ou indicando um processo de adaptação da pastagem ao manejo imposto. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura horizontal de capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo.

2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pertencente à Universidade de São Paulo, município de Piracicaba, SP, e coordenadas geográficas aproximadas de 22°42’ de latitude Sul, 47°38’ de longitude Oeste e 546 de altitude. A espécie estudada foi o *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier, em uma área formada em 1970 que, desde sua implantação, foi utilizada sob pastejo rotativo com vacas leiteiras. O relevo da área experimental caracteriza-se como levemente ondulado e o solo corresponde a um Nitossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2006), de elevada fertilidade, com as seguintes características químicas na camada de 0-20 cm: pH CaCl₂: 5,9; matéria orgânica = 54,9 g.dm⁻³; P (resina trocadora de íons) = 29,43 mg.dm⁻³; Ca = 117,5 mmolc.dm⁻³; Mg = 35,62 mmolc.dm⁻³; K = 3,4 mmolc.dm⁻³; H + Al = 53,93 mmolc.dm⁻³; soma de bases = 148,91 mmolc.dm⁻³; capacidade de troca catiônica = 190,63 mmolc.dm⁻³; saturação por bases = 82%.

O clima da região é classificado como Cwa, mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, conforme classificação de Koppen. Dados climáticos da área experimental foram coletados em estação meteorológica localizada cerca de 500 m do local do experimento (Figura 1) e foram utilizados para o cálculo do balanço hídrico do solo utilizando-se um valor de capacidade de armazenamento de água (CAD) de 50 mm (Figura 2).

Figura 1 – Precipitação (P, mm) e temperatura média (T, °C) de janeiro de 2011 a abril de 2012 relativamente às médias histórias (1917 a 2012) para a área experimental

Figura 2 – Extrato do balanço hídrico mensal para a área experimental de janeiro de 2011 a abril de 2012 considerando-se uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 50 mm

Antes do início do experimento, após pastejo da área em janeiro de 2011, realizou-se roçada de uniformização a 35 cm (Figura 3) utilizando-se roçadeira costal para evitar danos às touceiras e para assegurar a definição adequada das alturas pós-pastejo a serem utilizadas nos

tratamentos experimentais. Depois da roçada, a área de 13.000 m² foi dividida em 16 piquetes de aproximadamente 800 m² (Figura 4). O período experimental iniciou-se em janeiro de 2011, e o experimento foi conduzido até abril de 2012. As avaliações foram agrupadas em seis épocas do ano definidas da seguinte maneira: verão I (janeiro a março de 2011), outono (abril a junho de 2011), inverno (julho a setembro de 2011), início de primavera (outubro a meados de novembro de 2011), final de primavera (meados de novembro a dezembro de 2011) e verão II (janeiro a abril de 2012). Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas condições pós- (alturas pós-pastejo de 35 e 45 cm) e duas condições pré-pastejo (95% e máxima interceptação luminosa pelo dossel forrageiro – $IL_{95\%}$ e $IL_{Máx}$, respectivamente) e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 800 m²) segundo arranjo fatorial 2x2 e delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições.

Figura 3 – Vista da área experimental antes do experimento (A), roçada de uniformização (B), contraste entre a área roçada e o resíduo do pastejo (C), altura do resíduo (35 cm) após a roçada (D)

Figura 4 – Vista geral da área experimental

Na primeira estação de crescimento, de janeiro a abril de 2011, foram aplicados 250 kg/ha de N, sendo 80 kg/ha aplicados logo após a roçada de uniformização e o restante dividido durante o período de crescimento. Na segunda estação de crescimento, de novembro de 2011 a março de 2012, foram aplicados 300 kg/ha de N, divididos ao longo do período de crescimento. As adubações foram realizadas sempre na condição pós-pastejo. Como o intervalo de pastejo não era fixo (forma como os tratamentos foram definidos), a quantidade de N aplicada em cada piquete foi dividida por ciclo de pastejo, sendo proporcional ao período de descanso ocorrido em cada unidade experimental, de forma que, no final do experimento, todos os piquetes receberam a mesma quantidade de N. Em todas as adubações foi utilizada a fórmula 20-0-10 (N-P₂O₅-K₂O).

O monitoramento da interceptação luminosa pelo dossel forrageiro durante a rebrotação foi realizado semanalmente até que o valor de 90% fosse atingido, ponto a partir do qual as avaliações passaram a ser realizadas a cada dois dias como forma de assegurar que as metas de IL_{95%} e IL_{Máx} fossem atingidas com precisão. Definiu-se como máxima IL o valor obtido a partir de duas leituras consecutivas iguais, que correspondeu a um valor médio de 98%. Os valores de IL pré-pastejo realizados ao longo do experimento podem ser observados na Figura 5. Essas avaliações foram realizadas com aparelho analisador de dossel marca LI-COR modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA). Foram utilizadas seis estações de leitura (amostragem) por piquete, onde foram realizadas cinco leituras no nível do solo e uma leitura correspondente acima do dossel, totalizando 30 leituras por unidade experimental. A altura do dossel foi determinada utilizando-se bastão graduado em centímetros, com o qual foram realizadas 80 leituras em cada unidade experimental, tomadas ao longo de quatro linhas transectas (20 pontos por transecta) em formato de zig-zag. A altura de cada ponto correspondeu à altura média do dossel em torno do bastão (plano de visão), e a média dos 80

pontos correspondeu à altura média da unidade experimental (piquete). Os valores de altura pós-pastejo realizados podem ser observados na Figura 6. Os pastejos foram executados por vacas leiteiras, secas ou em lactação, ou novilhas, sendo que o número de animais foi dimensionado para que o rebaixamento dos piquetes acontecesse em período não superior a 12 horas (pastejos diurnos) utilizando-se a técnica de “mob grazing” (GILDERSLEEVE et al., 1987).

Figura 5 – Interceptação luminosa (%) no pré-pastejo de capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

Figura 6 - Altura pós-pastejo (cm) em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

Uma vez em cada época do ano foram realizadas avaliações referentes às frequências de ocorrência de touceiras, de espaços vazios e de plantas invasoras, além de mensurado o perímetro das touceiras. Para auxiliar na identificação dos pontos a serem avaliados utilizou-se uma linha de nylon de 20 m de comprimento marcada a cada 2 m. Esta foi disposta ao longo de quatro transectas, em formato zig-zag, em cada unidade experimental. A cada marcação da linha era registrado se o ponto imediatamente abaixo estava ocupado por touceira, espaço vazio ou por planta invasora, totalizando-se 40 pontos avaliados por piquete. As touceiras encontradas em cada ponto de avaliação tinham seu perímetro registrado utilizando-se fita métrica. Com base no total de pontos avaliados em cada piquete calculou-se a frequência relativa (%) de ocorrência de touceiras, espaços vazios e plantas invasoras.

Para descrever o perfil das touceiras e sua distribuição calculou-se o perímetro médio das touceiras para cada avaliação, assim como o coeficiente de variação correspondente. Com essas informações foi possível identificar o padrão de variação da distribuição das touceiras e verificar os efeitos das causas de variação avaliadas (IL pré-pastejo, altura pós-pastejo e época do ano). Para facilitar a visualização da distribuição das touceiras foram geradas curvas de “Gauss” a partir dos dados levando-se em consideração as causas de variação que influenciaram o coeficiente de variação dos valores de perímetro médio das touceiras.

Os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.2 para Windows®. Todos os conjuntos de dados foram testados quanto à normalidade da distribuição dos erros e homogeneidade de variâncias. Em alguns casos houve a necessidade de transformação dos dados, a qual foi feita de acordo com indicação sugerida pelo SAS®. A escolha da matriz de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: interceptação luminosa pré-pastejo, altura pós-pastejo, época do ano e as interações entre elas. Os efeitos de interceptação luminosa pré-pastejo, altura pós-pastejo e época do ano e suas interações foram considerados fixos e o efeito de blocos foi considerado aleatório (LITTEL et al., 1996). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas, quando necessária, realizada por meio do teste “t” de “Student” e nível de significância de 5%.

2.3 Resultados

A frequência de touceiras (%) variou em função da interceptação luminosa ($P < 0,0001$), época do ano ($P = 0,0001$) e com as interações interceptação luminosa x época do

ano ($P < 0,0001$) e altura pós-pastejo x época do ano ($P = 0,0002$). A maior frequência de touceiras nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ foi registrada no início de primavera (65%), enquanto no verão I foi registrado o menor valor (51%), com valores intermediários e semelhantes nas demais épocas do ano. Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram redução na frequência de touceiras ao longo das épocas do ano, com o menor valor registrado no final de primavera (47%), seguido pelo verão II (48%) e não existindo diferenças entre as demais épocas do ano. A partir do início de primavera, pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram maior frequência de touceiras que pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ (Figura 7).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de meta pré-pastejo
 Letras minúsculas comparam médias de metas pré-pastejo dentro de época do ano

Figura 7– Frequência relativa de touceiras (%) em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

Pastos manejados com altura pós-pastejo 45 cm apresentaram a menor frequência de touceiras no final de primavera e verão II, enquanto que no verão I e início de primavera apresentaram as maiores frequências. Os valores registrados no outono e no inverno não diferiram daqueles registrados nas demais épocas do ano. Pastos manejados com altura pós-pastejo 35 cm apresentaram a menor frequência de touceiras no verão I e a maior no início de primavera, com valores intermediários registrados nas demais épocas do ano. Houve diferença entre alturas pós-pastejo com relação à frequência de touceiras somente no início do

experimento, no verão I, época em que pastos manejados a 35 cm apresentaram menor frequência de touceiras que pastos manejados a 45 cm (Figura 8).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de altura pós-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de altura pós-pastejo dentro de época do ano

Figura 8 – Frequência relativa de touceiras (%) em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas de altura pós-pastejo de 35 e 45 cm de janeiro de 2011 a abril de 2012

A frequência de espaços vazios (%) variou com a interceptação luminosa ($P < 0,0001$) e com as interações interceptação luminosa x época do ano ($P < 0,0001$) e altura pós-pastejo x época do ano ($P = 0,0342$). Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram a maior frequência de espaços vazios no verão I (43%), com valores estáveis a partir do outono até o final do experimento. Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram aumento na frequência de espaços vazios ao longo do período experimental, de forma que no verão II foi observado o maior valor (47%) e no verão I e inverno os menores (38%). De forma geral, pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram menor frequência de espaços vazios que pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, não havendo diferenças entre metas pré-pastejo somente no verão I e no inverno (Figura 9).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de meta pré-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de meta pré-pastejo dentro de época do ano

Figura 9 – Frequência relativa de ocorrência de espaços vazios (%) em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

Pastos manejados com altura pós-pastejo 35 cm apresentaram a maior frequência de espaços vazios no verão I (45%) e a menor no inverno (33%), não havendo diferença entre as demais épocas do ano. Não houve diferença ($P>0,05$) na frequência de espaços vazios ao longo das épocas do ano nos pastos manejados com altura pós-pastejo 45 cm. Apenas no verão I pastos manejados com altura pós-pastejo 35 cm apresentaram maior frequência de espaços vazios que pastos manejados com altura pós-pastejo 45 cm (Figura 10).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de altura pós-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de altura pós-pastejo dentro de época do ano

Figura 10 – Frequência relativa de ocorrência de espaços vazios (%) em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas de altura pós-pastejo de 35 e 45 cm de janeiro de 2011 a abril de 2012

A frequência de plantas invasoras (%) variou com a época do ano ($P=0,0139$) e com a interação interceptação luminosa x época do ano ($P=0,0139$). Não houve padrão definido de variação para frequência de plantas invasoras, sendo que pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram o maior valor no outono (10%) e o menor no início da primavera (4%). Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram a maior frequência de plantas invasoras no verão I (7%) e no final de primavera (8%), enquanto os menores valores foram registrados no início de primavera (4%). No outono, pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram maior frequência de plantas invasoras que pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, não sendo observadas diferenças nas demais épocas do ano (Figura 11).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de meta pré-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de meta pré-pastejo dentro de época do ano

Figura 11 – Frequência relativa de plantas invasoras (%) em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

O perímetro médio de touceira (m) variou em função da época do ano ($P < 0,0001$) e com a interação interceptação luminosa x época do ano ($P = 0,0317$). Ao longo do período experimental, houve redução do perímetro médio das touceiras nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$, com os menores valores registrados no final de primavera (2,39 m) e no verão II (2,09 m) e o maior no verão I (3,21 m). O mesmo padrão foi observado nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, com os menores valores registrados no inverno, final de primavera e verão II e os maiores no verão I e início de primavera. Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ no inverno apresentaram maior perímetro de touceira que pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, não existindo diferenças nas demais épocas do ano (Figura 12).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de meta pré-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de meta pré-pastejo dentro de época do ano

Figura 12 – Perímetro médio de touceira (m) em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

O coeficiente de variação do perímetro médio das touceiras variou somente com a época do ano ($P=0,044$). De maneira geral, houve redução do coeficiente de variação ao longo do experimento, com os menores valores registrados a partir do início de primavera até o verão II e os maiores do verão I até o inverno (Figura 13).

Figura 13 – Coeficiente de variação (%) do perímetro médio das touceiras em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

Do início (verão I) para o final (verão II) do experimento, houve redução no perímetro médio das touceiras (3,6 para 2,0 m), assim como redução do coeficiente de variação dos valores registrados, ou seja, houve maior uniformidade no tamanho das touceiras (Figura 14 A). No verão I, 90% das touceiras apresentavam perímetro entre 1,24 a 6,42 m, enquanto no verão II entre 1,00 a 3,47 m (Figura 14 B).

Figura 14 – Frequência de ocorrência de touceiras em função de seu perímetro em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012 (A) e no início (verão I) e final do experimento (verão II) (B)

2.4 Discussão

O processo de mudança progressiva e reversível nas características fenotípicas de plantas individuais é definido como plasticidade fenotípica (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000) e se torna um importante fator na adaptação de espécies forrageiras à desfolhação. Nesses termos, pastagens podem ser consideradas sistemas altamente regulados onde qualquer mudança nas características morfogênicas e estruturais de plantas individuais, desencadeadas pela disponibilidade de fatores de crescimento como, por exemplo, a quantidade e qualidade da luz, determinam alterações na estrutura do pasto. Da mesma forma, em dosséis sob pastejo, a plasticidade confere à planta e/ou à comunidade vegetal a capacidade de resistir aos distúrbios promovidos pela desfolhação. A resistência à herbivoria é um importante atributo do conjunto de características que influenciam a habilidade competitiva das plantas. Segundo Eissenstat e Caldwell (1987), vantagens competitivas podem ser percebidas se as plantas são hábeis em ocupar rapidamente o espaço após desfolhações sucessivas. Em gramíneas que formam touceiras, como o capim-elefante, a proporção entre espaços ocupados por touceiras ou espaços vazios pode ser um importante indicador do efeito das estratégias de manejo sobre a persistência e produtividade da pastagem. Nesse sentido, a frequência de desfolhação interferiu sobre a capacidade das plantas em ocupar o espaço. Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram, a partir do início da primavera, maior frequência de touceiras (Figura 7) e menor frequência de espaços vazios (Figura 9) relativamente a pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$. Tais resultados, aliados ao fato de que a presença de plantas invasoras (Figura 11) e o perímetro médio de touceiras (Figura 12) foram praticamente os mesmos entre as metas pré-pastejo avaliadas, permitem inferir que pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ proporcionaram menor distância entre touceiras e, portanto, melhor ocupação da área, podendo resultar em ganhos de produção de forragem. Nobel (1981) afirmou que o aumento da distância entre indivíduos é uma evidência de que a competição por algum recurso esteja ocorrendo. Portanto, a maior competição pela luz nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ pode ser a responsável pelo aumento do espaçamento entre touceiras. Isto ocorre possivelmente em função da alteração da qualidade e quantidade de luz que atinge a base do dossel o que, por sua vez, interfere em processos determinantes do perfilhamento (DEREGIBUS et al., 1985), fazendo com que a ativação de gemas basais e, conseqüentemente, a expansão e/ou formação de novas touceiras seja menor em ambientes onde a luz seja limitante.

Ao longo do período experimental houve mudança na estrutura horizontal dos pastos de capim-elefante (Figuras 14A e 14B) caracterizada pela redução do perímetro médio das touceiras (Figura 12) e maior uniformidade das touceiras existentes (Figuras 14A),

independentemente das estratégias de manejo avaliadas. Na fase inicial do experimento, de janeiro a julho de 2011, foi registrada maior variação nos perímetros médios das touceiras (Figura 12) relativamente à fase final (Figura 13). A redução na variação dos perímetros médios das touceiras se deu pela redução da quantidade de touceiras maiores (Figura 14A) e pela maior uniformidade das touceiras com perímetro médio. No verão I, 90% das touceiras estavam distribuídas entre 1,24 a 6,42 m, enquanto que no verão II entre 1,00 a 3,47 (Figura 14B), evidenciando, dessa forma, a redução no número de touceiras maiores no decorrer do experimento. O fato é consistente e coerente com o aspecto dos piquetes antes do pastejo e roçada de uniformização, com massa de forragem extremamente elevada e touceiras muito grandes (Figura 3A e 3B).

A redução no número de touceiras com perímetros maiores (Figura 14A) e, conseqüentemente, a redução do perímetro médio das touceiras (Figura 12), pode ser resultado do processo de divisão espontânea das touceiras maiores em touceiras menores. Castilho et al. (2003) relataram que a medida que aumentou o tamanho das touceiras de 13 para 3848 cm² houve aumento da mortalidade de perfilhos no centro da touceira, criando o que foi chamado de “central die-back”, possivelmente resultado do maior auto-sombreamento e competição por luz que ocorre no centro da touceira relativamente à sua parte periférica (CALDWELL et al., 1983), resultando em maior densidade populacional de perfilhos na parte periférica da touceira (RYEL; BEYSCHLAG; CALDWELL, 1994; CHANGGUI; SOSEBEE, 2002). Wan e Sosebee (2000) relataram que a ausência de desfolhação, aliada ao acúmulo de material morto sobre o solo, impede que haja penetração da luz e ativação de gemas no interior da touceira, criando áreas mortas em sua região central. O perfilhamento, por sua vez, é dependente da iniciação e desenvolvimento contínuo de perfilhos a partir de gemas axilares de gerações prévias de perfilhos, de forma que a densidade populacional é dependente do balanço entre os processos de aparecimento e morte de perfilhos (BULLOCK, 1996). Sendo assim, a medida que se aumenta o tamanho das touceiras e se concentra maior densidade populacional de perfilhos na periferia das mesmas (CASTILHO et al., 2003; BRISKE; DENER, 1998), há o favorecimento para maior surgimento de novos perfilhos na parte periférica da touceira. De acordo com Dener; Briske e Polley (2012), o número de perfilhos por unidade fisiológica integrada (UFI) e o número UFI's que compõem a touceira determinam seu tamanho e sua arquitetura e, segundo Olson e Richards (1988), com o aumento do tamanho e da idade da touceira as UFI's se tornam fisicamente separadas devido à morte e decomposição de gerações prévias dos perfilhos. Dessa forma, a separação física das UFI's origina a formação de novas touceiras (DENER; BRISKE; POLLEY, 2012). No

início do experimento, verão I, havia uma grande variabilidade na distribuição de touceiras (Figura 14B), provavelmente devido ao efeito residual do manejo anteriormente adotado na área onde o experimento foi realizado, pois era utilizada como área reserva e pastejada esporadicamente. Tal fato gerou a necessidade de realização de uma roçada de uniformização (Figura 3), aumentando a incidência de luz na base das plantas e estimulando o perfilhamento basal. Dessa forma, a presença de touceiras maiores, no início do experimento, com áreas mortas no centro da touceira, associada aos estímulos de perfilhamento na parte periférica, pode explicar a dinâmica da divisão espontânea das touceiras, reduzindo, dessa forma, o número de touceiras grandes do início para o final do experimento. O processo de divisão de touceiras parece ter se estabilizado na segunda metade do experimento, pois a partir do início de primavera o coeficiente de variação dos perímetros médios das touceiras tornou-se constante (Figura 13). Isso permite inferir que após o inverno os pastos estavam estabilizados aos regimes de desfolhação impostos, assegurando que as respostas avaliadas dessa época em diante refletiam os efeitos das causas de variação estudadas.

Apesar da estabilidade na distribuição e no perfil das touceiras a partir do inverno, pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ possivelmente estavam avançando para uma condição que poderia favorecer o ingresso de plantas invasoras e, eventualmente, resultar em início de degradação, uma vez que houve redução na frequência de ocorrência de touceiras (Figura 7) e aumento de espaços vazios (Figura 9) na área ao longo do experimento. Fialho et al. (2012), em trabalho com capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada, encontraram que pastos manejados com altura pré-pastejo equivalente à meta de $IL_{Máx}$ (35 cm) apresentaram menor índice de estabilidade da população de perfilhos relativamente àqueles manejados com altura pré-pastejo equivalente à meta de $IL_{95\%}$ (25 cm). Dessa forma, pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ poderiam estar apresentando problemas de estabilidade na população de plantas, resultado de baixa sobrevivência e aparecimento de perfilhos, o que contribuiria para a redução da área ocupada pela gramínea forrageira. Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram, a partir do outono, estabilidade na frequência de ocorrência de touceiras (Figura 7) e de espaços vazios (Figura 9) e, quando comparados àqueles manejados com a meta $IL_{Máx}$, apresentaram maior frequência de touceiras e menor frequência de espaços vazios. Esse padrão de distribuição e ocupação da área dos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ é indicativo de manutenção da capacidade de reposição de perfilhos nos piquetes e, portanto, de persistência da pastagem. Com relação às metas de altura pós-pastejo, ambas resultaram no mesmo padrão de variação ao longo do experimento. As diferenças observadas no verão I em frequência de ocorrência de touceiras (Figura 7) e de

espaços vazios (Figura 10) podem ser atribuídas ao efeito residual do manejo ao qual a área experimental havia sido submetida anteriormente.

O capim-elefante é uma das gramíneas forrageiras com maior potencial produtivo, destacando-se pelas altas taxas de crescimento e valor nutritivo da forragem produzida, características que o credenciaram como boa opção para produção animal em pastagens, especialmente em propriedades leiteiras sob condições de pastejo rotativo. Porém, a proporção de uso dessa gramínea forrageira nas propriedades poderia ser maior se não fossem às dificuldades relatadas em realizar o manejo do pastejo, especialmente o excessivo acúmulo de colmos e de material morto, resultantes de recomendações de pastejo com base em número fixo de dias para período de descanso (AROEIRA et al., 2001) e sem compreender as relações de causa e efeito determinantes das respostas de plantas e animais em pastagens (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007). No presente trabalho a dificuldade de controlar o acúmulo de colmos pôde ser observada pela não manutenção das metas de altura pós-pastejo nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, enquanto que naqueles manejados com a meta $IL_{95\%}$ as metas de altura pós-pastejo foram mantidas sem dificuldades, particularmente durante a segunda estação de crescimento, após adaptação dos pastos às estratégias de manejo avaliadas (Figura 6). A utilização da meta pré-pastejo $IL_{Máx}$ (Figura 5) tornou impossível, por meio do pastejo, a realização e a manutenção das metas pós-pastejo planejadas desde o início do experimento, sendo o problema agravado ao longo do período experimental. Carnevalli et al. (2006) relataram a mesma dificuldade no controle da altura pós-pastejo para pastos de capim-mombaça manejados com a meta $IL_{Máx}$, pois a competição por luz a partir do momento que o dossel intercepta 95% da luz incidente desencadeia processos que resultam em aumentos significativos no alongamento de colmos, além de redução na taxa de acúmulo de forragem e aumento da senescência (DA SILVA et al. 2009; PEDREIRA ; PEDREIRA; DA SILVA, 2009). Isso reforça evidências anteriormente apontadas para outras gramíneas forrageiras tropicais (GIACOMINI et al., 2009; DA SILVA et al., 2009; BARBOSA et al., 2011) de que recomendações de manejo do pastejo devem considerar aspectos relacionados com a fisiologia de crescimento das plantas. Contudo, para definição de metas pós-pastejo para o capim-elefante deve-se considerar também as características comportamentais dos animais, pois mesmo não sendo observadas diferenças em características da estrutura horizontal da pastagem entre as metas pós-pastejo avaliadas, elas podem proporcionar diferenças em consumo de forragem e desempenho animal. Trabalhos recentes de Carvalho et al. (2009) e Fonseca et al. (2012) têm revelado que a taxa de consumo de forragem permanece praticamente inalterada do início do pastejo até que aproximadamente 40 a 50% da altura

inicial dos pastos (altura de entrada dos animais nos piquetes) tenham sido removidos, condição a partir da qual ocorre diminuição acentuada do consumo.

Dessa forma, considerando-se apenas as características da estrutura horizontal do dossel, sem levar em conta o tipo e perfil de perfilhos que a compõem, pode-se inferir que pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ podem resultar em maior produção de forragem e maior controle da presença de plantas invasoras por apresentarem melhor ocupação da área e permitir o controle do acúmulo de colmos.

2.5 Conclusões

Estratégias de manejo do pastejo alteram a estrutura horizontal do capim-elefante. Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ proporcionam uma melhor ocupação da área, apontando para uma melhor habilidade competitiva e produtiva.

Experimentos com gramíneas forrageiras demandam um período de estabilização às causas de variações impostas, principalmente quando o manejo anteriormente utilizado na área onde o experimento será conduzido for muito distinto das estratégias utilizadas durante o período experimental. Tal cuidado evita distorção e confundimento dos resultados.

Referências

- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.G.; VALENTIM, J.F.; PEREIRA, O.G. Grazing management strategies for massagrass-forage peanut pastures. Definition of sward targets and carrying capacity. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.352-357, 2006.
- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; SOARES, J.P.G.; DERESZ, F.; VERNEQUE, R.S.; ARCURI, P.B.; MATOS, L.L. Daily intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass rotationally. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 911-917, 2001.
- BARBOSA, R.A. ; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; HÉLIO HENRIQUE VILELA, H.H.; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; SBRISIA, A.F.; SOUSA, B.M.L. Morphogenetic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 947-954, 2011.
- BRISKE, D.D.; DENER, J.D. Clonal biology of caespitose grasses. In: Population biology of grasses. Ed. CHEPLICK, G.P. **Population biology of grasses**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998. p. 106-135.
- 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.

CALDWELL, M.M.; DEAN, T.J.; NOWAK, R.S.; DZUREC, R.S.; RICHARDS, J.H. Bunchgrass architecture, light interception, and water-use efficiency: assessment by fiber optic point quadrats and gas exchange. **Oecologia**, Berlin, v. 59, p. 178-184, 1983.

CANGIANO, C.A.; GALLIB, J.R.; PECEB M.A.; DICHIOB L.; ROZSYPALEKB S.H. Effect of liveweight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 53, p. 541-549, 2002.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 40, p. 165-176, 2006.

CARVALHO, P.C.F.; DA TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; BREMM, C.; MEZZARIA, J.C.; NABINGER, C.; AMARAL, M.F.; CARASSAI, I.J.; MARTINS, R.S.; GENRO, T.C.M.; GONÇALVES, E.N.; AMARAL, G.A.; GONDA, H.L.; POLI, C.H.E.C.; SANTOS, D.T. Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e simulações em pastoreio rotativo. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTEGEM - INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTO, 2009. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.61-93.

CASTILHO, J.M.; RUBIO-CASAL, A.E.; LUQUE, T.; FIGUEROA, M.E.; JIMÉNEZ-NIEVA, F.J. Intratussock tiller distribution and biomass of *Spartina densiflora* Brongn. in a invaded salt marsh. **Lagascalia**, Sevilla, v. 23, p. 61-73, 2003.

CHANGGUI, W.; SOSEBEE, R.E. Tiller recruitment and mortality in the dryland bunchgrass *Eragrostis curvula* as affected by desfoliation intensity. **Journal of Arid Environments**, London, v. 51, p. 577-585, 2002.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.121-138, 2007.

DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; FERNANDO OLIVEIRA BUENO, F.O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G.C.; JOZIVALDO PRUDÊNCIO GOMES DE MORAIS, J.P.G. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, p. 8-19, 2009.

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

DERNER, J.D.; BRISKE, D.D.; POLLEY, H.W. Tiller organization within the tussock grass *Schizachyrium scoparium*: a field assessment of competition-cooperation tradeoffs. **Botany**, Montreal, v.90, p. 669-677, 2012.

EISSENSTAT, D.M.; CALDWELL, M.M. Characteristics of successful competitors: an evaluation of potential growth rate in two cold desert tussock grasses. **Oecologia**, Berlin, v.71, n.2, p. 167-173, 1987.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 2006. 306p.

FIALHO, C.A.; DA SILVA, S.C.; GIMENES, F.M.A.; GOMES, M.B.G.; BERNDT, A.; GERDES, L. Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilization. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 245-251, 2012.

FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C.; BREMM, C.; FILHO R.S.A.; GONDA, H.L.; CARVALHO, P.C.F. Management targets for maximizing the short-term herbage intake rate of cattle grazing in Sorghum bicolor. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 145, p. 205-211, 2012.

GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos. **Argentina de Prod. Animal**, Córdoba, v. 18, p. 247-261, 1998.

GIACOMINI, A.A.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; ZEFERINO, C.V.; SOUZA JÚNIOR, S.J.; TRINDADE, J.K.; GUARDA, V.D.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 66, p. 733-741, 2009.

GILDERSLEEVE, R.R.; OCUMPAUGH, W.R.; QUESENBERRY, K.H.; MOORE, J.E.; Mob-grazing morphologically different Aeschynomene species. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 21, n. 3, p. 123-132, 1987.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, J.; JONES, R.M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. New York: CABI, 2000. p. 103-122.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F.(Ed.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p.265-288.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D. **SAS system for mixed models**. Cary: SAS Institute, 1996. 633p.

LOPES, B.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a regimes de desfolhação**. 2006. 188p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MACK, R.N.; THOMPSON, J.N. Evolution in steppe with few large, hooved mammals. **The American Naturalist**, Chicago, v. 119, p. 757-773, 1982.

- MONTAGNER, D.B. **Morfogênese e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo**. 2006. 60p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- NOBEL, P.S. Spacing and transpiration of various sized clumps of a desert grass, *Hilaria rigida*. **Journal of Ecology**, London, v. 69, p. 735-742, 1981.
- OLSON, B.E.; RICHARDS, J.H. Spatial arrangement of tiller replacement in *Agropyron desertorum* following grazing. **Oecologia**, Berlin, v. 76, p. 7-10, 1988.
- PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; Da SILVA, S.C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 618-625, 2009.
- RYEL, R.J.; BEYSCHLAG, W.; CALDWELL, M.M. Light field heterogeneity among tussock grasses: Theoretical considerations of light harvesting and seedling establishment in tussocks and uniform tiller distributions. **Oecologia**, Berlin, v. 98, p. 241-246, 1994.
- 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, p.35-47, 2008.
- WAN, C.; SOSEBEE, R.E. Central dieback of the dryland bunchgrass *Eragrostis curvula* (weeping lovegrass) re-examined: The experimental clearance of tussock centres. **Journal of Arid Environments**, London, v. 46, n.1, p. 69-78, 2000.
- WHITE, J. The plant as a metapopulation. **Annual Review of Ecology and Systematics**. Palo Alto, v. 10, p. 109-145, 1979.
- WIKBERG, S.; SVENSSON, B.M. Ramet demography in a ring-forming clonal sedge. **Journal of Ecology**, London, v. 91, p. 847-854, 2003.
- 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 DINÂMICA DO PERFILHAMENTO E POPULAÇÃO DE PERFILHOS EM CAPIM-ELEFANTE CV. NAPIER SUBMETIDO A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO

Resumo

Estratégias de manejo do pastejo caracterizadas por combinações entre frequência e severidade de desfolhação podem promover alteração da dinâmica de população e densidade populacional de perfilhos em capim-elefante cv. Napier, o que pode ter implicações para a estabilidade da população de perfilhos e produtividade da pastagem. Sendo assim, o objetivo com este trabalho foi avaliar a dinâmica do perfilhamento, a densidade e a estabilidade da população de perfilhos de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012. Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas condições pós- (alturas pós-pastejo de 35 e 45 cm) e duas condições pré-pastejo (95% e máxima interceptação luminosa – $IL_{95\%}$ e $IL_{Máx}$) e foram alocados às unidades experimentais segundo arranjo fatorial 2x2 e delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta: densidade populacional de perfilhos (DPP), densidade populacional de perfilhos decapitados – vasos condutores (VC), taxas de aparecimento (TAP) e morte (TMP) e índice de estabilidade da população de perfilhos. De maneira geral, não foram registradas grandes variações em DPP entre as metas de IL pré-pastejo. Contudo, pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram, a partir do início de primavera, aumento em DPP da fase inicial para a fase intermediária, com posterior redução na fase final de rebrotação. No inverno, foi registrada a maior DPP e as maiores e menores TMP e TAP, respectivamente, resultando no menor índice de estabilidade da população durante o período experimental. Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram maior TMP e menor índice de estabilidade da população que pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$. A maior densidade populacional de VC foi registrada durante o outono e inverno. Durante o final de primavera e verão II pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram maior densidade populacional de VC que pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$. Estratégias de manejo do pastejo afetam o índice de estabilidade e a dinâmica da população de perfilhos e podem interferir com a produção de forragem e a longevidade da pastagem.

Palavras-chave: Capim-elefante cv. Napier; Densidade populacional de perfilhos; Interceptação luminosa; Taxas de aparecimento e morte de perfilhos

Abstract

Grazing management strategies characterised by combinations between frequency and severity of defoliation may alter population dynamics and tiller population density of elephant grass cv. Napier with potential implications to population stability and herbage dry matter production. The objective of this experiment was to evaluate tillering dynamics, tiller population density and stability of elephant grass cv. Napier subjected to strategies of rotational stocking management from January 2011 to April 2012. Treatments corresponded to combinations between two post- (post-grazing heights of 35 and 45 cm) and two pre-grazing conditions (95% and maximum canopy light interception during regrowth – $LI_{95\%}$ and LI_{Max}), and were allocated to experimental units (850 m² paddocks) according to a 2x2 factorial arrangement in a complete randomised design, with four replications. The following response variables were evaluated: tiller population density (TPD), decapitated tiller density – vascular connections (VC), tiller appearance (TAR) and death (TDR) rates, and population stability index. In general, there was no difference in TPD between LI pre-grazing targets.

However, from early spring onwards, swards managed with the LI_{Max} target showed increase in TPD from the initial to the intermediary phase of regrowth, values decreasing during the final phase. During winter, TPD and TDR were highest and TAR lowest, resulting in the lowest population stability index for the experimental period. Swards managed with the LI_{Max} target showed higher TDR and lower population stability index than those managed with the $LI_{95\%}$ target. The larger VC population density was recorded during autumn and winter. During late spring and summer II, swards managed with the LI_{Max} target presented larger VC population density than those managed with the $LI_{95\%}$ target. Grazing management strategies affect tiller population stability and dynamics and may interfere with herbage accumulation and longevity of pastures.

Keywords: Elephant grass cv. Napier; Tiller population density; Canopy light interception; Rates of tiller appearance and death

3.1 Introdução

Pastagens de gramíneas forrageiras são formadas por uma comunidade de perfilhos que possuem prazo de vida determinado em função do número de fitômeros que os compõem (HODGSON, 1990; VALENTINE; MATTEW, 1999). Idealmente, para que uma população seja estável, cada perfilho deveria produzir durante seu período de vida um novo perfilho que o substituiria por ocasião de sua morte (MATTHEW et al., 2001) e, portanto, manter um equilíbrio dinâmico e harmônico entre os processos de morte e aparecimento de perfilhos. Porém, sob condições de pastejo a morte e o aparecimento de perfilhos são influenciados por vários fatores, de forma que, dependendo do manejo adotado, ocorrem alterações no balanço das taxas de aparecimento e morte de perfilhos e, conseqüentemente, na densidade populacional, determinando maior ou menor estabilidade da população e potencial produtivo da pastagem.

Sob pastejo, uma das principais causas da morte de perfilhos é a remoção do meristema apical (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), evento esse particularmente importante em pastos em estágio de desenvolvimento reprodutivo, condição em que o meristema é elevado pelo alongamento dos entrenós, e também em pastos onde há alongamento de colmos durante o estágio vegetativo, como é o caso das gramíneas forrageiras tropicais (CARNEVALLI et al., 2006; DA SILVA et al. 2009; PEDREIRA; PEDREIRA; DA SILVA, 2009). Outra causa importante da maior mortalidade e do baixo aparecimento de perfilhos é a limitação no suprimento de carbono, gerada pela competição por luz (KIM et al., 2010). Davies; Evans e Exley (1983) mostraram que, em plantas sombreadas, uma quantidade maior de assimilados é alocada para o crescimento de perfilhos existentes em detrimento à formação de novos perfilhos. Nessa condição, perfilhos jovens são os primeiros a morrer como

resultado da sobreposição e, conseqüentemente, sombreamento pelos perfilhos mais velhos (ONG; MARSHALL; SAGAR, 1978).

Além do efeito da luz sobre a produção de fotoassimilados, que sustenta e permite o desenvolvimento dos perfilhos, a qualidade, definida por sua composição espectral, também tem ação direta sobre o perfilhamento (MURPHY; BRISKE, 1992; EVERS et al., 2006; ASSUERO; TOGNETTI, 2010). Em condições de sombreamento, a relação vermelho:vermelho distante diminui em função da absorção preferencial da luz vermelha pelas folhas e reflexão do vermelho distante pelas plantas vizinhas. Essas alterações são percebidas pelos fitocromos e induzem respostas de aclimação e/ou escape ao sombreamento, as quais incluem diminuição na ativação e desenvolvimento de gemas, sendo que algumas destas podem ser abortadas antes mesmo da emergência de novos indivíduos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; BALLARÉ; SCOPEL; SANCHEZ, 1990).

Considerando-se os inúmeros fatores determinantes dos padrões demográficos de perfilhamento, pode-se inferir que variações nos padrões e taxas de aparecimento e morte de perfilhos correspondem a um dos principais mecanismos utilizados pelas plantas forrageiras para se manterem vivas e perenes em áreas de pastagens, uma vez que asseguram reposição de perfilhos mortos e restauração da área foliar removida pelo pastejo. Variações climáticas relacionadas com as épocas do ano adicionam um fator complicador a essas relações, uma vez que disponibilidade de fatores como luz, água, temperatura e nutrientes, especialmente o nitrogênio, afetam significativamente o processo de perfilhamento (LANGER, 1963). Dessa forma, as características de ambiente e de manejo do pastejo determinam as respostas morfogênicas das plantas (que ocorrem em nível de perfilho), as quais acabam afetando a estrutura do pasto, especialmente a densidade populacional de perfilhos, numa reação em cadeia e retroalimentada, uma vez que a estrutura do pasto sofre alterações ao longo da rebrotação alterando a disponibilidade e a qualidade da luz no interior do dossel que, por sua vez, alteram as respostas morfogênicas das plantas, reduzindo o aparecimento e o alongamento de folhas, aumentando o alongamento de colmos e reduzindo o perfilhamento e a densidade populacional de perfilhos (DA SILVA; NASCIMENTO JR, 2007).

O capim-elefante cv. Napier destaca-se pelo seu elevado potencial produtivo, sendo utilizado principalmente em propriedades leiteiras sob condições de pastejo rotativo. O manejo usualmente adotado para essa gramínea forrageira é baseado na recomendação de pastejo com número fixo de dias para período de descanso (AROEIRA et al., 2001), o que vem gerando problemas no controle do acúmulo de colmos e de material morto. Da Silva e Nascimento Jr. (2007) argumentaram que o estudo e a avaliação das respostas

morfofisiológicas e morfogênicas das plantas forrageiras tropicais assumem papel central no entendimento e planejamento de estratégias e práticas de manejo do pastejo, uma vez que permitem definir limites de flexibilidade e de uso tanto de plantas como de animais na composição de sistemas de produção animal em pastagens. Dessa forma, estratégias de manejo do pastejo caracterizadas por combinações entre frequência e severidade de desfolhação podem promover alteração da dinâmica de população e densidade populacional de perfilhos em capim-elefante, especialmente por causa da elevada produção de perfilhos aéreos dessa planta relativamente às demais comumente estudadas, o que pode ter implicações para a estabilidade da população e produtividade da pastagem. Sendo assim, o objetivo com este trabalho foi avaliar a dinâmica do perfilhamento, a densidade e a estabilidade da população de perfilhos de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pertencente à Universidade de São Paulo, município de Piracicaba, SP, e coordenadas geográficas aproximadas de 22°42’ de latitude Sul, 47°38’ de longitude Oeste e 546 de altitude. A espécie estudada foi o *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier, em uma área formada em 1970 que, desde sua implantação, foi utilizada sob pastejo rotativo com vacas leiteiras. O relevo da área experimental caracteriza-se como levemente ondulado e o solo corresponde a um Nitossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2006), de elevada fertilidade, com as seguintes características químicas na camada de 0-20 cm: pH CaCl₂: 5,9; matéria orgânica = 54,9 g.dm⁻³; P (resina trocadora de íons) = 29,43 mg.dm⁻³; Ca = 117,5 mmolc.dm⁻³; Mg = 35,62 mmolc.dm⁻³; K = 3,4 mmolc.dm⁻³; H + Al = 53,93 mmolc.dm⁻³; soma de bases = 148,91 mmolc.dm⁻³; capacidade de troca catiônica = 190,63 mmolc.dm⁻³; saturação por bases = 82%.

O clima da região é classificado como Cwa, mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, conforme classificação de Koppen. Dados climáticos da área experimental foram coletados em estação meteorológica localizada cerca de 500 m do local do experimento (Figura 1) e foram utilizados para o cálculo do balanço hídrico do solo utilizando-se um valor de capacidade de armazenamento de água (CAD) de 50 mm (Figura 2).

Figura 1 – Precipitação (P, mm) e temperatura média (T, °C) de janeiro de 2011 a abril de 2012 relativamente às médias históricas (1917 a 2012) para a área experimental

Figura 2 – Extrato do balanço hídrico mensal para a área experimental de janeiro de 2011 a abril de 2012 considerando-se uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 50 mm

Antes do início do experimento, após pastejo da área em janeiro de 2011, realizou-se roçada de uniformização a 35 cm (Figura 3) utilizando-se roçadeira costal para evitar danos às touceiras e para assegurar a definição adequada das alturas pós-pastejo a serem utilizadas nos tratamentos experimentais. Depois da roçada, a área de 13.000 m² foi dividida em 16 piquetes

de aproximadamente 800 m². O período experimental iniciou-se em janeiro de 2011 e o experimento foi conduzido até abril de 2012. As avaliações foram agrupadas em seis épocas do ano definidas da seguinte maneira: verão I (janeiro a março de 2011), outono (abril a junho de 2011), inverno (julho a setembro de 2011), início de primavera (outubro a meados de novembro de 2011), final de primavera (meados de novembro a dezembro de 2011) e verão II (janeiro a abril de 2012). Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas condições pós- (alturas pós-pastejo de 35 e 45 cm) e duas condições pré-pastejo (95% e máxima interceptação luminosa pelo dossel forrageiro – $IL_{95\%}$ e $IL_{Máx}$, respectivamente) e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 800 m²) segundo arranjo fatorial 2x2 e delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições.

Figura 3 – Vista da área experimental antes do experimento (A), roçada de uniformização (B), contraste entre a área roçada e o resíduo do pastejo (C), altura do resíduo (35 cm) após a roçada (D)

Na primeira estação de crescimento, de janeiro a abril de 2011, foram aplicados 250 kg/ha de N, sendo 80 kg/ha aplicados logo após a roçada de uniformização e o restante dividido durante o período de crescimento. Na segunda estação de crescimento, de novembro

de 2011 a março de 2012, foram aplicados 300 kg/ha de N, divididos ao longo do período de crescimento. As adubações foram realizadas sempre na condição pós-pastejo. Como o intervalo de pastejo não era fixo (forma como os tratamentos foram definidos), a quantidade de N aplicada em cada piquete foi dividida por ciclo de pastejo, sendo proporcional ao período de descanso ocorrido em cada unidade experimental, de forma que, no final do experimento, todos os piquetes receberam a mesma quantidade de N. Em todas as adubações foi utilizada a fórmula 20-0-10 (N-P₂O₅-K₂O).

O monitoramento da interceptação luminosa pelo dossel forrageiro durante a rebrotação foi realizado semanalmente até que o valor de 90% fosse atingido, ponto a partir do qual as avaliações passaram a ser realizadas a cada dois dias como forma de assegurar que as metas de IL_{95%} e IL_{Máx} fossem atingidas com precisão. Definiu-se como máxima IL o valor obtido a partir de duas leituras consecutivas iguais, que correspondeu a um valor médio de 98%. Os valores de IL pré-pastejo realizados ao longo do experimento podem ser observados na Figura 4. Essas avaliações foram realizadas com aparelho analisador de dossel marca LICOR modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA). Foram utilizadas seis estações de leitura (amostragem) por piquete, onde foram realizadas cinco leituras no nível do solo e uma leitura correspondente acima do dossel, totalizando 30 leituras por unidade experimental. A altura do dossel foi determinada utilizando-se bastão graduado em centímetros, com o qual foram realizadas 80 leituras em cada unidade experimental, tomadas ao longo de quatro linhas transectas (20 pontos por transecta) em formato de zig-zag. A altura de cada ponto correspondeu à altura média do dossel em torno do bastão (plano de visão), e a média dos 80 pontos correspondeu à altura média da unidade experimental (piquete). Os valores de altura e da condição pós-pastejo obtidos podem ser observados nas Figuras 5 e 6. Os pastejos foram executados por vacas leiteiras, secas ou em lactação, ou novilhas, sendo que o número de animais foi dimensionado para que o rebaixamento dos pastos acontecesse em período não superior a 12 horas (pastejos diurnos) utilizando-se a técnica de “mobgrazing” (GILDERSLEEVE et al., 1987).

Figura 4 – Interceptação luminosa (%) no pré-pastejo de capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

Figura 5 - Altura pós-pastejo (cm) em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

Figura 6 – Condição dos pastos em pós-pastejo para cada um dos quatro tratamentos experimentais (IL₉₅/35, IL₉₅/45, IL_{Máx}/35 e IL_{Máx}/45)

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi determinada por meio da contagem do total de perfilhos existentes no interior de três armações metálicas de 0,75 x 1,25 m posicionadas em pontos representativos da condição média do piquete no momento da avaliação (avaliação visual de altura e massa de forragem). Essas contagens foram realizadas sistematicamente nas condições de pré- e de pós-pastejo e durante a rebrotação quando os pastos atingiam a interceptação luminosa que representava o ponto médio entre as condições de pré- e de pós-pastejo do rebaixamento anterior. Durante cada procedimento de contagem foram contabilizados todos os perfilhos contidos no interior do retângulo, assim como os perfilhos que estavam com o meristema apical decapitado e tinham perfilhos aéreos anexos – denominados vasos condutores (VC) deste ponto em diante. Os dados foram então utilizados para o cálculo dos valores médios de DPP em três fases da rebrotação: início (imediatamente após a saída dos animais dos piquetes), intermediária (quando os pastos atingiam a interceptação luminosa que representava o ponto médio entre as condições pré- e pós-pastejo do rebaixamento anterior) e final (imediatamente antes da entrada dos animais nos piquetes).

Para a avaliação dos padrões demográficos de perfilhamento foram utilizadas três touceiras posicionadas em locais representativos dos piquetes por ocasião do início das avaliações (avaliação visual de altura e massa de forragem). Na primeira avaliação (realizada

entre fevereiro e março de 2011) todos os perfilhos existentes na touceira foram marcados com arame revestido de plástico de uma determinada cor. A cada nova avaliação, realizada a cada ciclo de pastejo na condição de pós-pastejo, todos os perfilhos marcados existentes eram recontados, novos perfilhos marcados com uma cor diferente da utilizada nas marcações anteriores, e os arames dos perfilhos mortos recolhidos. Foram considerados mortos os perfilhos desaparecidos e aqueles secos ou em estágio avançado de senescência. Com base nas contagens foram calculadas as taxas de aparecimento (TAP) e morte (TMP) de perfilhos conforme descrito por Carvalho et al. (2000). Como o intervalo de pastejo foi variável para os tratamentos, os valores das taxas foram calculados e ajustados para um período padrão de 30 dias, e utilizados para o cálculo do índice de estabilidade da população de perfilhos (BAHMANI et al., 2003) a partir da equação $Pf/Pi = TSP (1+TAP)$. Nesta equação, Pf/Pi corresponde à população atual ou final de perfilhos (Pf) expressa como proporção da população original ou inicial de perfilhos em um determinado período de avaliação qualquer (Pi), e TSP e TAP correspondem às taxas de sobrevivência e aparecimento de perfilhos, respectivamente, durante esse mesmo período.

Os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.2 para Windows®. Todos os conjuntos de dados foram testados quanto à normalidade da distribuição dos erros e homogeneidade de variâncias. Em alguns casos houve a necessidade de transformação dos dados, a qual foi feita de acordo com indicação sugerida pelo SAS®. A escolha da matriz de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: interceptação de luz pré-pastejo, altura pós-pastejo, fase de rebrotação, época do ano e as interações entre elas. Os efeitos de interceptação de luz pré-pastejo, altura pós-pastejo, fase de rebrotação e época do ano e suas interações foram considerados fixos e o efeito de blocos foi considerado aleatório (LITTEL et al., 1996). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas, quando necessária, realizada por meio do teste “t” de “Student” e nível de significância de 5%.

3.3 Resultados

A DPP variou com a altura pós-pastejo ($P=0,0135$), época do ano ($P<0,0001$), fase de rebrotação ($P<0,0001$) e com as interações altura pós-pastejo x época do ano ($P=0,0189$), fase de rebrotação x época do ano ($P<0,0001$) e interceptação luminosa x fase de rebrotação x

época do ano ($P < 0,0001$). Em ambas as alturas pós-pastejo o padrão de variação em DPP ao longo do experimento foi o mesmo, com valores aumentando desde o início do experimento, no verão I, até o inverno, época em que foram registrados os maiores valores. A partir dessa época do ano os valores foram diminuindo até o final de primavera, mantendo-se estáveis até o final do experimento no verão II. Houve diferença entre metas de altura pós-pastejo somente no outono e início de primavera, com maiores valores registrados nos pastos manejados com a altura pós-pastejo 35 cm (Figura 7).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de altura pós-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de altura pós-pastejo dentro de época do ano

Figura 7 – Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m²) em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas de altura pós-pastejo de 35 e 45 cm de janeiro de 2011 a abril de 2012

Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram, de maneira geral, maior estabilidade da DPP ao longo das fases de rebrotação. Não houve variação ($P > 0,05$) da DPP em função da fase de rebrotação durante o inverno e o início e final de primavera, sendo que nos verões I e II somente houve variação em DPP na fase inicial da rebrotação, que apresentou menor DPP comparativamente às fases intermediária e final, as quais não diferiram entre si. Durante o outono ocorreu aumento da DPP ao longo das fases de rebrotação. Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram maior variação da DPP ao longo das fases de rebrotação. No início e final de primavera e verão II houve aumento da DPP do início até a fase intermediária, seguido de redução na fase final de rebrotação. No outono houve aumento da DPP ao longo das fases de rebrotação, e no verão I e inverno o início da rebrotação apresentou menores valores de DPP que as fases intermediária e final, as quais não

diferiram entre si. A variação em DPP entre as metas pré-pastejo foi pequena. Não houve diferença ($P>0,05$) na fase intermediária entre pastos manejados com as metas $IL_{95\%}$ e $IL_{Máx}$ em todas as épocas do ano. Na fase final de rebrotação, pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram maior DPP no início e final de primavera e menor DPP no outono que pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, não sendo registradas diferenças nas demais épocas do ano. Apenas no outono houve diferença entre metas de IL pré-pastejo na fase inicial de rebrotação, quando pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram maior DPP que pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ (Tabela 1).

Tabela 1 - Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m²) ao longo da rebrotação de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

Fase da rebrotação	Interceptação de luz (%)	
	IL _{95%}	IL _{Máx}
Verão I		
	95	IL _{Máx}
Inicial	272 Ba	231 Ba
Intermediária	330 Aa	305 Aa
Final	334 Aa	291 Aa
EPM*	15,6	15,6
Outono		
Inicial	389 Ca	280 Cb
Intermediária	574 Ba	578 Ba
Final	660 Ab	763 Aa
EPM	29,7	29,7
Inverno		
Inicial	696 Aa	599 Ba
Intermediária	728 Aa	831 Aa
Final	700 Aa	806 Aa
EPM	50,5	49,6
Início de Primavera		
Inicial	534 Aa	437 Ba
Intermediária	582 Aa	589 Aa
Final	516 Aa	451 Bb
EPM	45,7	45,2
Final de Primavera		
Inicial	345 Aa	291 Ba
Intermediária	410 Aa	386 Aa
Final	415 Aa	327 Bb
EPM	26,3	26,3
Verão II		
Inicial	381 Ba	228 Cb
Intermediária	506 Aa	521 Aa
Final	511 Aa	452 Ba
EPM	25,6	25,6

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si (P>0,05)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05)

*Erro padrão da média

A porcentagem de perfilhos com inflorescência visível variou com a interceptação luminosa (P=0,0171), época do ano (P<0,0001), fase de rebrotação (P<0,0001) e com as interações interceptação luminosa x época do ano (P<0,0001) e fase de rebrotação x época do ano (P<0,0001). Maiores valores foram registrados no outono para ambas as metas de IL pré-pastejo, não havendo diferenças entre as demais épocas. No outono, pastos manejados com a

meta $IL_{Máx}$ apresentaram maior porcentagem de perfilhos com inflorescência visível que pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de perfilhos com inflorescência visível em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

Época do ano	Interceptação luminosa (%)	
	$IL_{95\%}$	$IL_{Máx}$
Verão I	0,00 Ba	0,00 Ba
Outono	2,03 Ab	3,40 Aa
Inverno	0,38 Ba	0,51Ba
In.Prim	0,01 Ba	0,01Ba
F.Prim	0,00 Ba	0,00Ba
Verão II	0,00 Ba	0,00Ba
EPM*	0,15	0,15

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ($P>0,05$)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$)

*Erro padrão da média

De maneira geral, em todas as fases de rebrotação, maior porcentagem de inflorescências visíveis foi registrada no outono, não sendo observadas diferenças entre as demais épocas do ano. Durante o outono houve aumento da porcentagem de perfilhos com inflorescência visível ao longo das fases de rebrotação, com o maior e o menor valor registrados na fase final e inicial da rebrotação, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Porcentagem de perfilhos com inflorescência visível ao longo da rebrotação de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

Época do ano	Fases da rebrotação		
	Inicial	Intermediária	Final
Verão I	0,00 Ba	0,00 Ca	0,00 Ba
Outono	0,65 Ac	2,44 Ab	5,03 Aa
Inverno	0,61 Aa	0,44 Ba	0,28 Ba
In.Prim	0,01 Ba	0,01 Ca	0,01 Ba
F.Prim	0,00 Ba	0,00 Ca	0,00 Ba
Verão II	0,00 Ba	0,00 Ca	0,00 Ba
EPM	0,16	0,16	0,16

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ($P>0,05$)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$)

*Erro padrão da média

A densidade populacional de vasos condutores (VC) variou com a altura pós-pastejo ($P=0,0184$), época do ano ($P<0,0001$), fase de rebrotação ($P<0,0001$) e com as interações interceptação luminosa x época do ano ($P=0,0271$) e fase de rebrotação x época do ano ($P<0,0001$). Pastos manejados com altura pós-pastejo 35 cm apresentaram maior densidade de VC que pastos manejados a 45 cm (Figura 8).

Figura 8 – Densidade populacional de vasos condutores (unidades/m²) em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas de altura pós-pastejo de 35 e 45 cm de janeiro de 2011 a abril de 2012

Ambas as metas de IL pré-pastejo apresentaram os maiores valores de densidade populacional de VC no outono e inverno. Nos pastos manejados com a meta IL_{95%}, menores valores foram registrados no verão I e final de primavera, e nos pastos manejados com a meta

IL_{Máx} somente no verão I. No final de primavera e verão II, pastos manejados com a meta IL_{Máx} apresentaram maiores valores de densidade populacional de VC que pastos manejados com a meta IL_{95%}, não existindo diferenças nas demais épocas do ano (Figura 9).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de meta pré-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de metas pré-pastejo dentro de época do ano

Figura 9 – Densidade populacional de vasos condutores (unidades/m²) em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

A maior densidade populacional de VC foi registrada durante o inverno e o outono e a menor no verão I, com valores intermediários nas demais épocas do ano. A partir do inverno houve redução no número de VC ao longo das fases de rebrotação, sendo que no verão I e no outono a fase final de rebrotação apresentou menor número de VC relativamente às fases inicial e intermediária, as quais não diferiram entre si (Figura 10).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de fase da rebrotação

Letras minúsculas comparam médias de fase da rebrotação dentro de época do ano

Figura 10 – Densidade populacional de vasos condutores (unidades/m²) ao longo da rebrotação de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

A TAP variou somente com a época do ano ($P < 0,0001$), com maiores valores registrados no verão I, menores no inverno e início de primavera e valores intermediários nas demais épocas do ano (Figura 11).

Figura 11–Taxa de aparecimento de perfilhos em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

A TMP variou com a interceptação luminosa ($P<0,0001$), altura pós-pastejo ($P=0,0006$), época do ano ($P<0,0001$) e com as interações interceptação luminosa x época do ano ($P<0,0001$) e altura pós-pastejo x época do ano ($P=0,0091$). Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram maiores valores de TMP no inverno, enquanto que no verão I, final de primavera e verão II foram registrados os menores valores. Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram maiores e menores valores de TMP no inverno e outono, respectivamente, não havendo diferenças nas demais épocas do ano. Em todas as épocas do ano pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram maior TMP que pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ (Figura 12).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de meta pré-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de meta pré-pastejo dentro de época do ano

Figura 12 – Taxa de mortalidade de perfilhos em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

Pastos manejados com a altura pós-pastejo 35 cm apresentaram os maiores e menores valores de TMP no inverno e final de primavera, respectivamente, com valores intermediários nas demais épocas do ano. Pastos manejados com a altura pós-pastejo 45 cm apresentaram maiores valores de TMP no inverno, não havendo diferenças entre as demais épocas do ano. Houve diferença entre metas de altura pós-pastejo no verão I, outono e verão II, com maiores valores registrados nos pastos manejados a 35 cm relativamente àqueles manejados a 45 cm (Figura 13).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de altura pós-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de altura pós-pastejo dentro de época do ano

Figura 13 – Taxa de mortalidade de perfilhos em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas de altura pós-pastejo de 35 e 45 cm de janeiro de 2011 a abril de 2012

O índice de estabilidade da população de perfilhos variou com a interceptação luminosa ($P < 0,0001$), altura pós-pastejo ($P = 0,005$), épocas do ano ($P < 0,0001$) e com as interações interceptação luminosa x época do ano ($P < 0,0001$) e altura pós-pastejo x época do ano ($P = 0,0201$). Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram índices de estabilidade superiores a 1 durante o verão I, outono, final de primavera e verão II, enquanto que durante o inverno e início de primavera os valores registrados ficaram abaixo de 1. Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram índice de estabilidade menor que 1 durante todo o período experimental, sendo que no inverno foi registrado o menor valor (Figura 14).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de meta pré-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de meta pré-pastejo dentro de época do ano

Figura 14 – Variação do índice de estabilidade da população (Pf/Pi) de perfilhos em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

Para ambas as metas pós-pastejo o índice de estabilidade ficou abaixo de 1 durante todo o período experimental, com os menores valores registrados durante o inverno. Pastos manejados com a altura pós-pastejo 45 cm apresentaram, durante o verão I e II, maior índice de estabilidade que pastos manejados a 35 cm (Figura 15).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de altura pós-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de altura pós-pastejo dentro de época do ano

Figura 15- Variação do índice de estabilidade da população (Pf/Pi) de perfilhos em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas de altura pós-pastejo de 35 e 45 cm de janeiro de 2011 a abril de 2012

3.4 Discussão

A densidade populacional de perfilhos (DPP) é o componente do IAF que permite maior flexibilidade de ajuste por parte da planta a diferentes regimes de desfolhação (LEMAIRE; CHAPMAN 1996). Alterações em DPP são resultantes de um processo dinâmico em que o ajuste das populações ocorre constantemente e se caracteriza pelo balanço 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). Quando submetidos a pastejo rotativo, a rebrotação dos pastos é iniciada por meio de aumento do número e do tamanho dos perfilhos. A partir de um determinado momento, quando começa haver limitação de disponibilidade e qualidade de luz no interior do dossel, o perfilhamento é reduzido, passando a ocorrer, inclusive, morte de perfilhos. Nessa condição, os aumentos em IAF que se seguem são função basicamente do aumento do tamanho dos perfilhos existentes. Quando o pasto atinge o valor potencial de IAF para a condição de luz disponível, o mesmo é sustentado por meio de um forte mecanismo compensatório segundo o qual aumentos em tamanho são compensados por reduções em número de perfilhos (MATTHEW et al., 1995; SBRISSIA; DA SILVA, 2008; MARTINEZ CALSINA et al., 2012), e o valor de IAF é mantido estável. Se o período de rebrotação se estender além desse ponto, a mortalidade de perfilhos aumenta muito, podendo vir a comprometer a capacidade de recuperação da área

foliar e a habilidade competitiva da planta. Esse processo parece ter ocorrido de forma clara nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ a partir da primavera até o final do experimento, no verão II, período em que os pastos já encontravam-se adaptados às condições experimentais (capítulo 2), uma vez que houve aumento da DPP da fase inicial para a fase intermediária de rebrotação com posterior redução na fase final (Tabela 1). Nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ houve relativa estabilidade da DPP durante as fases intermediária e final de rebrotação (Tabela 1).

Os principais fatores determinantes da variação da DPP durante as fases de rebrotação estão relacionados às mudanças de quantidade e qualidade da luz no interior do dossel. Esses fatores são alterados por ocasião do pastejo e também na medida em que há recomposição da área foliar. O aumento na DPP do início para a fase intermediária da rebrotação está, provavelmente, relacionado com a remoção da área foliar, o que resulta em aumento da incidência de luz e, também, da relação vermelho-vermelho distante (V:Vd) no interior do dossel, com consequente estímulo ao perfilhamento (CASAL; SANCHEZ; DEREGIBUS, 1986; GAUTIER; VARLET-GRANCHER; HAZARD, 1999; EVERS et al., 2006). Adicionalmente, a maior densidade populacional de VC (Figura 10) na fase inicial de rebrotação é indicativo de maior possibilidade de desenvolvimento de gemas axilares e aumento do número de perfilhos nessa fase. Isso ocorre, pois a perda da dominância apical, ocasionada pela decapitação de meristemas apicais dos perfilhos, tem sido relacionada com alterações nas relações hormonais que determinam ativação de novas gemas (MURPHY; BRISKE, 1992; McSTEEN, 2009; ASSUERO; TOGNETTI, 2010). Dessa forma, pode-se entender que o pastejo promoveu a decapitação de meristemas apicais e alteração do ambiente luminoso, promovendo estímulos ao perfilhamento da fase inicial até a fase intermediária de rebrotação. Com o avanço da rebrotação e recomposição da área foliar, ocorre absorção da luz vermelha (650-680 nm) e a não absorção da luz vermelho distante (710-740nm) pela clorofila, reduzindo, dessa forma, a relação V:Vd (BALLARÉ; SCOPEL; SÁNCHEZ, 1990; TAIZ; ZEIGER, 2004) que, aliada à redução da quantidade de luz nos diferentes estratos verticais do dossel, pode limitar o perfilhamento. Além desses processos, para pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ ocorreu redução na DPP durante a fase final da rebrotação. A competição por fatores de crescimento, principalmente luz, provavelmente fez com que o ganho de carbono para aqueles perfilhos em condição de competição por luz se tornasse limitante, de forma que com o avançar da rebrotação a competição e a morte de perfilhos se tornasse mais intensa (ONG; MARSHALL; SAGAR, 1978; KIM et al, 2010), resultando em redução da DPP.

Quando se analisa os valores de DPP ao longo do ano (Figura 7 e Tabela 1) nota-se que a maior DPP foi registrada no inverno, porém, também no inverno, foi registrada a menor TAP (Figura 11), maior TMP (Figuras 12 e 13) e o menor índice de estabilidade da população de perfilhos (Figuras 14 e 15). Tal fato pode ser explicado pelo processo de adaptação dos pastos ao manejo imposto e à adubação nitrogenada realizada no início do período experimental. No período que antecedeu o experimento a área experimental era pastejada de maneira esporádica, resultando em pastos altos (Figura 3), baixa frequência de touceiras, alta frequência de espaços vazios (capítulo 2) e baixa DPP no verão I (Figura 7 e Tabela 1). Porém, com a roçada de uniformização (Figura 3), ocorreu aumento da incidência de luz no interior e na base do dossel que, aliada à adubação nitrogenada, estimulou o perfilhamento, de forma que as maiores TAP foram registradas no verão I e em seguida no outono (Figura 11). Tal processo de estímulo ao perfilhamento na fase inicial do experimento como resposta adaptativa da gramínea forrageira à mudança de manejo imposta fez com que a DPP fosse aumentando ao longo dos ciclos de pastejo até atingir os maiores valores no inverno. Contudo, nessa época do ano, os fatores de crescimento se tornaram limitantes (Figuras 1 e 2), resultando em baixa TAP (Figura 11) e também em alta TMP (Figuras 12 e 13) (MURPHY; BRISKE, 1992), levando à redução da DPP do inverno para o início da primavera. Outro fator que pode contribuir para maior TMP durante o inverno é a mudança do estágio vegetativo para o reprodutivo, que ocorreu durante o outono (Tabelas 2 e 3) para essa gramínea forrageira, pois após a emissão da inflorescência os perfilhos entram em processo de senescência e morte.

Adicionalmente, a expressiva participação de perfilhos aéreos deve ser considerada em pastos de capim-elefante. A maior DPP no inverno pode ser resultado do maior investimento no perfilhamento aéreo como alternativa para manter o potencial de rebrotação da área foliar e/ou para favorecer o florescimento (McWILLIAM, 1968), visto que muito dos perfilhos aéreos surgiam e logo em seguida também emitiam inflorescência. Quando se analisa o número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação (perfilhos basais + VC) (Figura 16), observa-se que os maiores valores ocorreram durante o inverno e também no outono, indicando que nessas épocas houve maior investimento no perfilhamento aéreo relativamente às demais épocas do ano. Outono e inverno foram as épocas do ano em que o capim-elefante cv. Napier encontrava-se no estágio reprodutivo (Tabelas 2 e 3), condição em que há intenso alongamento de colmos e elevação de meristemas apicais, o que fez com que também nessas épocas fossem registradas as maiores densidades de VC (Figura 9). O fato sugere maior possibilidade de ativação de gemas axilares em função da perda de dominância apical,

resultando em estímulo ao desenvolvimento de perfilhos aéreos (MURPHY; BRISKE, 1992; McSTEEN, 2009; ASSUERO; TOGNETTI, 2010). A dificuldade em manter as alturas pós-pastejo (Figuras 5) durante o outono, mesmo nos pastos manejados com a meta IL_{95%}, reforça o argumento de maior alongamento de colmos nessa época do ano. Porém, também devem ser considerados aspectos genéticos do capim-elefante cv. Napier assim como variação em fatores ambientais que alteram as relações hormonais e estimulam o desenvolvimento de gemas axilares. Contudo, as relações dos hormônios com as épocas do ano ainda não estão totalmente esclarecidas, sendo que as relações resultam da interação de inúmeros fatores ambientais e também dependentes da espécie forrageira (ASSUERO; TOGNETTI, 2010).

Figura 16 – Número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação (perfilhos basais + VC) em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

O estímulo à maior participação de perfilhos aéreos já foi utilizado como estratégia de recomendação de manejo do pastejo para capim-elefante no passado (CORSI; DA SILVA; FARIA, 1996). A recomendação consistia em, no primeiro pastejo, logo no início da estação de crescimento, realizar a decapitação dos meristemas apicais de perfilhos basais para estimular o perfilhamento aéreo como forma de favorecer a rebrotação a partir desses perfilhos. O objetivo com essa recomendação está relacionado ao menor alongamento de colmos apresentado por perfilhos aéreos comparativamente a perfilhos basais (PACIULLO et al., 2003), auxiliando, dessa forma, no controle do acúmulo excessivo de colmos na massa de forragem dos pastos. De forma geral, não houve alteração na DPP entre as metas de IL pré-

pastejo (Tabela 1), porém elas podem alterar a proporção de perfilhos basais e aéreos na população de perfilhos dos pastos. Um dos indícios que permite levantar essa hipótese está relacionado com a maior densidade populacional de VC encontrada nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ comparativamente àqueles manejados com a meta $IL_{95\%}$ (Figura 9) no final de primavera e verão II, assim como o maior número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação (Figura 16). A fase de transição do período seco para o período chuvoso, que ocorre durante a primavera, é caracterizada pela intensa renovação de plantas na área (PAIVA et al., 2011) e, como nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ o alongamento de colmos é maior (CARNEVALLI et al., 2006; DA SILVA et al., 2009), pode se entender que a sua maior densidade de VC no final da primavera e verão II ocorreu em função da maior decapitação de perfilhos basais que estavam surgindo na fase de transição, o que pode levar à redução do número de perfilhos basais e estímulo ao aparecimento de perfilhos aéreos. Analisando-se o número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação (Figura 16) fica evidente a maior importância relativa de perfilhos aéreos na DPP nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ comparativamente àqueles manejados com a meta $IL_{95\%}$, reforçando as evidências de diferenças quanto ao tipo de perfilho que compunha a população de plantas. Essa diferença no número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação entre as metas de IL pré-pastejo pode ser resultante de dois processos ou da combinação entre eles. Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$, quando comparados com aqueles manejados com a meta $IL_{Máx}$, podem ter apresentado menor número de perfilhos aéreos ou maior número de perfilhos basais, uma vez que a densidade populacional de VC foi igual entre as metas de IL pré-pastejo ou foi menor nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$, apontando, dessa forma, para possíveis diferenças no tipo de perfilho que compunha a população e das estratégias de perenização utilizadas pela planta forrageira dependendo do manejo do pastejo empregado.

No presente trabalho, pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram maior TMP que pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ (Figura 12). A limitação de luz certamente é uma das principais causas responsáveis pela maior TMP nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, pois com o prolongamento da rebrotação o auto-sombreamento limita a fotossíntese, comprometendo o ganho de carbono e gerando a morte de perfilhos (ONG; MARSHALL; SAGAR, 1978). A maior decapitação de meristemas apicais (Figura 9) nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ comparativamente àqueles manejados com a meta $IL_{95\%}$ também pode ser um dos fatores responsáveis pela maior TMP nos pastos manejados com $IL_{Máx}$, uma vez que a decapitação do meristema apical é uma das principais causas da morte de perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Nesse sentido, as altas TMP nos pastos manejados com a meta $IL_{M\acute{a}x}$ fizeram com que eles apresentassem, durante todo o período experimental, índice de estabilidade inferior a 1, o que significa que esses pastos apresentaram taxas de aparecimento relativamente menores que as taxas de mortalidade para um mesmo período de tempo, indicando instabilidade da população de plantas na área. Já os pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram índice de estabilidade inferior a 1 apenas no inverno e início de primavera, épocas em que ocorreu déficit hídrico e menores temperaturas e precipitação. As altas taxas de mortalidade apresentadas pelos pastos manejados com $IL_{M\acute{a}x}$ (Figura 12) e, conseqüentemente, baixas taxas de sobrevivência dos perfilhos, pode ser apontada como a principal diferença entre as metas de IL pré-pastejo, uma vez que a TAP variou apenas com as épocas do ano (Figura 11). Dessa forma, o uso da meta pré-pastejo $IL_{M\acute{a}x}$ coloca os pastos em uma condição de instabilidade da população de plantas na área, conduzindo para um cenário de degradação potencial da pastagem.

Um efeito marcante das alturas pós-pastejo foi a maior densidade de VC registrada para pastos manejados a 35 cm comparativamente àqueles manejados a 45 cm (Figura 8). A maior severidade de pastejo gerada pela altura pós-pastejo 35 cm foi responsável pela maior decapitação de meristemas apicais que, por sua vez, pode ter sido a responsável pela maior TMP registrada durante o verão I, outono e verão II (Figura 13). Assim a maior DPP registrada nos pastos manejados com altura pós-pastejo 35 cm no outono e início de primavera (Figura 7) pode ser resultado da maior ativação de gemas axilares, uma vez que esses pastos apresentaram maior densidade de VC (Figura 8). Contudo, vale lembrar que os pastos estavam abertos no verão I por conta do mau manejo no período que antecedeu o início do experimento (Figura 3). Com a uniformização e adequação de manejo a planta remodelou-se e passou a ocupar melhor a área (capítulo 2), aumentando a DPP de forma generalizada, independente de tratamento. A partir do final da primavera, com a população de plantas e estrutura dos pastos recuperadas, houve ligeira redução e estabilização da DPP na área. Dessa forma, a estratégia de manejo do pastejo caracterizada pela meta $IL_{95\%}$ e altura pós-pastejo 45 cm pode resultar em menor mortalidade (Figuras 12 e 13) e maior estabilidade da população de perfilhos (Figuras 14 e 15). Embora em determinadas épocas do ano algumas pequenas diferenças nos padrões demográficos tenham sido encontradas entre metas de altura pós-pastejo, a definição da meta pós-pastejo a ser recomendada para o capim-elefante cv. Napier deve considerar, também, aspectos relacionados com características comportamentais do processo ingestivo dos animais em pastejo, características bromatológicas da forragem ao

final do rebaixamento e da produtividade de forragem, pois essas características podem proporcionar diferenças na taxa de lotação empregada e também no desempenho animal.

3.5 Conclusões

Estratégias de manejo do pastejo caracterizadas por metas de IL pré-pastejo alteram o índice de estabilidade de população de perfilhos e podem comprometer a longevidade da pastagem. A reposição de perfilhos em pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ não compensa as altas taxas de mortalidade registradas nesses pastos. As metas de IL pré-pastejo induzem diferentes estratégias de perenização nas plantas, resultando em proporções variáveis de perfilhos basais e aéreos na população. O fato pode ter implicações potenciais sobre os componentes do acúmulo de forragem e características do processo de ingestão de forragem dos animais em pastejo, que precisam ser considerados em conjunto para a definição de metas de manejo do pastejo para essa planta forrageira.

Referências

- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; SOARES, J.P.G.; DERESZ, F.; VERNEQUE, R.S.; ARCURI, P.B.; MATOS, L.L. Daily intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass rotationally. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 911-917, 2001.
- ASSUERO, S.G.; TOGNETTI, J.A. Tillering regulation by endogenous and environmental factors and its agricultural management. **The Americas of Plant Science and Biotechnology**, Isleworth, v.4, p. 35-48, 2010.
- 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.
- 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, v. 247, p. 329-332, 1990.
- 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, p. 69-100, 1996.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 40, p. 165-176, 2006.

CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; JAILSON LARA FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim 'tifton 85' sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 591-600, 2000.

CASAL, J.J.; SANCHEZ, R.A.; DEREGIBUS, V.A. The effect of plant density on tillering: the involvement of R/FR ratio and the proportion of radiation intercepted per plant. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 26, p. 365-371, 1986.

CORSI, M.; DA SILVA, S.C.; FARIA, V.P. Princípios de manejo do capim-elefante sob pastejo. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Pastagens de capim-elefante: utilização intensiva**. Piracicaba: FEALQ, 1996, cap. 3, p. 51-67.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.121-138, 2007.

DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; FERNANDO OLIVEIRA BUENO, F.O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G.C.; JOZIVALDO PRUDÊNCIO GOMES DE MORAIS, J.P.G. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, p. 8-19, 2009.

DAVIES, A.; EVANS, M.E.; EXLEY, J.K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 101, p. 131-137, 1983.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 2006. 306p.

EVERS, J.B.; VOS, J.; ANDRIEU, B.; STRUIK, P.C. Cessation of tillering in spring wheat in relation to light interception and red:far-red ratio. **Annals of Botany**, Oxford, v. 97, p. 649-658, 2006.

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, p. 423-429, 1999.

GILDERSLEEVE, R.R.; OCUMPAUGH, W.R.; QUESENBERRY, K.H.; MOORE, J.E.; Mob-grazing morphologically different *Aeschynomene* species. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 21, n. 3, p. 123-132, 1987.

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

KIM, H.K.; OOSTEROM, E.V.; DINGKUHN, M.; LUQUET, D.; HAMMER, G. Regulation of tillering in sorghum: environmental effects. **Annals of Botany**, Oxford, v. 106, p. 57-67, 2010.

- 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.
- LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grasses. **Herbage Abstracts**, Farm Royal, v. 33, n. 3, p. 141-148, 1963.
- 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.
- LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D. **SAS system for mixed models**. Cary: SAS Institute, 1996. 633p.
- MARTÍNEZ CALSINA, L.; AGNUSDEI, M.G.; ASSUERO, S.G.; PÉREZ, H. Size/density compensation in *Chloris gayana* Kunth cv. Fine Cut subjected to different defoliation regimes. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 67, p. 255-262, 2012.
- MATTHEW, C.; LEMAIRES, G.; HAMILTON, N.R.S.; HERNÁNDEZ-GARAY, A.H. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, Oxford, v. 76, n. 6, p. 579-587, 1995.
- MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE-HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRES, 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.
- MATTHEW, C.; VAN LOO, E.N.; THOM, E.R.; DAWSON, L.A.; CARE, D.A. Understanding shoot and root development. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings ...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 19-27.
- McSTEEN, P. Hormonal regulation of branching in grass. **Plant Physiology**, Stanford, v. 149, p. 46-55, 2009.
- McWILLIAM, J.R. The nature of the perennial response in Mediterranean grasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 19, p. 397-409, 1968.
- 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.
- ONG, C.K.; MARSHALL, C.; SAGAR, G.R. The physiology of tiller death in grasses 2. Causes of tiller death in grass sward. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v. 17, p. 205-211, 1978.
- PACIULLO, D.S.C.; FERMINO DERESZ, F.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; RUI DA SILVA VERNEQUE, R.S. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de

capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 881-887, 2003.

PAIVA, A.J.; DA SILVA, S.C.; PEREIRA, L.E.T.; CAMINHA, F.O.; PEREIRA, P.M. ; GUARDA, V, D. Morphogenesis on age categories of tillers in marandu palisadegrass. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 68, p. 626-631, 2011.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 618-625, 2009.

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, p.35-47, 2008.

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

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.

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 DEMOGRAFIA DE PERFILHOS BASAIS E AÉREOS EM CAPIM-ELEFANTE CV. NAPIER SUBMETIDO A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO

Resumo

A compreensão da demografia do perfilhamento, tipos de perfilhos, tamanho das populações, taxas de aparecimento e morte de perfilhos é importante porque fornece a base necessária para o planejamento e idealização de práticas de manejo capazes de explorar as vias naturais de perenização das plantas, assegurando produtividade e longevidade dos pastos. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade populacional e dinâmica do perfilhamento de perfilhos basais e aéreos de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012. Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas condições pós- (alturas pós-pastejo de 35 e 45 cm) e duas condições pré-pastejo (95% e máxima interceptação luminosa – $IL_{95\%}$ e $IL_{Máx}$) e foram alocados às unidades experimentais segundo arranjo fatorial 2x2 e delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta: densidade populacional de perfilhos basais (DPPb) e aéreos (DPPa), porcentagem de vasos condutores basais (%VCb) e aéreos (%VCa) na população de perfilhos, número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação (A/B+VC) e taxas de aparecimento (TAP) e morte (TMP) de perfilhos basais e aéreos. A densidade populacional de perfilhos aéreos foi maior que a de perfilhos basais para ambas as metas de IL pré-pastejo durante todo o período experimental. Com exceção do verão I, pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram maior DPPb que aqueles manejados com a meta $IL_{Máx}$. De maneira geral, não houve diferença em DPPa entre as metas de IL pré-pastejo. Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram maior TMP aéreos e basais que aqueles manejados com a meta $IL_{95\%}$. A TAP de perfilhos aéreos foi maior que a de perfilhos basais. Em todas as épocas do ano a %VCb foi maior que a %VCa. Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram, a partir do início de primavera, maior %VC basais e aéreos que pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$. Os maiores valores da relação A/(B+VC) foram registrados durante o outono e inverno e nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$. Em condições limitantes de crescimento, caracterizadas pela redução em ou competição por fatores de crescimento, há alteração das classes de perfilhos que compõem a população de plantas. Em épocas do ano em que os fatores de crescimento são limitados e em pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, condição em que ocorre maior competição por luz, a recuperação da área foliar dos pastos se dá por meio de maior investimento em perfilhos aéreos, o que pode interferir com os padrões de distribuição de plantas/ocupação da área e acúmulo de forragem.

Palavras-chave: Capim-elefante; Perfilhos basais; Perfilhos aéreos; Vaso condutor; Taxas de aparecimento e morte de perfilhos

Abstract

Understanding regarding the demography of different tiller classes, appearance and death of tillers and population size is important for because it provides basic knowledge necessary for planning and idealising management practices taking into account the natural perennation pathways of plants, ensuring productivity and longevity of pastures. The objective of this experiment was to evaluate tiller population and tillering dynamics of basal and aerial tillers in elephant grass cv. Napier subjected to strategies of rotational stocking management from January 2011 to April 2012. Treatments corresponded to combinations

between two post- (post-grazing heights of 35 and 45 cm) and two pre-grazing conditions (95% and maximum canopy light interception during regrowth – $LI_{95\%}$ and LI_{Max}), and were allocated to experimental units (850 m² paddocks) according to a 2x2 factorial arrangement in a complete randomised design, with four replications. The following response variables were evaluated: tiller population density of basal (TPDb) and aerial (TPDa) tillers, percentage of basal (%VCb) and aerial (%VCa) vascular connections in tiller population, number of aerial tillers per support unit (A/B+VC) and rates of appearance and death of basal and aerial tillers. TPDa was larger than TPDb for both LI pre-grazing targets throughout the experimental period. Except during summer I, swards managed with the $LI_{95\%}$ target showed larger TPDb than swards managed with the LI_{Max} target. In general, there was no difference in TPDa between LI pre-grazing targets. Swards managed with the LI_{Max} target had higher TDR of basal and aerial tillers than those managed with the $LI_{95\%}$ target. TARa was higher than TARb, and %VCb was larger than %VCa during the entire experiment. Swards managed with the LI_{Max} target showed, from early spring onwards, larger %VC of basal and aerial tillers than those managed with the $LI_{95\%}$ target. Largest values of the A/(B+VC) ratio were recorded during autumn and winter, and on swards managed with the LI_{Max} target. Under limiting growth conditions characterised by reduction in or competition for growth factors, there are changes in tiller classes comprising tiller population. During times of the year when availability of growth factors is limited and on swards managed with the LI_{Max} target, condition that result in intense competition for light, restoration of sward leaf area is made mainly via aerial tillering, what may interfere with patterns of plant distribution/area occupation and herbage accumulation.

Keywords: Elephant grass; Basal tillers; Aerial tillers; Vascular connections; Rates of appearance and death of tillers

4.1 Introdução

Pastagens de gramíneas forrageiras são formadas por um conjunto de perfilhos que, em função das condições de ambiente e de manejo, determinam a produção de forragem. O desenvolvimento morfológico do perfilho está associado à sucessiva diferenciação de fitômeros em diferentes estádios de desenvolvimento a partir do meristema apical ao longo de seu eixo vertical (VALENTINE; MATTHEW, 1999; BRISKE, 1991). Um fitômero, por sua vez, é constituído por uma folha (lâmina e bainha foliar), nó com respectiva gema axilar, e entrenó correspondente (NELSON, 2000). Dessa forma, sempre que o meristema apical produz uma nova folha, dando início, portanto, a um novo fitômero, uma nova gema é produzida, a qual se localiza na axila da folha formada e que, potencialmente, pode dar origem a um novo perfilho (JEWISS, 1972). Sendo assim, em uma pastagem pode-se encontrar perfilhos basais, que se originam de gemas localizadas na base das plantas e que desenvolvem seu próprio sistema radicular, e perfilhos aéreos, que surgem a partir de gemas localizadas nos nós superiores dos colmos basais e não desenvolvem sistema radicular independente.

A emissão de perfilhos basais e/ou aéreos é umas das principais alternativas da gramínea forrageira para manter seu crescimento, aumento de produtividade e, também, sobrevivência na pastagem (HODGSON, 1990). Porém, a quantidade e a proporção de perfilhos basais e aéreos dependem de fatores como genótipo, balanço hormonal, florescimento, luz, temperatura, fotoperíodo, água, nutrição mineral e estratégia de desfolhação utilizada (LANGER, 1963). Contudo, a relação entre a quantidade de perfilhos basais e aéreos que compõe a pastagem pode ser um indicativo do potencial produtivo e de persistência da mesma. Paciullo et al. (2003), avaliando as características morfogênicas e o acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante, encontraram maior densidade populacional de perfilhos aéreos relativamente a basais, porém os perfilhos aéreos apresentaram menores taxas de aparecimento e alongamento de folhas que perfilhos basais. Adicionalmente, Carvalho et al. (2006), em trabalho com capim-elefante cv. Napier avaliando a altura do resíduo pós-pastejo, encontraram que nos primeiros ciclos de pastejo as maiores taxas de morte de perfilhos estiveram associadas a perfilhos aéreos relativamente a basais.

O capim-elefante cv. Napier se destaca pelo seu elevado potencial produtivo e, também, pela expressiva participação de perfilhos aéreos. As recomendações existentes de manejo do pastejo são baseadas no uso de intervalos de pastejo fixos e pré-definidos em termos de dias, sem levar em consideração aspectos relacionados com condições edáficas e climáticas do local de cultivo e as necessidades fisiológicas das plantas, fato que tem gerado problemas como dificuldade de rebaixamento dos pastos, uso excessivo de roçadas, acúmulo de colmos e de material morto na base dos pastos e valor nutritivo reduzido da forragem produzida. Recentemente, uma nova estratégia de manejo do pastejo baseada no uso da interceptação luminosa durante a rebrotação como forma de definir o momento de colocar os animais em pastos de gramíneas forrageiras tropicais vem gerando resultados positivos e favorecendo o acúmulo de grande quantidade de forragem de valor nutritivo elevado e colheita eficiente (CARNEVALLI et al., 2006; DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007). Devido à luz ser um importante fator determinante do perfilhamento (DEREGIBUS et al., 1985), é de se esperar que estratégias de manejo do pastejo que regulem de certa forma a competição por luz propiciem diferentes padrões de perfilhamento, alterando a quantidade e a classe de perfilhos que compõe a pastagem. Estratégias de manejo que favoreçam expressivo alongamento de colmos, resposta comum em plantas submetidas a condições de competição por luz, acabam resultando em expressiva decapitação de meristemas apicais por ocasião do pastejo, fato que estimula o perfilhamento aéreo (MURPHY; BRISKE, 1992; ASSUERO; TOGNETTI, 2010). Adicionalmente, essas situações são acompanhadas por maior deposição

de material senescente no centro e na base das touceiras, o que pode ser um fator que atua reduzindo a ativação e o desenvolvimento de gemas basais e, conseqüentemente, o perfilhamento basal por impedir a incidência de luz na base das plantas (WAN; SOSEBEE; 2000).

Dessa forma, a compreensão da demografia do perfilhamento, tipos de perfilhos, tamanho das populações, taxas de aparecimento e morte de perfilhos é importante, uma vez que esse tipo de conhecimento fornece a base necessária para o planejamento e idealização de práticas de manejo capazes de explorar as vias naturais de perenização das plantas, assegurando produtividade e longevidade dos pastos. Com base no exposto, o objetivo com este trabalho foi avaliar a densidade populacional e dinâmica do perfilhamento de perfilhos basais e aéreos de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo definidas com base em metas de interceptação de luz pré-pastejo.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pertencente à Universidade de São Paulo, município de Piracicaba, SP, e coordenadas geográficas aproximadas de 22°42’ de latitude Sul, 47°38’ de longitude Oeste e 546 de altitude. A espécie estudada foi o *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier, em uma área formada em 1970 que, desde sua implantação, foi utilizada sob pastejo rotativo com vacas leiteiras. O relevo da área experimental caracteriza-se como levemente ondulado e o solo corresponde a um Nitossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2006), de elevada fertilidade, com as seguintes características químicas na camada de 0-20 cm: pH CaCl₂: 5,9; matéria orgânica = 54,9 g.dm⁻³; P (resina trocadora de íons) = 29,43 mg.dm⁻³; Ca = 117,5 mmolc.dm⁻³; Mg = 35,62 mmolc.dm⁻³; K = 3,4 mmolc.dm⁻³; H + Al = 53,93 mmolc.dm⁻³; soma de bases = 148,91 mmolc.dm⁻³; capacidade de troca catiônica = 190,63 mmolc.dm⁻³; saturação por bases = 82%.

O clima da região é classificado como Cwa, mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, conforme classificação de Koppen. Dados climáticos da área experimental foram coletados em estação meteorológica localizada cerca de 500 m do local do experimento (Figura 1) e foram utilizados para o cálculo do balanço hídrico do solo utilizando-se um valor de capacidade de armazenamento de água (CAD) de 50 mm (Figura 2).

Figura 1 – Precipitação (P, mm) e temperatura média (T, °C) de janeiro de 2011 a abril de 2012 relativamente às médias histórias (1917 a 2012) para a área experimental

Figura 2 – Extrato do balanço hídrico mensal para a área experimental de janeiro de 2011 a abril de 2012 considerando-se uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 50 mm

Antes do início do experimento, após pastejo da área em janeiro de 2011, realizou-se roçada de uniformização a 35 cm utilizando-se roçadeira costal para evitar danos às touceiras e para assegurar a definição adequada das alturas pós-pastejo a serem utilizadas nos tratamentos experimentais. Depois da roçada, a área de 13.000 m² foi dividida em 16 piquetes

de aproximadamente 800 m². O período experimental iniciou-se em janeiro de 2011, e o experimento foi conduzido até abril de 2012. As avaliações foram agrupadas em seis épocas do ano definidas da seguinte maneira: verão I (janeiro a março de 2011), outono (abril a junho de 2011), inverno (julho a setembro de 2011), início de primavera (outubro a meados de novembro de 2011), final de primavera (meados de novembro a dezembro de 2011) e verão II (janeiro a abril de 2012). Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas condições pós- (alturas pós-pastejo de 35 e 45 cm) e duas condições pré-pastejo (95% e máxima interceptação de luz pelo dossel forrageiro – $IL_{95\%}$ e $IL_{Máx}$, respectivamente) (Figura 3) e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 800 m²) segundo arranjo fatorial 2x2 e delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições.

Figura 3 – Condição dos pastos em pré-pastejo para cada um dos quatro tratamentos experimentais ($IL_{95}/35$, $IL_{95}/45$, $IL_{Máx}/35$ e $IL_{Máx}/45$)

Na primeira estação de crescimento, de janeiro a abril de 2011, foram aplicados 250 kg/ha de N, sendo 80 kg/ha aplicados logo após a roçada de uniformização e o restante dividido durante o período de crescimento. Na segunda estação de crescimento, de novembro de 2011 a março de 2012, foram aplicados 300 kg/ha de N, divididos ao longo do período de

crescimento. As adubações foram realizadas sempre na condição pós-pastejo. Como o intervalo de pastejo não era fixo (forma como os tratamentos foram definidos), a quantidade de N aplicada em cada piquete foi dividida por ciclo de pastejo, sendo proporcional ao período de descanso ocorrido em cada unidade experimental, de forma que, no final do experimento, todos os piquetes receberam a mesma quantidade de N. Em todas as adubações foi utilizada a fórmula 20-0-10 (N-P₂O₅-K₂O).

O monitoramento da interceptação luminosa pelo dossel forrageiro durante a rebrotação foi realizado semanalmente até que o valor de 90% fosse atingido, ponto a partir do qual as avaliações passaram a ser realizadas a cada dois dias como forma de assegurar que as metas de IL_{95%} e IL_{Máx} fossem atingidas com precisão. Definiu-se como máxima IL o valor obtido a partir de duas leituras consecutivas iguais, que correspondeu a um valor médio de 98%. Os valores de IL pré-pastejo realizados ao longo do experimento podem ser observados na Figura 5. Essas avaliações foram realizadas com aparelho analisador de dossel marca LI-COR modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA). Foram utilizadas seis estações de leitura (amostragem) por piquete, onde foram realizadas cinco leituras no nível do solo e uma leitura correspondente acima do dossel, totalizando 30 leituras por unidade experimental. A altura do dossel foi determinada utilizando-se bastão graduado em centímetros, com o qual foram realizadas 80 leituras em cada unidade experimental, tomadas ao longo de quatro linhas transectas (20 pontos por transecta) em formato de zig-zag. A altura de cada ponto correspondeu à altura média do dossel em torno do bastão (plano de visão), e a média dos 80 pontos correspondeu à altura média da unidade experimental (piquete). Os valores de altura pós-pastejo realizados podem ser observados na Figura 6. Os pastejos foram executados por vacas leiteiras, secas ou em lactação, ou novilhas, sendo que o número de animais foi dimensionado para que o rebaixamento dos piquetes acontecesse em período não superior a 12 horas (pastejos diurnos) utilizando-se a técnica de “mob grazing” (GILDERSLEEVE et al., 1987).

Figura 4 – Intercepção luminosa (%) no pré-pastejo de capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

Figura 5 - Altura pós-pastejo (cm) em capim-elefante submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi determinada por meio da contagem dos perfilhos existentes no interior de três armações metálicas de 0,75 x 1,25 m posicionadas em pontos representativos da condição média dos piquetes no momento da avaliação (avaliação visual de altura e massa de forragem) (Figura 6A). Essas contagens foram realizadas sistematicamente nas condições pré- e pós-pastejo e durante a rebrotação, quando os pastos atingiam a intercepção luminosa que representava o ponto médio entre as

condições pré- e pós-pastejo do rebaixamento anterior. Durante cada procedimento de contagem foram contabilizados de maneira separada os perfilhos basais e aéreos, assim como os perfilhos basais e aéreos que estavam com o meristema apical decapitado - denominados de vasos condutores basais (VCb) e aéreos (VCa) deste ponto em diante. Com base nessa avaliação foi calculada a porcentagem de VCb e VCa em relação a densidade populacional de perfilhos basais e aéreos, respectivamente. Adicionalmente, foi calculado o número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação (perfilhos basais + VC).

Para a avaliação dos padrões demográficos de perfilhamento foram utilizadas três touceiras posicionadas em locais representativos dos piquetes por ocasião do início das avaliações (avaliação visual de altura e massa de forragem). Na primeira avaliação (realizada entre fevereiro e março de 2011) todos os perfilhos existentes na touceira foram marcados com arame revestido de plástico de uma determinada cor, contados e classificados em basais e aéreos. A cada nova avaliação, realizada a cada ciclo de pastejo na condição pós-pastejo, todos os perfilhos marcados existentes eram recontados, novos perfilhos marcados com uma cor diferente da utilizada nas marcações anteriores, e os arames dos perfilhos mortos recolhidos (Figura 6B). Foram considerados mortos os perfilhos desaparecidos e aqueles secos ou em estágio avançado de senescência. Com base nas contagens foram calculadas as taxas de aparecimento (TAP) e morte (TMP) de perfilhos conforme descrito por Carvalho et al.(2000). Como o intervalo de pastejo em dias era variável para tratamentos e repetições (forma como os tratamentos foram definidos), os valores das taxas foram calculados e ajustados para um período padrão de 30 dias (BAHMANI et al., 2003).

Figura 6 – Detalhe das avaliações de densidade populacional de perfilhos (A) e padrões demográficos de perfilhamento (B)

Os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.2 para Windows®. Todos os conjuntos de dados foram testados quanto à normalidade da distribuição dos erros e homogeneidade de variâncias. Em alguns casos houve a necessidade de transformação dos dados, a qual foi feita de acordo com indicação sugerida pelo SAS®. A escolha da matriz de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (Wolfinger, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: interceptação luminosa no pré-pastejo, altura pós-pastejo, tipo de perfilho, tipo de vaso condutor, época do ano e as interações entre elas. Os efeitos de interceptação de luz pré-pastejo, altura pós-pastejo, tipo de perfilho e época do ano e suas interações foram considerados fixos e o efeito de blocos foi considerado aleatório (LITTEL et al., 1996). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas, quando necessária, realizada por meio do teste “t” de “Student” e nível de significância de 5%.

4.3 Resultados

A DPP variou com a época do ano ($P < 0,0001$), tipo de perfilho ($P < 0,0001$) e com as interações altura pós-pastejo x época do ano ($P = 0,0176$), interceptação luminosa x tipo de perfilho ($0,0114$), tipo de perfilho x época do ano ($P < 0,0001$) e interceptação luminosa x tipo de perfilho x época do ano ($P = 0,0004$). Em ambas as metas pré-pastejo e em todas as épocas do ano os pastos apresentaram maior densidade populacional de perfilhos aéreos (DPPa) que de perfilhos basais (DPPb). Com exceção do verão I, pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram maior DPPb que aqueles manejados com $IL_{Máx}$. O verão I foi a única época do ano em que houve diferença em DPPa entre metas de IL pré-pastejo, com maiores valores registrados nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ relativamente àqueles manejados com a meta $IL_{Máx}$ (Tabela 1).

Tabela 1 – Densidade populacional de perfilhos basais e aéreos (perfilhos/m²) em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

Tipo de perfilho	Interceptação luminosa (%)		EPM*
	IL _{95%}	IL _{Máx}	
Verão I			
Basal	121 Ba	116 Ba	5,1
Aéreo	191 Aa	161 Ab	8,8
Outono			
Basal	113 Ba	85 Bb	4,1
Aéreo	416 Aa	432 Aa	19,4
Inverno			
Basal	167 Ba	125 Bb	5,8
Aéreo	529 Aa	616 Aa	39,7
Início de Primavera			
Basal	194 Ba	132 Bb	32,5
Aéreo	347 Aa	360 Aa	8,6
Final de Primavera			
Basal	147 Ba	86 Bb	6,6
Aéreo	243 Aa	249 Aa	12,0
Verão II			
Basal	130 Ba	56 Bb	3,7
Aéreo	336 Aa	345 Aa	19,1

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si (P>0,05)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05)

*Erro padrão da média

Para ambas as alturas pós-pastejo o padrão de variação em DPP ao longo do período experimental foi o mesmo, com valores aumentando desde o início do experimento, no verão I, até o inverno, época em que foram registrados os maiores valores de DPP. A partir dessa época do ano os valores foram diminuindo até o final de primavera, mantendo-se estáveis até o final do experimento, no verão II. Houve diferença entre metas de altura pós-pastejo somente no outono e no início de primavera, com maiores valores registrados nos pastos manejados com a altura pós-pastejo 35 cm (Figura 7).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de altura pós-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de altura pós-pastejo dentro de época do ano

Figura 7 – Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m²) em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas de altura pós-pastejo de 35 e 45 cm de janeiro de 2011 a abril de 2012

A taxa de aparecimento de perfilhos (TAP) variou com a época do ano ($P < 0,0001$), tipo de perfilho ($P < 0,0001$) e com a interação época do ano x tipo de perfilho ($P < 0,0001$). Em todas as épocas do ano a taxa de aparecimento de perfilhos aéreos (TAPa) foi maior que a taxa de aparecimento de perfilhos basais (TAPb). Independentemente do tipo de perfilho, as maiores taxas de aparecimento foram registradas no verão I e outono, e as menores no inverno e início de primavera, sendo que no final de primavera e verão II foram encontrados valores intermediários (Figura 8).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tipo de perfilho

Letras minúsculas comparam médias de tipo de perfilho dentro de época do ano

Figura 8 - Taxa de aparecimento de perfilhos basais e aéreos em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2011 a abril de 2012

A taxa de mortalidade de perfilhos (TMP) variou com a interceptação luminosa ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$), tipo de perfilho ($P < 0,0001$) e com as interações interceptação luminosa x época do ano ($P < 0,0001$), interceptação luminosa x tipo de perfilho ($P = 0,0102$), tipo de perfilho x época do ano ($P < 0,0001$) e interceptação luminosa x tipo de perfilho x época do ano ($P = 0,001$). Com exceção do final de primavera, perfilhos basais, nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$, apresentaram maior TMP que perfilhos aéreos. Em pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, durante o outono, inverno e verão II, perfilhos basais apresentaram maior TMP que perfilhos aéreos, não sendo registrada diferenças nas demais épocas do ano. As maiores TMP de perfilhos basais e aéreos foram registradas nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ relativamente àqueles manejados com a meta $IL_{95\%}$ em todas as épocas do ano (Tabela 2).

Tabela 2 - Taxa de mortalidade de perfilhos basais e aéreos (perfilhos/100 perfilhos.30dias) em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

Tipo de perfilho	Interceptação luminosa (%)		EPM*
	IL _{95%}	IL _{Máx}	
Verão I			
Basal	77 Ab	93 Aa	1,5
Aéreo	49 Bb	88 Aa	2,2
Outono			
Basal	90 Ab	96 Aa	1,1
Aéreo	58 Bb	77 Ba	3,5
Inverno			
Basal	90 Ab	95 Aa	1,0
Aéreo	77 Bb	89 Ba	2,0
Início de Primavera			
Basal	69 Ab	90 Aa	4,6
Aéreo	58 Bb	86 Aa	6,6
Final de Primavera			
Basal	65 Ab	91 Aa	4,6
Aéreo	58 Ab	83 Aa	5,6
Verão II			
Basal	81 Ab	98 Aa	2,1
Aéreo	50 Bb	80 Ba	4,0

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si (P>0,05)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05)

*Erro padrão da média

A porcentagem de vasos condutores (VC) variou com a interceptação luminosa (P<0,0001), época do ano (P<0,0001), tipo de VC (P<0,0001) e com as interações interceptação luminosa x época do ano (P<0,0001), interceptação luminosa x tipo de VC (P<0,0001), tipo de VC x época do ano (P<0,0001) e interceptação luminosa x tipo de VC x época do ano (P<0,0001). De forma geral, a porcentagem de vasos condutores basais (VCb) foi maior que a de vasos condutores aéreos (VCa) durante todo o período experimental, independente da meta IL pré-pastejo avaliada. A partir do início da primavera até o final do experimento, no verão II, a porcentagem de VCb e VCa foi maior nos pastos manejados com a meta IL_{Máx} relativamente àqueles manejados com a meta IL_{95%} (Tabela 3).

Tabela 3 – Porcentagem de vasos condutores originados de perfilhos basais e aéreos na população de perfilhos em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

Tipo de VC	Interceptação luminosa (%)		EPM*
	IL _{95%}	IL _{Máx}	
Verão I			
Basal	28 Aa	27 Aa	1,74
Aéreo	2 Ba	2 Ba	0,35
Outono			
Basal	42 Aa	45 Aa	1,17
Aéreo	7 Ba	8 Ba	0,66
Inverno			
Basal	30 Aa	33 Aa	1,11
Aéreo	7 Ba	8 Ba	0,26
Início de Primavera			
Basal	23 Ab	30 Aa	1,18
Aéreo	5 Bb	7 Ba	0,33
Final de Primavera			
Basal	26 Ab	40 Aa	1,70
Aéreo	3 Bb	5 Ba	0,37
Verão II			
Basal	32 Ab	52 Aa	1,62
Aéreo	3 Bb	8 Ba	0,38

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si (P>0,05)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05)

*Erro padrão da média

O número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação (A/B+VC) variou com a interceptação luminosa (P<0,0001), época do ano (P<0,0001) e com a interação interceptação luminosa x época do ano (P<0,0001). De forma geral, os valores de A/(B+VC) apresentaram padrão semelhante de variação ao longo do ano para ambas as metas de IL pré-pastejo avaliadas, com maiores valores registrados no outono e inverno e menores no início e final de primavera. Pastos manejados com a meta IL_{Máx} apresentaram maior número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação que pastos manejados com a meta IL_{95%} a partir do outono, situação que se manteve ao longo do restante do período experimental (Figura 9).

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de meta pré-pastejo

Letras minúsculas comparam médias de meta pré-pastejo dentro de época do ano

Figura 9 – Número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação (basais + vasos condutores) em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

4.4 Discussão

A tolerância ao pastejo das gramíneas forrageiras está condicionada à sua rápida rebrotação após desfolhação, sendo que essa recomposição da área foliar é dependente dos meristemas intercalar, apical e das gemas axilares. As gemas axilares são meristemas apicais rudimentares, diferenciados a partir do meristema apical de perfilhos parentais e que potencialmente podem se desenvolver e produzir novos perfilhos (LANGER, 1963). Segundo Briske (1986), a recomposição da área foliar é mais rápida quando ocorre via meristemas intercalares, intermediária quando ocorre via formação de primórdio foliar pelo meristema apical e relativamente mais lenta quando é dependente da ativação e desenvolvimento de gemas axilares. Em muitas gramíneas, os distintos meristemas raramente se sobrepõem completamente. Meristemas intercalares e apicais são ativados durante a ontogenia do perfilho e a ativação e desenvolvimento de gemas axilares ocorrem por influência de fatores como florescimento ou em resposta à desfolhação, dentre outros (OLSON; RICHARDS, 1988). Contudo, esse mecanismo é de fundamental importância para a manutenção da persistência e produtividade da pastagem, uma vez que a contínua reposição de perfilhos mortos ou consumidos pelo pastejo é aspecto central desse processo. Adicionalmente, a

renovação da população de perfilhos representa oportunidade para mudanças relativas na abundância de uma determinada espécie ou categoria de perfilhos na população de plantas.

No presente trabalho, as diferentes estratégias de manejo do pastejo utilizadas resultaram em variações na proporção de perfilhos basais e aéreos que compunham a população de plantas na área. Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$, quando comparados com aqueles manejados com a $IL_{Máx}$, apresentaram maior densidade populacional de perfilhos basais (DPPb) a partir do outono, diferença que se manteve ao longo do restante do período experimental (Tabela 1). O principal fator determinante do maior perfilhamento basal nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ esteve, provavelmente, relacionado com o melhor ambiente luminoso no interior do dossel forrageiro, uma vez que a qualidade e a quantidade de luz que atinge a base do dossel são um dos principais determinantes do perfilhamento basal (DEREGIBUS et al., 1985). Adicionalmente, a maior deposição de material morto no centro e na base das touceiras dos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ pode prejudicar o recrutamento de perfilhos a partir de gemas basilares (perfilhos basais). Carnevalli et al. (2006), avaliando o acúmulo e as perdas de forragem em capim-mombaça submetido a estratégias de pastejo rotativo utilizando protocolo experimental análogo ao deste experimento, encontraram maior deposição de material morto nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, o que foi atribuído ao material senescente acumulado durante o período de rebrotação e aos danos físicos e rejeição de forragem durante o processo de pastejo.

A limitação da disponibilidade de luz pode ser também uma das responsáveis pelas diferentes taxas de mortalidade de perfilhos (TMP) entre as metas de IL pré-pastejo. Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ apresentaram, a partir do início do experimento, no verão I, maiores valores de TMP para perfilhos basais e aéreos relativamente àqueles manejados com a meta $IL_{95\%}$ (Tabela 2). Nesses pastos o maior intervalo de pastejo, comparativamente àqueles manejados com a meta $IL_{95\%}$, resultou em pastos mais altos (Figura 3) e com maior massa de forragem, resultando em auto-sombreamento que, por sua vez, limita a fotossíntese, comprometendo o ganho de carbono e induzindo maior mortalidade de perfilhos (ONG; MARSHALL; SAGAR, 1978; KIM et al, 2010). Contudo, independente da meta de IL pré-pastejo e da época do ano, a densidade populacional de perfilhos aéreos foi maior que a de perfilhos basais (Tabela 1). Essa é uma característica marcante da gramínea forrageira estudada (CARVALHO et al., 2006) que, provavelmente, está relacionada a fatores genéticos que, de alguma forma, determinam maior viabilidade das gemas axilares formadas e/ou atuam nas relações hormonais que agem sobre as gemas axilares. A intensa ramificação em algumas espécies mutantes de *Arabidopsis* comparativamente a espécies normais foi atribuída ao maior

número de gemas axilares viáveis e, também, à maior produção de citocinina do tipo Z (TANTIKANJANA et al., 2001). Dessa forma, o processo de seleção do capim-elefante cv. Napier pode ter ocorrido por meio de seleção de indivíduos que continham alguma característica genética determinante do grande investimento no perfilhamento aéreo. Em gramíneas forrageiras de clima temperado, o perfilhamento aéreo é mais relacionado à fase reprodutiva dos perfilhos, pois é nessa fase de desenvolvimento que há alongamento dos colmos e exposição dos “sítios” viáveis (gemmas axilares) para o desenvolvimento de perfilhos aéreos (KORTE; WATKIN; HARRIS, 1987). O fato está também associado com a quebra de dominância apical que ocorre nessa fase. No caso de gramíneas forrageiras de clima tropical, o alongamento de colmos durante a fase vegetativa de desenvolvimento é comum (DA SILVA; NASCIMENTO JR, 2007), o que, de certa forma, reflete os mesmos acontecimentos que ocorrem com as gramíneas de clima temperado, ou seja, o alongamento do colmo resulta em exposição das gemas axilares que, aliada à perda da dominância apical pela decapitação do meristema apical, resulta em perfilhamento aéreo. Isso parece ser ainda mais expressivo para o capim-elefante cv. Napier, que mesmo quando manejado com a meta $IL_{95\%}$, condição em que se busca evitar competição excessiva por luz e, conseqüentemente, o alongamento de colmos, apresenta maior participação de perfilhos aéreos que basais na densidade populacional de perfilhos dos pastos (Tabela 1).

A decapitação do meristema apical, entretanto, ficou mais evidente durante as épocas de desenvolvimento reprodutivo dos pastos (outono e inverno) e nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$. Nessas situações foram observadas maior porcentagem de perfilhos basais com meristema apical decapitado (Tabela 3 e Figura 10), maior número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação (Figura 9) e maior taxa de mortalidade de perfilhos basais (TMPb) (Tabela 2). Pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ assim como plantas em fase de desenvolvimento reprodutivo apresentam duas características comuns. Uma é que em ambas as situações os pastos estão passando por algum tipo de limitação por fator de crescimento e a outra é que apresentam elevação do meristema apical pelo alongamento dos entrenós. Nesse sentido, os meristemas se tornam expostos no estrato pastejável e, por ocasião do pastejo, acabam sendo decapitados e morrem. Lemaire e Chapman (1996) argumentaram que sob pastejo a principal causa de morte dos perfilhos é a remoção do meristema apical. Adicionalmente, perfilhos basais apresentaram maior alongamento de colmo que perfilhos

aéreos (PEREIRA, 2013)¹, o que tornou seus meristemas apicais mais expostos à decapitação, resultando em maior mortalidade de basais relativamente a aéreos. Diversos trabalhos apontam que a perda da dominância apical é a principal responsável pelo estímulo ao desenvolvimento das gemas axilares e, conseqüentemente, do perfilhamento aéreo (MURPHY; BRISKE, 1992; McSTEEN, 2009; ASSUERO; TOGNETTI, 2010). Dessa forma, durante a fase de desenvolvimento reprodutivo e nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ durante a fase vegetativa a maior mortalidade de perfilhos basais e o maior perfilhamento aéreo resultaram em maior número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação (Figura 9).

Figura 10 - Porcentagem de vasos condutores basais em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas metas pré-pastejo de 95% e máxima IL de janeiro de 2011 a abril de 2012

Segundo Marshall (1996), perfilhos aéreos compartilham conexões vasculares com as gerações parentais e, portanto, estão sujeitos a relações cooperativas (VUORISALO; HUTCHINGS, 1996; STUEFER, 1998) entre si, o que caracteriza o princípio das unidades fisiológicas integradas (UFI's) (DENER; BRISKE; POLLEY, 2012). Cada UFI possui certa autonomia em termos de reações aos estímulos ambientais locais (VUORISALO; HUTCHINGS, 1996), o que confere à comunidade vegetal grande plasticidade tanto no que se refere ao arranjo estrutural dos componentes morfológicos ao longo do perfil vertical do

¹ PEREIRA, L.E.T. Respostas morfogênicas e dinâmica de acúmulo de forragem em pastos de capim-elefante cv. Napier submetidos a estratégias de pastejo rotativo. Tese de doutorado do curso Ciência Animal e Pastagens em fase final de elaboração.

dossel quanto ao potencial de exploração de nutrientes e capacidade de ocupação da superfície do solo (DERNER; BRISKE, 1998). Sendo assim, o maior número de perfilhos aéreos por unidade de sustentação nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ e durante as épocas de desenvolvimento reprodutivo (outono e inverno) (Figura 9) é indicativo de que o perfilhamento aéreo pode ser uma estratégia importante da gramínea forrageira para manter o crescimento/desenvolvimento em situações de competição por recursos luminosos decorrentes do maior período de rebrotação e das maiores alturas registradas nas condições pré- e pós-pastejo ocorridas nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ ou em situações de baixa disponibilidade de fatores de crescimento (outono e inverno) (Figuras 1 e 2). Embora a possibilidade de cooperação entre perfilhos da UFI possa ser uma estratégia eficiente no curto prazo como mecanismo de adaptação da população às condições de manejo, no longo prazo esse mecanismo pode não ser suficiente para manter os níveis de produção de forragem. Segundo Briske e Butler (1989), a interferência intraclonal, que na realidade é a interferência entre os indivíduos pertencentes a uma determinada UFI, pode, de certa forma, tamponar os benefícios ocasionados pela cooperação que possa ocorrer entre os indivíduos da UFI. A cooperação entre indivíduos da UFI, portanto, pode resultar em menores taxas de crescimento individual dos perfilhos, o que pode ser uma das justificativas, dentre outras possíveis, para o fato de perfilhos aéreos apresentarem menores taxas de crescimento que perfilhos basais (PACIULLO et al., 2003; PEREIRA, 2013¹). Dessa forma, pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ podem apresentar menores taxas de acúmulo de forragem que pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$, uma vez que são mais dependentes de uma classe de perfilhos que apresenta menores taxas de crescimento, os perfilhos aéreos.

No presente experimento não houve efeito de altura pós-pastejo sobre a densidade populacional e dinâmica do perfilhamento de perfilhos basais e aéreos. O que houve foi uma interação entre altura pós-pastejo e época do ano para a variável densidade populacional de perfilhos (Figura 7) que, apesar de significativa, não revelou grande variação em DPP entre alturas pós-pastejo ao longo do ano que pudesse apontar claramente para algum benefício de uma meta de altura pós-pastejo em relação à outra. Dessa forma, as alturas pós-pastejo utilizadas no presente experimento não promoveram alterações em nível de população de perfilhos. Contudo, Sousa et al. (2012) relataram aumento no vigor de rebrotação de pastos de capim-elefante cv. Napier na medida em que se elevou a altura pós-pastejo. Isso é um indicativo de que alturas pós-pastejo podem atuar sobre as características produtivas em nível de perfilhos individuais que, por sua vez, resultariam em alterações na produção de forragem. Adicionalmente, as alturas pós-pastejo podem também determinar padrões distintos de

colheita e utilização da forragem produzida, com impactos potenciais sobre o desempenho e a produtividade animal. Trabalhos recentes de Carvalho et al. (2009) e Fonseca et al. (2012) têm revelado que a taxa de consumo de forragem permanece praticamente inalterada do início do pastejo até que aproximadamente 40 a 50% da altura inicial dos pastos (altura de entrada dos animais nos piquetes) tenham sido removidos, condição a partir da qual ocorre diminuição acentuada do consumo. Dessa forma, a definição de uma meta de altura pós-pastejo para o capim-elefante cv. Napier deve considerar aspectos da produção de forragem e dos padrões produtivos dos animais em pastejo. Entretanto, o que ficou evidente no presente trabalho é que o melhor ambiente luminoso, encontrado em pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ comparativamente àquele de pastos com a meta $IL_{Máx}$, proporcionou maior participação de perfilhos basais e menores taxas de mortalidade de perfilhos, apontando para benefícios sobre a estabilidade da população e sobre o potencial produtivo de forragem de elevado valor nutritivo e colheita eficiente da forragem produzida.

4.5 Conclusões

Estratégias de manejo do pastejo alteram os tipos de perfilhos em pastos de capim-elefante cv. Napier. Pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram maior densidade populacional de perfilhos basais e menor mortalidade de perfilhos basais e aéreos, apontado para uma maior estabilidade da população de perfilhos, com implicações potenciais positivas para a capacidade produtiva dos pastos.

Em condições limitantes de crescimento, caracterizadas pela redução ou competição por fatores de crescimento, há alteração das classes de perfilhos que compõem a população de plantas, sendo o perfilhamento aéreo uma via efetiva e significativa para o capim-elefante cv. Napier, diferentemente das demais gramíneas forrageiras formadoras de touceiras como os capins mombaça e tanzânia.

Referências

- ASSUERO, S.G.; TOGNETTI, J.A. Tillering regulation by endogenous and environmental factors and its agricultural management. **The Americas of Plant Science and Biotechnology**, Isleworth, v.4, p. 35-48, 2010.
- 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.

BRIKE, D.D. Plant response to defoliation: morphological considerations and allocation priorities. In: INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS, 2., 1986. Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1986. p. 425-427.

BRISKE, D.D.; BUTLER, J.L. density-dependent regulation of ramet populations within the bunchgrass *schizachyrium scoparium*: interclonal versus intracolonial interference. **Journal of Ecology**, London, v. 77, p. 963-974, 1989.

BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing management**. Portland: Timber, 1991. chap. 4, p. 85-108.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 40, p. 165-176, 2006.

CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C. da; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; JAILSON LARA FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim 'tifton 85' sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 591-600, 2000.

CARVALHO, C.A.B.; PACIULLO, D.S.C.; ROSSIELLO, R.O.P.; DERESZ, F. Dinâmica do perfilhamento em capim-elefante sob influência da altura do resíduo pós-pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.145-152, 2006.

CARVALHO, P.C.F.; DA TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; BREMM, C.; MEZZARIA, J.C.; NABINGER, C.; AMARAL, M.F.; CARASSAI, I.J.; MARTINS, R.S.; GENRO, T.C.M.; GONÇALVES, E.N.; AMARAL, G.A.; GONDA, H.L.; POLI, C.H.E.C.; SANTOS, D.T. Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e simulações em pastoreio rotativo. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTEGEM; INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTO. 2009. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.61-93.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.121-138, 2007.

DERNER, J.D.; BRISKE, D.D. An isotopic (^{15}N) assessment of intracolonial regulation in C4 perennial grasses: ramet interdependence, independence or both?. **Journal of Ecology**, London, v. 86, p. 305-315, 1998.

DERNER, J.D.; BRISKE, D.D.; POLLEY, H.W. Tiller organization within the tussock grass *Schizachyrium scoparium*: a field assessment of competition-cooperation tradeoffs. **Botany**, Montreal, v.90, p. 669-677, 2012.

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

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 2006. 306p.

FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C.; BREMM, C.; FILHO R.S.A.; GONDA, H.L.; CARVALHO, P.C.F. Management targets for maximizing the short-term herbage intake rate of cattle grazing in Sorghum bicolor. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 145, p. 205-211, 2012.

GILDERSLEEVE, R.R.; OCUMPAUGH, W.R.; QUESENBERRY, K.H.; MOORE, J.E.; Mob-grazing morphologically different Aeschynomene species. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 21, n. 3, p. 123-132, 1987.

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

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. Tillering in herbage grasses. **Herbage Abstracts**, Farm Royal, v. 33, n. 3, p. 141-148, 1963.

KIM, H.K.; OOSTEROM, E.V.; DINGKUHN, M.; LUQUET, D.; HAMMER, G. Regulation of tillering in sorghum: environmental effects. **Annals of Botany**, Oxford, v. 106, p. 57-67, 2010.

KORTE, C.J.; WATKIN, B.R. Tillering in *Grasslands* nui perennial ryegrass swards. Aerial tillering in swards grazed by sheep. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 30, p. 9-14, 1987.

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.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D. **SAS system for mixed models**. Cary: SAS Institute, 1996. 633p.

MARSHALL, C. Sectoriality and physiological organisation in herbaceous plants: an overview. **Vegetatio**, Dordrecht, v.127, p.9-16, 1996.

McSTEEN, P. Hormonal regulation of branching in grass. **Plant Physiology**, Stanford, v. 149, p. 46-55, 2009.

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.

NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publ., 2000. chap. 6, p. 101-126.

OLSON, B.E.; RICHARDS, J.H. Spatial arrangement of tiller replacement in *Agropyron desertorum* following grazing. **Oecologia**, Berlin, v. 76, p. 7-10, 1988.

ONG, C.K.; MARSHALL, C.; SAGAR, G.R. The physiology of tiller death in grasses 2. Causes of tiller death in grass sward. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v.17, p.205-211, 1978.

PACIULLO, D.S.C.; FERMINO DERESZ, F.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; RUI DA SILVA VERNEQUE, R.S. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 881-887, 2003.

SOUSA, B.M.L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MONTEIRO, H.C.F.; FONSECA, D.M. Dynamics of production and forage utilization on elephant grass pastures managed with different post-grazing heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, p. 1840-1847, 2012.

STUEFER, J.F. Two types of division of labour in clonal plants: benefits, costs and constraints. **Perspective in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Zurich, v.1, n.1, p.47-60, 1998.

TANTIKANJANA, T.; YONG, J.W.R.; LETHAM, D.S.; GRIFFITH, M.; HUSSAIN, M.; LJUNG, K.; SANDBERG, G.; SUNDARESAN, V. Control of axillary bud initiation and shoot architecture in Arabidopsis through the supershoot gene. **Genes & Development**, Woodbury, v. 15, p. 1577-1588, 2001.

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.

VUORISALO, T.; HUTCHINGS, M.J. On plant sectoriality, or how to combine the benefits of autonomy and integration. **Vegetatio**, Dordrecht, v.127, p.3-8, 1996.

WAN, C.; SOSEBEE, R.E. Central dieback of the dryland bunchgrass *Eragrostis curvula* (weeping lovegrass) re-examined: The experimental clearance of tussock centres. **Journal of Arid Environments**, London, v. 46, n.1, p. 69-78, 2000.

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.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capim-elefante cv. Napier se destaca pelo seu elevado potencial produtivo de forragem (FARIA; DA SILVA; CORSI, 1996), porém as recomendações de manejo até então não permitiram que seu potencial fosse explorado plenamente. Dessa forma, para se buscar uma melhor recomendação de manejo do pastejo utilizando novas bases conceituais envolvendo premissas básicas como o respeito aos limites de resistência e de tolerância e exploração das vias naturais de perenização e recuperação das plantas ao pastejo (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007), um projeto de pesquisa composto de quatro subprojetos que envolveram a dinâmica de população de perfilhos, características de crescimento de perfilhos individuais, estrutura do dossel e a taxa de consumo de forragem foi desenvolvido. Para o início do experimento em janeiro de 2011 foi necessária uma roçada de uniformização, pois o manejo anteriormente adotado na área experimental resultou na presença de plantas altas e acúmulo excessivo de colmos que não puderam ser controlados somente por meio de pastejo. Nesse sentido, avaliações foram realizadas com o objetivo de acompanhar o processo de estabilização dos pastos aos tratamentos como forma de evitar distorções e confundimento dos resultados com o processo de adaptação dos mesmos aos tratamentos experimentais sendo impostos.

As avaliações da estrutura horizontal revelaram que somente a partir do início da primavera houve estabilização da variabilidade dos perímetros médios das touceiras, independentemente de tratamento. Dessa forma, as informações coletadas durante esse período de estabilização não refletem apenas as causas de variação impostas, mas também estão relacionadas com o processo de estabilização dos pastos e das plantas aos novos regimes de utilização sendo praticados. O fato deixa claro que experimentos com gramíneas forrageiras demandam um período de estabilização às causas de variação impostas, principalmente quando o manejo anteriormente utilizado na área onde o experimento será conduzido for muito distinto das estratégias utilizadas durante o período experimental.

Uma característica marcante do capim-elefante cv. Napier, que já foi reportada por outros trabalhos (CARVALHO, et al., 2006), é a expressiva participação de perfilhos aéreos. Independentemente da meta de IL pré-pastejo e ao longo de todo o período experimental a densidade populacional de perfilhos aéreos foi maior que a de perfilhos basais. De forma geral, também não foi registrada diferença no número total de perfilhos entre as metas de IL pré-pastejo. Contudo, pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ apresentaram menor taxa de mortalidade de perfilhos e maior índice de estabilidade da população que pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, apontando, portanto, para maior longevidade dos indivíduos nesses pastos.

Adicionalmente, houve maior densidade populacional de perfilhos basais e maior frequência de touceiras nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$. Dessa forma, perfilhos aéreos ganharam importância relativa maior nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$, condição em que o perfilhamento aéreo se tornou a principal via de recuperação da área foliar. Perfilhos aéreos, por sua vez, compartilham conexões vasculares com as gerações parentais e, portanto, estão sujeitos a relações cooperativas por meio da divisão de fotoassimilados, nitrogênio e água, sendo que primeiramente são alocados da geração mais velha para a geração mais nova (DERNER; BRISKE, 1998). Tal processo possui fundamental importância para manutenção da reposição de perfilhos em ambientes de competição por fatores de crescimento, como é o caso de pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$. Porém, as interferências intraclonais, que na realidade correspondem à interferência entre indivíduos que compartilham conexões, podem, de certa forma, reduzir o crescimento de perfilhos individuais (BRISKE; BUTLER, 1989). Essa estratégia resulta também em variação da ocupação espacial da área, com a formação de touceiras mais espaçadas entre si, aumentando a porcentagem de áreas descobertas, sem a presença da planta forrageira, o que pode gerar potenciais problemas de erosão, competição com plantas invasoras e, até mesmo, degradação da área.

Em um dos subprojetos realizados de forma concomitante na mesma área experimental encontrou-se que perfilhos basais apresentaram maiores taxas de crescimento que perfilhos aéreos (PEREIRA, 2013)¹. O menor crescimento de perfilhos aéreos pode ser resultado, dentre outros fatores, da interferência intraclonal, pois o crescimento individual dos perfilhos que compartilham conexões vasculares pode ser penalizado, com impactos sobre a produção de forragem. Isso ficou evidente pelas menores taxas de acúmulo líquido de folhas nos pastos manejados com a meta $IL_{Máx}$ relativamente àqueles manejados com a meta $IL_{95\%}$ (PEREIRA, 2013)¹. Dessa forma, infere-se que o melhor ambiente luminoso nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$, resultante da maior frequência de desfolhação e menor altura e massa de forragem dos pastos, proporcionou melhor ocupação horizontal do solo e, também, maior participação de uma classe de perfilho que possui maior taxa de crescimento, resultando em maior taxa de acúmulo líquido de folhas nesses pastos. Esse processo pode ser ainda melhor entendido com dados referentes à análise de crescimento entre classes de perfilhos, a qual permitirá inferências sobre processos fisiológicos que determinam as distintas respostas entre metas de manejo (SANTOS, 2013)².

² SANTOS, T.M Padrões de crescimento em pastos de capim-elefante cv. Napier submetidos a estratégias de pastejo rotativo. Tese de doutorado do curso Ciência Animal e Pastagens em fase de análise de dados.

Quando se analisou a estrutura do dossel, a meta $IL_{95\%}$ proporcionou maior e menor participação de folhas e colmos, respectivamente, na forragem consumida e na massa de forragem residual relativamente à meta $IL_{Máx}$ (GEREMIA, 2013), o que resultou em consumo de forragem de melhor valor nutritivo em função da maior concentração de proteína bruta e menor de FDN. Sendo assim, a meta $IL_{95\%}$ além de promover maior taxa de acúmulo líquido de folhas proporciona, também, ingestão de forragem de melhor valor nutricional e maior área foliar remanescente, o que indica a possibilidade de obtenção de recuperação mais rápida dos pastos após pastejo, maiores taxas de lotação e desempenho animal. Vale lembrar que a meta $IL_{Máx}$ não permitiu o controle das alturas pós-pastejo devido ao acúmulo excessivo de colmos, o que certamente só seria resolvido com a utilização de roçadas, prática relativamente comum com a utilização das tradicionais recomendações de manejo baseadas em períodos de ocupação e de descanso fixos e pré-definidos em dias.

Uma das vantagens, sob o ponto de vista de recomendação prática, quando se usa a interceptação luminosa é a sua alta correlação com a altura do dossel forrageiro (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007). No presente experimento, quando os pastos já estavam estabilizados aos tratamentos impostos, as alturas médias pré-pastejo nos pastos manejados com a meta $IL_{95\%}$ foram de 86,7; 86,8 e 82,5 para início e final de primavera e verão II, respectivamente, gerando uma média final de 85 cm de altura.

Em relação às metas de altura pós-pastejo, de maneira geral, não foram observadas grandes diferenças. Aparentemente a amplitude de 10 cm entre as metas pós-pastejo utilizadas (35 e 45 cm) não foi suficiente para gerar contrastes, indicando que a plasticidade do capim-elefante cv. Napier foi suficientemente grande para manter o equilíbrio na recomposição da área foliar dentro da amplitude de severidade de pastejo estudada. Ao mesmo tempo, também não se observou diferença entre metas de altura pós-pastejo para a taxa de consumo e para as características morfológicas e bromatológicas da forragem consumida. Nesse contexto, a severidade de pastejo serve muito mais como reguladora da eficiência de colheita da forragem removida, determinante da taxa de lotação dos pastos, desde que a meta escolhida não resulte em área foliar residual excessivamente baixa, prejudicando a recuperação e restabelecimento da área foliar dos pastos. Sendo assim, a severidade de pastejo permite flexibilidade de manejo do pastejo, ou seja, pode ser variável em função da necessidade momentânea da propriedade. Já a meta pré-pastejo não permite essa flexibilidade, uma vez que não deve ser excedida, devendo ser mantida relativamente estável durante a época de crescimento, uma vez que variações resultam em alterações na estrutura do dossel com impactos potencialmente

negativos sobre as características produtivas da gramínea forrageira e, também, sobre o consumo e valor nutritivo da forragem consumida.

Referências

BRISKE, D.D.; BUTLER, J.L. Density-dependent regulation of ramet populations within the bunchgrass *schizachyrium scoparium*: interclonal versus intracolonial interference. **Journal of Ecology**, London, v. 77, p. 963-974, 1989.

CARVALHO, C.A.B.; PACIULLO, D.S.C.; ROSSIELLO, R.O.P.; DERESZ, F. Dinâmica do perfilhamento em capim-elefante sob influência da altura do resíduo pós-pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.145-152, 2006.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.121-138, 2007.

DERNER, J.D.; BRISKE, D.D. An isotopic (^{15}N) assessment of intracolonial regulation in C4 perennial grasses: ramet interdependence, independence or both?. **Journal of Ecology**, London, v. 86, p. 305-315, 1998.

FARIA, V.P.; DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Potencial e perspectivas do pastejo em capim-elefante. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Pastagens de capim-elefante: utilização intensiva**. Piracicaba: FEALQ, 1996, cap. 1, p. 7-27.

GEREMIA, E.V. **Estrutura do dossel e taxa de consumo de forragem de capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo**. 2013. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

6 CONCLUSÕES

Estratégias de manejo do pastejo caracterizadas por metas de IL pré-pastejo alteram a composição entre classes de perfilhos com impactos sobre a estabilidade da população e dinâmica de ocupação do solo. Pastos de capim-elefante cv. Napier devem ser manejados com a meta $IL_{95\%}$, que corresponde à altura pré-pastejo de 85 cm, e com altura pós-pastejo variável de 35 a 45 cm.