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

**Impacto da inversão da intensidade de desfolhação sobre o perfilhamento e
adaptação estrutural em pastos de *Brachiaria* spp.**

Débora de Carvalho Basto

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

**Piracicaba
2014**

Débora de Carvalho Basto
Zootecnista

Impacto da inversão da intensidade de desfolhação sobre o perfilhamento e adaptação estrutural em pastos de *Brachiaria* spp.

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **CARLOS GUILHERME SILVEIRA PEDREIRA**

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

**Piracicaba
2014**

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

Basto, Débora de Carvalho

Impacto da inversão da intensidade de desfolhação sobre o perfilhamento e adaptação estrutural em pastos de *Brachiaria* spp. / Débora de Carvalho Basto. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014. 79 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Perfilhamento 2. *Brachiaria* 3. Produção de forragem I. Título

CDD 633.2
B327i

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

Dedico

Aos meus pais Evaristo e Silvanir pelo amor e carinho.

Ao meu marido Antônio Humberto, pelo amor, incentivo, paciência, apoio e companheirismo.

E, especialmente à minha filha Maria Eloá por ser minha fortaleza.

OFEREÇO

À toda minha família, em especial ao meu pai pelo carinho, confiança, amor e pelas palavras certas na hora certa.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Carlos Guilherme Silveira Pedreira pela dedicação em minha orientação, compreensão, sabedoria e fundamentalmente pela amizade e constantes ensinamentos que contribuíram para meu amadurecimento profissional que certamente vou levar para toda minha vida.

À Universidade de São Paulo/ESALQ pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

Ao Laboratório de Plantas Forrageiras pela boa receptividade.

Aos professores dos Programas de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagem, em especial aos professores Patrícia Santos, Zico, Carla Bittar, Sila Carneiro e Gérson Mourão por contribuírem com minha formação acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela concessão das bolsas de estudos (doutorado sanduíche e doutorado no país).

À Universidade da Flórida pela oportunidade de realização do curso de doutorado-sanduíche.

Ao professor Lynn Sollenberger pela generosidade, profissionalismo e ensinamentos.

Aos pós-graduandos pertencentes ao grupo de pesquisa em pastagens (GP²) Márcio Lara, Aliedson Sampaio, Ana Flávia, Diego Noletto, Damião Nguluve, Davi Aquino, Ianê, Marcos Carvalho, Murilo Saraiva, Jorge Portela pela amizade, auxílio e comprometimento nas atividades experimentais.

À todos os estagiários do GP² Mariana Abdal (Mafalda), Felipe Niitsu (Kçilds) e Liliane Silva (Kraxá), Mateus (Baiano) e Carla Mariane Marassatto (Goretti), Vinicius Lelis Giglio (Taiada), Jonas Giacomini (Duróq), Flávio (Nenê), Cesar Augusto Figueiredo (Menóti), Paulo Henrique Peres Verdi (Bidê), Maristela De Araújo Gomes, Andres Adorno (Para-Q?) e Lucas Zambone Geraldini (π-çilídio) que contribuíram em diversas etapas de realização de atividades experimentais.

Aos colegas de laboratório, Eliana Geremia, Thiago Martins, Adenilson Paiva, Lilian Pereira, Cléo Fialho, Lucas Carvalho, Guilherme Portes e Jacqueline Lima.

Ao professor Antônio Bianchi um profundo agradecimento pelo apoio, palavras encorajadoras, atenção e pela amizade adquirida. Um exemplo que levarei por toda minha. Devo a ti os mais relevantes aprendizados na língua inglesa.

Ao amigo Valdson Silva pela amizade, apoio nas horas em que precisei e conversas em momentos difíceis.

Aos profissionais da biblioteca Eliana e Silvia pela imensa colaboração na adequação da tese às normas.

Ao meu marido Antônio Humberto Fleury de Melo pelo auxílio na educação de nossa filha, por confiar em mim e principalmente pelo companheirismo.

Ao meu pai (exemplo de força e superação) pelo carinho, confiança, amor e pelas palavras certas nas horas certas.

À minha filha Maria Eloá por me dar forças e coragem para seguir em frente. Minha eterna inspiração.

A Deus por guiar na decisão de qual é o melhor caminho a percorrer e sempre iluminar minha vida.

Muito Obrigada.

“I like nonsense it wakes up the brain cells”

Theodor Seuss Geisel

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Hipótese.....	18
1.2 Objetivos.....	18
Referências.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 A importância do gênero <i>Brachiária</i> para a pecuária no Brasil.....	21
2.2 Fatores que influenciam o perfilhamento em pastagens.....	22
2.2.1 Fatores genéticos.....	22
2.2.2 Fatores fisiológicos.....	23
2.2.3 Fatores ambientais.....	23
2.3 Florescimento em gramíneas forrageiras.....	25
2.4 O processo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos.....	25
Referências.....	28
3 ACÚMULO E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA DA FORRAGEM EM PASTOS DE <i>Brachiaria</i> spp. EM RESPOSTA À MUDANÇA NA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO POR CORTE.....	33
Resumo.....	33
Abstract.....	33
3.1 Introdução.....	34
3.2 Material e métodos.....	35
3.2.1 Local do experimento.....	35
3.2.2 Delineamento experimental e manejo da colheita.....	38
3.2.3 Mudanças no manejo das parcelas: “inversão” das alturas médias dos dosséis.....	42
3.2.4 Acúmulo de forragem e composição morfológica e IAF.....	43
3.2.5 Análise dos dados.....	45
3.3 Resultados.....	45
3.3.1 Produção de forragem.....	45
3.3.2 Acúmulo médio de forragem.....	46
3.3.3 Características estruturais do dossel.....	46
3.4 Discussão.....	49

3.5 Conclusões.....	52
Referências.....	53
4 DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS E DINÂMICA DO PERFILHAMENTO EM PASTOS DE <i>Brachiaria</i> spp. EM RESPOSTA À MUDANÇA NA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO POR CORTE.....	56
Resumo.....	56
Abstract.....	56
4.1 Introdução.....	57
4.2 Material e métodos.....	58
4.2.1 Local do experimento.....	58
4.2.2 Delineamento experimental e manejo da colheita.....	62
4.2.3 Mudanças no manejo das parcelas: “inversão” das alturas médias dos dosséis.....	65
4.2.4 Densidade populacional e massa de perfilhos.....	66
4.2.5 Dinâmica do perfilhamento.....	68
4.2.6 Análise dos dados.....	69
4.3 Resultados.....	69
4.3.1 Densidade populacional de perfilhos.....	69
4.3.2 Taxas de aparecimento de perfilhos.....	72
4.3.3 Taxas de mortalidade de perfilhos.....	73
4.4 Discussão.....	75
4.5 Conclusões.....	77
Referências.....	77

RESUMO

Impacto da inversão da intensidade de desfolhação sobre o perfilhamento e adaptação estrutural em pastos de *Brachiaria* spp.

Apesar de pertencerem ao mesmo gênero, espécies de *Brachiaria* spp apresentam características estruturais variadas, o que resulta em respostas adaptativas às condições de ambiente e ao manejo da desfolhação também variáveis. Alterações em intensidade de desfolhação podem interferir na participação relativa dos componentes morfológicos na forragem acumulada. O objetivo deste estudo foi descrever características estruturais e morfológicas da forragem no estrato colhível, de dois genótipos de *Brachiaria* spp. (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* (Hochts. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés) submetidos à súbita mudança na intensidade de desfolhação. O experimento foi realizado na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, campus da USP, localizado em Piracicaba - SP, no período de novembro de 2010 a junho de 2012. O delineamento utilizado foi de blocos completos casualizados com parcelas subdivididas em quatro unidades experimentais, formadas por dois genótipos alocados nas parcelas e quatro manejos contrastantes dispostos nas subparcelas, com 4 repetições totalizando 32 unidades experimentais. Os manejos consistiram numa condição de altura média que foi caracterizada para cada um dos manejos, alto (A) e baixo (B), em cada um dos capins, Basilisk e Xaraés. A “inversão” das alturas foi realizada no mês de fevereiro e as avaliações seguiram em momentos específicos posteriores. Foi assumido que a altura média poderia ser representada por regimes de desfolhação intermitente que consistissem de alturas pré e pós-corte, específicas para cada genótipo. Foram avaliadas características como acúmulo médio de forragem, composição morfológica, o índice de área foliar (IAF), densidade populacional de perfilhos, taxa de aparecimento e mortalidade de perfilhos e massa de perfilhos individuais. O acúmulo médio de forragem e o IAF sofreram efeito da interação cultivar $\times$ momento $\times$ manejo. Os dosséis mantidos sempre baixos (B) foram mais produtivos que aqueles mantidos altos (A). Na época (fevereiro) em que foi efetuada a inversão das alturas o capim-braquiária apresentou alta proporção de perfilhos reprodutivos. Após a “inversão” houve redução no acúmulo de forragem sob o manejo AB na *B. decumbens*, enquanto para o capim Xaraés não houve efeito desse manejo na produção de forragem acumulada por corte. O IAF do cultivar Xaraés foi superior ao Basilisk, assim como, a percentagem de folhas. O cultivar Xaraés, quando submetido às condições adotadas neste experimento, se mostrou mais flexível às mudanças na intensidade de desfolhação. A maior intensidade de desfolhação não afetou a produção total anual de forragem em nenhum dos cultivares. No tratamento com manejo B (baixo) houve a maior renovação de perfilhos na comunidade de plantas devido a maiores taxas de mortalidade e maior aparecimento de perfilhos novos. Sob maior intensidade de desfolhação, o capim Basilisk, apresentou maior mortalidade de perfilhos que foi compensada pela maior taxa de aparecimento. Essa alta renovação contribuiu para a persistência. A redução na altura média de desfolhação interferiu, de forma expressiva, no perfilhamento e resultou em alta mortalidade de perfilhos, o que foi mais ou menos drástico dependendo do estado fenológico da planta

Palavras-chave: Altura média; Irrigado; Perfilhos; Produção de forragem

ABSTRACT

Impact of a sudden shift in sward height on tillering and structural adaptation of *Brachiaria* spp.

Despite belonging to the same genus, *Brachiaria* spp grasses are highly variable in their structural characteristics, and this results in corresponding differences in their responses to environmental factors and defoliation management. Changes in defoliation intensity can impact plant-part composition in the accumulated forage. The objective of this research was to describe agronomic and morphological traits of two *Brachiaria* spp. genotypes, signalgrass (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk) and palisadegrass (*Brachiaria brizantha* (Hochts. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés) subjected to sudden shifts in defoliation intensity. The experiment was carried out at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP, in Piracicaba - SP, from November 2010 to June 2012. The experimental design was a randomized complete block in split plot arrangement with four replications. Genotypes were allocated to plots and four contrasting clipping managements were allocated to subplots, totaling 32 experimental units. Managements were mean sward heights calculated by averaging target pre-harvest and stubble heights in a clipping schedule. Mean heights were assigned a "high" (H) and "low" (L) value, specific for each genotype. Responses such as mean dry matter accumulation rate, plant-part composition and leaf area index (LAI), tiller population density, tiller appearance rate, tiller mortality and weight of individual tillers were measured. Forage dry matter accumulation rate and LAI were affected by a cultivar $\times$ time $\times$ management interaction. Swards kept low (L) were more productive than those kept high (H). At the time when mean heights were shifted (February), signalgrass showed high proportion of reproductive tillers. After the shift in sward height, there was a reduction in herbage accumulation under the H-L management for signalgrass, whereas for palisadegrass there was no effect of management on forage accumulation. The LAI of palisadegrass was higher than that of signalgrass and so was leaf proportion. Xaraés palisadegrass, when subjected to the defoliation management used in this experiment, was more flexible and adapted better to changes in defoliation intensity. The higher defoliation intensity did not affect total forage production per year in both grasses. Low (L) swards had greater tiller turnover due to both high mortality and tillering rates. Under higher defoliation intensities signalgrass showed higher tiller mortality which was offset by the higher rate of tillering, contributing to the grass persistence. The reduction in the average stubble height affected tillering of both grasses and resulted in high mortality of tillers, which was more or less severe depending on phenological stage.

Keywords: Irrigation; Mean height; Tiller; Yield forage

1 INTRODUÇÃO

No estudo dos sistemas pastoris, o entendimento de princípios de ecologia e da dinâmica de populações de plantas forrageiras em pastagens é elemento fundamental na abordagem sistêmica sobre a eficiência produtiva do pasto e do animal já que o ambiente de pastagem é dinâmico e interage com diversos fatores simultaneamente, tornando-o extremamente complexo (SBRISSIA; Da SILVA, 2008). A compreensão de processos determinantes da correta utilização das plantas forrageiras tropicais em pastagens são essenciais para que se possam definir estratégias de manejo mais eficientes (Da SILVA; NASCIMENTO Jr., 2007).

Basicamente é necessário entender que após o pastejo ou o corte, a reposição da área foliar na pastagem é crucial para a sustentabilidade do sistema. Dependendo da severidade da colheita, o processo de reposição pode ser caracterizado por diferentes respostas na comunidade de plantas, sendo a renovação de folhas e o surgimento de novos perfilhos os responsáveis pela restauração das características estruturais do dossel. A dinâmica de reposição de área foliar é determinada pela competição intraespecífica por fatores de crescimento. Isso ocorre por meio do processo de compensação tamanho/densidade populacional (MATTHEW et al., 1995), que é um mecanismo segundo o qual ocorre morte de perfilhos em razão da competição por recursos no interior do dossel, principalmente por luz.

Bircham e Hodgson (1983), mantiveram diferentes massas de forragem em dosséis de azevém perene (*Lolium perenne*), pé-de-galinha (*Poa annua*) e trevo-branco (*Trifolium repens*), em lotação contínua, e observaram a manutenção relativamente constante da produção líquida de forragem naquelas condições de massa de forragem. Esses autores descreveram o acúmulo de forragem como sendo o resultado líquido de dois processos concomitantes e antagônicos, crescimento e senescência, e que esse acúmulo pode ser relativamente constante dentro de uma faixa de alturas de dossel como consequência de compensações envolvendo a densidade populacional, área foliar e peso por perfilho. Por outro lado, em situações de lotação intermitente a competição por luz aumenta continuamente durante o período de rebrotação e, a cada desfolhação, ocorre uma rápida modificação na quantidade e na qualidade da luz absorvida e na estrutura do dossel, modificações essas determinadas e influenciadas pela intensidade ou severidade da desfolhação por pastejo ou corte. Sob regime intermitente de desfolhação as plantas tendem a desenvolver folhas mais longas e reduzir a taxa de perfilhamento (NELSON, 2000), situação que resulta em dosséis com menor densidade populacional de perfilhos grandes.

Esse mecanismo compensatório é baseado fundamentalmente nas alterações entre os processos de aparecimento e morte de perfilhos, que implica em modificação da longevidade e

estabilidade de perfilhos individuais e, conseqüentemente, da população de perfilhos como um todo. Estas variações, por sua vez, determinam alterações no perfil demográfico, na arquitetura do dossel, na eficiência fotossintética da área foliar, na idade média e na persistência da população (Da SILVA, 2004). Partindo da premissa de que os processos que envolvem o acúmulo e utilização de forragem são influenciados por compensações que não permitem ganhos máximos em todas as etapas dos processos produtivos, entender a dinâmica na população de perfilhos em uma pastagem se torna imprescindível para a determinação de estratégias de utilização mais eficientes. Dessa forma, no decorrer das estações do ano, mudanças no manejo aplicado ou ainda grandes variações na estrutura do dossel causada pela alteração da massa de forragem residual, interferem na população de plantas do dossel e conseqüentemente, modificam os processos morfofisiológicos em cada perfilho. Tais fatores podem afetar o tipo de componente morfológico produzido, seu tamanho, arranjo espacial no dossel e a própria composição química da forragem (Da SILVA; NASCIMENTO Jr., 2007).

Reconhecendo o dinamismo da morfofisiologia das pastagens mantidas sob diferentes condições de uso, Matthew et al. (1995) decidiram usar o conhecimento sobre as relações tamanho/densidade populacional de perfilhos no estudo de plantas forrageiras de clima temperado. Os autores investigaram o efeito da mudança no manejo do pastejo (desfolhação intensa para mais leniente e vice-versa) e compararam ambos às respostas obtidas em pastos mantidos sob a condição original. Os resultados desse estudo mostraram que pastos mantidos baixos e depois levados a condição de crescimento livre apresentavam maiores taxas de acúmulo de forragem em relação às taxas de morte de perfilhos por um período de pelo menos quatro semanas.

Os resultados de Matthew et al. (1995) são consistentes com os de Grant e King (1984), que mostram a capacidade das plantas de apresentar diferentes taxas de crescimento quando submetidas a diferentes condições de rebrotação. Esses autores exploraram essa característica, e utilizaram esse tipo de estratégia de manejo durante o período de inverno rigoroso na Inglaterra - cujo verão tem duração de apenas 4 meses- na tentativa de explorar ao máximo os recursos forrageiros que vinham sendo mantidos na mesma condição de colheita durante o verão. Eles verificaram que ocorriam “ganhos compensatórios” de produção de forragem quando os pastos eram deixados em crescimento livre no final do verão, e que esse ganho era proveniente de uma comunidade de plantas densa e com perfilhos pesados, onde a morte de perfilhos em decorrência de competição (auto-desbaste), ainda não havia se manifestado. Uma resposta análoga pode ser esperada em gramíneas tropicais em pastos diferidos, situação em que isso pode se manifestar no início do período de veda dos pastos (MARTHA JUNIOR et al.,

2003; EUCLIDES et al., 2007; Da SILVA et al., 2008). A manifestação do auto-desbaste, quando retardada, pode contribuir para incrementos no acúmulo de forragem para posterior uso.

Efeitos da mudança de altura afetando a massa de forragem, as taxas de crescimento e senescência por perfilho e a população de perfilhos sob lotação contínua, também foram estudados por Bircham e Hodgson (1984), que mediram maiores taxas de crescimento e senescência em dosséis baixos onde foi permitido o acúmulo de forragem não perturbado (crescimento livre ou diferimento). Taxas de acúmulo menores foram encontradas em dosséis inicialmente mantidos altos e que subsequentemente foram rebaixados (mimetizando uma situação de aumento súbito na taxa de lotação). Já os pastos mantidos continuamente baixos ou altos tiveram taxas de acúmulo intermediárias aos dois outros regimes onde a condição de colheita foi modificada.

Adicionalmente, Grant e Barthram apud Grant e King (1984) observaram que em dosséis de azevém perene com as alturas de colheita invertidas, os dosséis mantidos baixos (B) que posteriormente foram deixados crescer livremente até um nível mais alto (A) (denominado BA) as taxas de crescimento por perfilho aumentaram rapidamente de forma similar às aquelas de pastos mantidos sempre altos (AA). No entanto, o declínio no número de perfilhos foi relativamente lento. Esse atraso na manifestação da compensação de produção por perfilho e densidade de perfilhos é um mecanismo pelo qual a produção bruta por unidade de área em pastos BA pode ser temporariamente aumentada comparada com pastos AA, resultando em acúmulo “compensatório” (ou aumentado) de forragem. As perdas por senescência não foram ampliadas com o aumento nas taxas de crescimento por perfilhos, devido ao fato de que as taxas de crescimento foram maiores que as taxas de senescência e morte de perfilhos. Em contrapartida, pastos que eram mantidos altos e foram subitamente rebaixados (AB), mesmo sob alta incidência de radiação, tiveram sua rebrotação comprometida. Nesse caso, o IAF residual quase nulo apresentou baixa capacidade fotossintética. Estes mesmos autores constataram nesse cenário, uma defasagem temporal entre os ajustes em densidade populacional e peso por perfilho. Naquelas condições, variações em peso por perfilho ocorreram mais cedo que os ajustes correspondentes em número de perfilhos.

Bircham e Hodgson (1983) e Grant et al. (1983) observaram que a produção líquida de forragem verde (crescimento menos senescência) ao longo do tempo foi relativamente constante resultando em massa de forragem e índice de área foliar estáveis em pastos sob lotação contínua. Entretanto, mudanças na densidade populacional em resposta às variações no manejo são mais lentas que mudanças no crescimento e senescência em comunidades de plantas. Portanto, eventuais erros de manejo da pastagem podem comprometer a perenidade e

a produtividade do pasto, mais durante a estação de crescimento subsequente do que ter um efeito imediato.

1.1 Hipótese

Alterações na intensidade de desfolhação podem afetar a produção de forragem, o tempo necessário para restabilização do perfilhamento, devido à diferenças no IAF residual, e a persistência em pastagens de diferentes cultivares de gramíneas forrageiras. Essas alterações em intensidade de corte promovem mudanças morfológicas e estruturais no dossel forrageiro que podem ser visualizadas pelas respostas na densidade populacional de perfilhos, dinâmica de perfilhamento e massa de perfilho. Alternância em alturas (intensidade) de corte permite a visualização da capacidade de adaptação das gramíneas forrageiras a diferentes variações de manejo, fenômeno conhecido como plasticidade fenotípica.

1.2 Objetivos

Descrever e explicar os mecanismos e processos envolvidos na adaptação estrutural e perfilhamento de dois genótipos de *Brachiaria* spp. em duas alturas (intensidades) de corte submetidos à mudança na intensidade de desfolha.

Referências

BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed sward under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 323-331, 1983.

_____. The effects of change in herbage mass on rates of herbage growth and senescence in mixed swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 39, p. 111-115, 1984.

DA SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004. 1 CD-ROM.

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

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.B.P. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo**. Viçosa: Suprema, 2008. 115 p.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; MEDEIROS, R.N. de; OLIVEIRA, M.P. de. Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1189-1198, 2007.

GRANT, S.A.; KING, J. **Grazing management and pasture production**: the importance of sward morphological adaptations and canopy photosynthesis. Edinburgh: The Hill Farming Research Organization, 1984. p. 119-128, (Biannual Report, 1982/83).

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

MARTHA JÚNIOR, G.B.; BARIONI, L.G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O. **Uso de pastagem diferida no cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 102).

MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE HAMILTON, N.R.; HERNANDEZ-GARAY, A. A modified self-thinning equation do describe size / density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, Oxford CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.), v. 76, p. 579-587, 1995.

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**. Oxford: CAB International, 2000. p. 101-126.

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

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A importância do gênero *Brachiaria* para a pecuária no Brasil

As pastagens com capins do gênero *Brachiaria* ocupam não somente a maior área plantada entre os capins mas, o gênero com a maior área cultivada do Brasil, com mais de 90 milhões de hectares (KARIA et al., 2006). Os capins deste gênero são extremamente importantes para as regiões pecuárias do Brasil, principalmente devido às seguintes características: adaptam-se a vários tipos de solos, em particular aos de baixa fertilidade, possuem elevado valor nutritivo, produção de massa seca, poucos problemas fitopatológicos e crescimento vigoroso durante a maior parte do ano, inclusive no período seco (BOTREL et al., 1998; COSTA et al., 2005).

O rebanho bovino brasileiro vem crescendo rapidamente chegando a 211,3 milhões de cabeças em 2012. Em 2001, o rebanho bovino brasileiro era de 176 milhões de cabeças, o que mostra um salto de 21% em onze anos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE). Conforme dados do IBGE e da ASSOCON (Associação Nacional dos Confinadores), em 2012, 83,5% dos animais abatidos foram nascidos, criados e engordados em pasto, o que ratifica as pastagens como o alicerce da alimentação da grande maioria do rebanho brasileiro.

Segundo os indicadores do IBGE (2009) 18,8% do território nacional é ocupado por pastagens (nativas e plantadas). As pastagens plantadas representaram 64% (102,4 milhões de hectares) da área total de pastagens enquanto as pastagens naturais ocupavam 57,6 milhões de hectares. Somadas (total de 160 milhões de hectares), as áreas de pastagens representavam 48% do total da área dos estabelecimentos agropecuários, sendo o principal uso da terra apontado pelo Censo Agropecuário de 2006. As áreas destinadas à lavoura totalizavam 60,6 milhões de hectares (IBGE, 2009).

Os estabelecimentos agropecuários ocupam 39% da superfície territorial do Brasil, respondendo por 29,6% do PIB (produto interno bruto) do agronegócio que, por sua vez, representa 22,3 % do PIB brasileiro (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2011). Estimativas do IBGE indicam que o volume nacional de leite produzido foi de 32,2 bilhões de litros em 2012. Na pecuária de corte, recentemente, a Associação Brasileira da Indústria Exportadora de Carne (ABIEC) anunciou que as exportações de carne bovina somaram US\$ 6,037 bilhões entre os meses de janeiro e novembro de 2013 com um total de 1,362 milhão de toneladas de equivalente carcaça exportadas.

Além da pecuária, a produção e o comércio de sementes de forrageiras tropicais tornou-se uma atividade de grande expressão econômica no Brasil em anos recentes. O mercado de sementes forrageiras tropicais brasileiro é o maior do mundo (VERZIGNASSI, 2013). Estima-se que o volume total de sementes comercializadas anualmente seja de 90 mil toneladas, com valor bruto por volta de 250 milhões de dólares, o qual é equivalente ao valor bruto do mercado de sementes de milho híbrido. Do montante de sementes comercializado, cerca de 87% são de cultivares de *Brachiaria* (ANDRADE, 2001). Isso mostra que a *Brachiaria*, além da sua grande importância na alimentação animal, desempenham também um relevante papel na indústria nacional de sementes.

2.2 Fatores que influenciam o perfilhamento em pastagens

Os fatores determinantes do perfilhamento em gramíneas forrageiras podem ser divididos em três grandes grupos: os fatores genéticos, os fisiológicos, e os ambientais. Obviamente há grande interação entre eles, como seria de se esperar de uma característica quantitativa (poligênica) e a racionalização de efeitos isolados é difícil e complexa. Não obstante, o entendimento desses fatores pode ser alcançado se seus efeitos forem compreendidos.

2.2.1 Fatores genéticos

O componente genético é um dos principais fatores que controlam a taxa de aparecimento de perfilhos (LANGER, 1963), devendo ser o primeiro a ser considerado no condicionamento do perfilhamento. O aparecimento de gemas capazes de originar novos perfilhos está diretamente relacionado ao aparecimento de folhas em um perfilho vegetativo, que por sua vez é determinado por características genéticas das plantas.

A quantidade de perfilhos produzidos e a duração do processo de perfilhamento variam entre espécies e cultivares, e o hábito de crescimento é um fator importante para determinação da distribuição e tipo de perfilhos dentro do dossel forrageiro (VRIES; HOOGERS, 1959).

O genótipo da planta forrageira determina a velocidade de surgimento de folhas e o potencial de perfilhamento quando não há outros fatores limitantes (NABINGER; MEDEIROS, 1995). Nessa condição, pode-se inferir que a taxa de aparecimento de perfilhos é relativamente constante dentro de uma mesma espécie, mas variável entre espécies.

2.2.2 Fatores fisiológicos

Os principais fatores fisiológicos que interferem no perfilhamento estão relacionados com a partição de fotoassimilados pela planta, em função das relações estabelecidas por drenos metabólicos, ação da auxina ou a combinação desses dois fatores (JEWISS, 1972). Esses fatores podem induzir o início ou causar a redução do perfilhamento em comunidades vegetais.

A dominância apical pode atuar direcionando os fotoassimilados para a elevação do meristema, reduzindo as chances de desenvolvimento dos meristemas intercalares. Fitormônios também podem ser responsáveis pela inibição do desenvolvimento das gemas axilares durante o processo de alongamento do colmo em função do desenvolvimento do meristema apical (LEOPOLD, 1949), ou ainda a interação entre os efeitos da dominância apical e ação de fitormônios, em especial a auxina, atuam no controle do desenvolvimento de gemas na planta. Entretanto, fatores ambientais, em especial a disponibilidade e qualidade de luz, podem estimular ou inibir a ação desses fatores, contribuindo para a regulação do processo de desenvolvimento dos meristemas.

2.2.3 Fatores ambientais

A temperatura, a luz, a nutrição mineral e o suprimento de água são considerados os principais fatores ambientais que afetam o perfilhamento, sendo as respostas da planta às variações de um desses componentes associada a intensidade dos demais fatores (PEDREIRA et al., 2001)

Embora o surgimento de um perfilho dependa primordialmente da existência de gemas viáveis na planta, os fatores ambientais apresentam grande influência no desenvolvimento das gemas e formação de perfilhos. Esses fatores ambientais podem fazer com que as gemas formadas em cada inserção de folha não se desenvolvam até que as condições ambientais sejam favoráveis (CARVALHO, 2000). Nesse sentido, a época do ano possui um efeito muito pronunciado sobre todos os processos que ocorrem em nível de perfilho e de população de plantas, basicamente resultado da variação na disponibilidade de fatores de crescimento.

Entre os fatores ambientais, a intensidade de luz é considerado o fator mais limitante na dinâmica de populações de plantas e de, maneira geral, maiores intensidades luminosas favorecem o perfilhamento de plantas (LANGER, 1979).

Em condições em que há grande penetração da radiação incidente no perfil do dossel, ocorre estímulo ao perfilhamento das gramíneas (CARVALHO, 2000) indicando que em condições de desfolha mais lenientes, onde o dossel é mantido com maior área foliar existe

menor estímulo ao desenvolvimento de gemas, provocando redução significativa na população de perfilhos e taxa de perfilhamento.

O tempo de vida e o estágio de desenvolvimento dos perfilhos podem modificar as relações luminosas no dossel, onde perfilhos em estágio reprodutivo podem provocar o sombreamento de gemas de perfilhos menores. Em ambiente de competição por luz o espectro de luz é modificado, alterando a relação vermelho: vermelho distante (GALTIER et al., 1999), retardando o desenvolvimento de gemas e formação de novos perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Essas relações luminosas são responsáveis por modificações importantes na estrutura do dossel, especialmente na população de perfilhos e alongamento do componente colmo. Por esse motivo, Langer (1963) afirmou que a redução da luminosidade tem como principal efeito a redução do perfilhamento das gramíneas.

A temperatura exerce grande influência nos processos bioquímicos das plantas, determinando a atividade e velocidade de reações químicas, e dessa forma pode afetar características morfogênicas e estruturais do dossel, como taxa de alongamento de folhas, tamanho de folhas, densidade de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). A temperatura do solo também influencia no perfilhamento, provocando variações estacionais na população de perfilhos, ocorrendo maior estímulo ao perfilhamento do outono e inverno para a primavera (CHAPMAN et al., 1983).

Os nutrientes, em especial o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) apresentam grande importância para a manutenção do crescimento e desenvolvimento de plantas em áreas de pastagens. Entre esses nutrientes, o N assume um papel muito importante no desenvolvimento de plantas, pois é o principal constituinte das proteínas fotossintéticas, responsáveis pela síntese e composição da matéria que forma a estrutura vegetal.

Doses de N podem levar a uma aceleração nos processos de crescimento, aumentando a velocidade dos processos fisiológicos das plantas e no processo de crescimento e senescência de folhas, com isso podendo provocar modificações importantes na estrutura do dossel (PEREIRA et al., 2010). Limitações na disponibilidade de N e P levam à redução severa no número de perfilhos, comprometendo a produtividade do pasto (MONTEIRO et al., 1995), enquanto que a disponibilidade de K pode levar a redução na densidade de perfilhos (MATTOS; MONTEIRO, 1998), embora em trabalho realizado por Monteiro et al. (1995) não tenha havido redução na produção de matéria seca nem no perfilhamento, embora sintomas visuais de deficiência tenham sido observados a partir da terceira semana de crescimento.

A ação dos efeitos ambientais é frequentemente maior que o efeito das práticas de manejo do pastejo empregadas quando estas são dimensionadas para respeitar os limites de tolerância das plantas ao pastejo.

2.3 Florescimento em gramíneas forrageiras

O período de florescimento é caracterizado pela interrupção do crescimento de folhas e pela modificação de relação fonte-dreno, onde os fotoassimiliados que antes eram destinados ao crescimento da parte aérea (colmo+folha), agora são destinados ao desenvolvimento dos órgãos reprodutivos, sementes (TAIZ; ZAIGER, 2004) e alongamento de colmo (SANTOS, 2002).

Além do crescimento, outro aspecto importante das espécies forrageiras que pode ser afetado pelo sombreamento é o florescimento. A luz solar afeta o desenvolvimento e o florescimento das gramíneas, de modo que o seu efeito pode ser dividido em três diferentes componentes: a) comprimento de radiação recebida (fotoperiodismo); b) qualidade de luz (comprimento de ondas) e; c) irradiação (energia radiante). Esses três componentes interagem durante todo o crescimento da planta, principalmente no momento de florescimento (SORIA, 2002).

No entanto, o florescimento em gramíneas de dias neutros não é controlado pelo fotoperíodo. Essas plantas são chamadas de fotoneutras, ou seja, insensíveis ao fotoperíodo e florescem durante o ano todo. *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu se enquadram nesta classificação (EMBRAPA, 1984). O cultivar Xaraés é um capim tardio e floresce uma única vez no final da estação de crescimento (dias curtos do outono) como descrito por Valle et al. (2004). Diferenças na estrutura dos dossel podem ser, em parte, explicadas pela época de florescimento das cultivares.

Dentre os fatores ambientais que interferem no florescimento, os mais estudados são o fotoperíodo e a temperatura e as interações entre eles. O estresse hídrico também pode interferir no florescimento, principalmente em áreas irrigadas (SANTOS, 2002).

2.4 O processo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos

O perfilho é a unidade básica de crescimento das gramíneas forrageiras (HODGSON, 1990). Pastagens de gramíneas são constituídas por uma comunidade de perfilhos de tal forma que, a produção de forragem é dada por variações estacionais no número de perfilhos existentes no pasto, que associados com os processos de crescimento e senescência em perfilhos individuais resultam no acúmulo de forragem (SBRISIA et al., 2009).

Após a desfolhação, quando há penetração de luz dentro do dossel, as gemas basais e aéreas são estimuladas, diferenciam-se e transformam-se em novos perfilhos desde que não haja remoção de meristema apical. Nessa nova população de perfilhos em crescimento ocorre aumento na massa individual de cada perfilho até um valor limite. Neste limite, os perfilhos poderiam crescer somente se outros morressem, num processo denominado de “auto-desbaste” (*self-thinning*), onde há morte de perfilhos mais fracos, propiciando melhores condições de crescimento para os perfilhos mais robustos.

A lei do auto-desbaste, em pastagens, descreve a relação entre tamanho médio e densidade populacional média de perfilhos em populações em crescimento, na qual a mortalidade seria função direta da densidade (MATTHEW et al., 1995). Para Westoby (1984) o mecanismo de auto compensação descreve uma reta de inclinação $-3/2$, quando tamanho e densidade são plotados em um gráfico. O auto-desbaste também foi descrito em detalhes no trabalho de Yoda et al. (1963).

Para se ajustar às variáveis ambientais e de manejo às quais são submetidas, as plantas forrageiras desenvolveram mecanismos compensatórios que podem, em algumas situações, ser determinantes no acúmulo de forragem. Esses mecanismos de compensação permitem que comunidades de plantas forrageiras se adaptem e mantenham a capacidade produtiva dos pastos dentro de uma amplitude de alturas de manejo sob lotação contínua (BIRCHAM; HODGSON, 1983). A competição por recursos resulta na compensação entre a massa e densidade populacional de perfilhos (DPP) chamado de processo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos.

Em situações de pastejo Matthew et al. (1995), postularam que o mecanismo de compensação tamanho/densidade se dá em quatro fases distintas (Figura 1). A primeira fase é onde a massa de forragem é baixa e os perfilhos são de pequeno tamanho, sendo o aparecimento de novos perfilhos insuficiente para alcançar a reta $-3/2$; na segunda fase, a fase de rebrotação, a área foliar é variável e a compensação assume uma inclinação de $-5/2$; na terceira fase a área foliar é constante e a compensação obedece a reta $-3/2$; e por fim, uma situação hipotética onde a inclinação da reta é -1 .

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

Na realidade, o ajuste na densidade populacional de perfilhos é constante, pois de acordo com Grant e King (1984), a variação estacional da radiação solar e da massa de forragem determinam a densidade populacional de perfilhos. Outros fatores como temperatura, água e nutrientes que influenciam a taxa de crescimento, acabam por determinar a velocidade com que o dossel se adapta a essas variações. De acordo com Hunt e Field (1979) nenhum perfilho sobrevive indefinidamente, sendo que mesmo aqueles que não morrem em função competição entre perfilhos, acabam florescendo e completando seu ciclo de vida. Portanto, a lei do auto desbaste e o princípio da compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos são sinônimos, ou seja, significam a mesma coisa.

Referências

- ANDRADE, R.P. de. Pasture seed production technology in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: SBZ, 2001. p. 129-132.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CONFINADORES. **Levantamento da ASSOCON sobre o sistema de produção em confinamento no Brasil**. Goiânia, 2012. 20 p.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed sward under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 323-331, 1983.
- _____. The effects of change in herbage mass on rates of herbage growth and senescence in mixed swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 39, p. 111-115, 1984.
- BOTREL, M.A.; NOVAES, L.P.N.; ALVIM, M.J. **Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais**. Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 1998. 35 p.
- CARVALHO, C.A.B. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. manejadas em quatro intensidades de pastejo**. 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 10 out. 2013.
- CHAPMAN, D.F.; CLARK, D.A.; LAND, C.A.; DYMOCK, N. Leaf growth of *Lolium perenne* and *Agrostis* spp and leaf appearance rates of *Trifolium repens* in set stocked and rotationally grazed hill pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 23, p. 159-168, 1983.
- COSTA, K.A.P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P.; CUSTÓDIO, D.P.; SILVA, D.C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.
- DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 121-138, 2007. Suplemento especial.
- GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to the defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, Oxford, v. 83, p. 423-429, 1999.
- GRANT, S.A.; KING, J. **Grazing management and pasture production: the importance of sward morphological adaptations and canopy photosynthesis**. Edinburgh: The Hill Farming Research Organization, 1984. p. 119-128, (Biannual Report, 1982/83).

HUNT, W.F; FIELD, T.R.O. Growth characteristics of perennial ryegrass. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, Invercargill, v.40, p. 104–114, 1979.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática**: efetivos dos rebanhos. 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=73&z=p&o=25&i=P>>. Acesso em: 14 out. 2013.

_____. **Sistema IBGE de recuperação automática**: produção de leite. 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=74&z=p&o=25&i=P>>. Acesso em: 15 out. 2013.

KARIA, C.T.; DUARTE, J.B.; ARAÚJO, A.C.G. de. **Desenvolvimento de cultivares do gênero *Brachiaria* (trin.) Griseb. no Brasil**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 57 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 163).

JEWISS, O.R. Tillering in grasses: its significance and control. **British Grassland Society Journal**, Oxford, v. 27, p. 65-82, 1972.

LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grasses: a review. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v. 33, p. 141-148, 1963.

_____. **How grasses grow**. 2nd ed. London: Edward Arnold, 1979. 66 p.

LEMAIRE, E., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, I., ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Guilford: CAB International, 1996. p. 3-36.

LEOPOLD, A.C. The control of tillering in grasses by auxin. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 36, n. 6 p. 437-440, 1949.

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

MATTHEW, C.; LEMAIER, G.; SACKVILLE HAMILTON, N.R.; HERNANDEZ-GARAY, A. A modified self-thinning equation do describe size / density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, Oxford CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.)., v. 76, p. 579-587, 1995.

MATTOS, W.T.; MONTEIRO, F.A. Respostas de *Brachiaria brizantha* a doses de potássio. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 428-437, 1998.

MONTEIRO, F.A.; RAMOS, A.K.B.; CARVALHO, D.D.; ABREU, J.B.R.; DAIUB, J.A.S.; SILVA, J.E.P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 135-141, 1995.

NABINGER, C.; MEDEIROS, R.B. Produção de sementes de *Panicum maximum* jacq. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 59–128.

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**. Oxford: CAB International, 2000. p. 101-126.

PEDREIRA, C.G.S.; DE MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 772-807.

PEREIRA, L.E.T.; PAIVA, A.J.; DA SILVA, S.C.; CAMINHA, F.O.; GUARDA, V. D.; PEREIRA, P.M. Sward structure of marandu palisade grass subjected to continuous stocking and nitrogen-induced rhythms of growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, p. 531-539, 2010.

SANTOS, P.M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: um desafio**. 2002. 98p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.

SBRISSIA, A.F.; Da SILVA, S.C.; NASCIMENTO-JUNIOR, D.; PEREIRA, L.E.T. Crescimento da planta forrageira: aspectos relativos ao acúmulo e valor nutritivo da forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 37-59.

SORIA, L.G.T. **Produtividade do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada**. 2002. 170 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004. 1 CD-ROM, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; PEREIRA, J.M.; VALÉRIO, J.R.; PAGLIARINI, M.S.; MACEDO, M.C.M.; LEITE, G.G.; LOURENÇO, A.J.; FERNANDES, C.D.; DIAS-FILHO, M.B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M.A. **O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 36 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 149).

VERZIGNASSI, J.R. A pesquisa em sementes de espécies forrageiras de clima tropical no Brasil. **Informativo ABRATES**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p.1-2, 2013. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 18., 2013, Florianópolis.

VRIES, D.M., HOOGERS, B.J. Distribution of tillers of plant species in old permanent grassland with different types of use. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 7, p. 232-236, 1959.

WESTOBY, M. The self-thinning rule. **Advances in Ecological Research**, Orlando, v. 14, p. 167-225, 1984

YODA, K.; KIRA, T.; OGAWA, H.; HOZUMI, K. Intraspecific competition among higher plants. XI. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. **Journal of Institute Polytechnics**, Osaka, v. 14, p. 107-129, 1963.

3 ACÚMULO E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA DA FORRAGEM EM PASTOS DE *Brachiaria* spp. EM RESPOSTA À MUDANÇA NA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO

Resumo

Apesar de pertencerem ao mesmo gênero, espécies de *Brachiaria* spp apresentam características estruturais variadas, o que resulta em respostas adaptativas às condições de ambiente e ao manejo da desfolhação também variáveis. Alterações em intensidade de corte podem interferir na participação relativa dos componentes morfológicos no crescimento após o corte. O objetivo deste estudo foi descrever características agronômicas e morfológicas da forragem no estrato colhível, de dois genótipos de *Brachiaria* spp. (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* (Hochts. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés) submetidos à súbita mudança na intensidade de desfolhação. O experimento foi realizado na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", campus da USP, localizado em Piracicaba - SP, no período de novembro de 2010 a junho de 2012. O delineamento utilizado foi de blocos completos casualizados com parcelas subdivididas em quatro unidades experimentais, formadas por dois genótipos alocados nas parcelas e quatro manejos contrastantes dispostos nas subparcelas, com 4 repetições totalizando 32 unidades experimentais. Os manejos consistiram na busca de uma condição de altura média que foi caracterizada para cada um dos manejos, alto (A) e baixo (B), em cada um dos capins, Basilisk e Xaraés. A "inversão" das alturas foi realizada no mês de fevereiro e as avaliações seguiram em momentos específicos posteriores. Foi assumido que a altura média poderia ser representada por regimes de desfolhação intermitente que consistissem de alturas pré e pós-corte, específicas para cada genótipo. Foram avaliadas características como acúmulo médio de forragem, composição morfológica e o índice de área foliar (IAF). O acúmulo médio de forragem e o IAF sofreram efeito da interação cultivar $\times$ momento $\times$ manejo. Os dosséis mantidos sempre baixos (B) foram mais produtivos que aqueles mantidos altos (A). Na época (fevereiro) em que foi efetuada a inversão das alturas o capim-braquiária apresentou alta proporção de perfilhos reprodutivos. Após a "inversão" houve redução no acúmulo de forragem sob o manejo AB na *B. decumbens*, enquanto para o capim Xaraés não houve efeito desse manejo na produção de forragem acumulada por corte. O IAF do cultivar Xaraés foi superior ao Basilisk, assim como, a percentagem de folhas. O cultivar Xaraés, quando submetido às condições adotadas neste experimento, se mostrou mais flexível às mudanças na intensidade de desfolhação. A maior intensidade de desfolhação não afetou a produção total anual de forragem em nenhum dos cultivares.

Palavras-chave: Produção; IAF; Basilisk; Xaraés; % Folha

Abstract

Despite belonging to the same genus, *Brachiaria* spp grasses are highly variable in their structural characteristics, and this results in corresponding differences in their responses to environmental factors and defoliation management. Changes in defoliation intensity can impact plant-part composition in the accumulated forage. The objective of this research was to describe agronomic and morphological traits of two *Brachiaria* spp. genotypes, signalgrass (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk) and palisadegrass (*Brachiaria brizantha* (Hochts. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés) subjected to sudden shifts in defoliation intensity. The experiment was carried out at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP, in Piracicaba - SP,

from November 2010 to June 2012. The experimental design was a randomized complete block in split plot arrangement with four replications. Genotypes were allocated to plots and four contrasting clipping managements were allocated to subplots, totaling 32 experimental units. Managements were mean sward heights calculated by averaging target pre-harvest and stubble heights in a clipping schedule. Mean heights were assigned a “high” (H) and “low” (L) value, specific for each genotype. Responses such as mean dry matter accumulation rate, plant-part composition and leaf area index (LAI) were measured. Forage dry matter accumulation rate and LAI were affected by a cultivar $\times$ time $\times$ management interaction. Swards kept low (L) were more productive than those kept high (H). At the time when mean heights were shifted (February), signalgrass showed high proportion of reproductive tillers. After the shift in sward height, there was a reduction in herbage accumulation under the H-L management for signalgrass, whereas for palisadegrass there was no effect of management on forage accumulation. The LAI of palisadegrass was higher than that of signalgrass and so was leaf proportion. Xaraés palisadegrass, when subjected to the defoliation management used in this experiment, was more flexible and adapted better to changes in defoliation intensity. The higher defoliation intensity did not affect total forage production per year in both grasses.

Keywords: Forage production; LAI; Morphological traits; Palisadegrass

3.1 Introdução

A compreensão do processo da produção primária em comunidades de plantas forrageiras é chave para o sucesso de sistemas de produção animal baseados em pastagens, uma vez que fornece embasamento técnico para que a exploração desses sistemas seja feita de maneira profissional e economicamente viável, e biologicamente sustentável.

O acúmulo de forragem em pastagens decorre fundamentalmente da assimilação do carbono por meio da fotossíntese. No entanto, o ambiente de pastagem é extremamente complexo e, para o conhecimento adequado do processo de produção primária é necessário entender as características morfogênicas e os processos fisiológicos da planta, além das características estruturais do dossel. Esses aspectos afetam o processo de acúmulo de forragem em decorrência do seu efeito sobre o ambiente luminoso no dossel, o índice de área foliar (e seu impacto sobre a interceptação luminosa) e consequentemente a assimilação de carbono pela comunidade de plantas.

Alterações em intensidade de corte podem afetar a produção de forragem (BAUER et al., 2011), o perfilhamento (FAGUNDES et al., 2005) e a persistência em pastagens de diferentes cultivares de gramíneas forrageiras em função da menor eficiência fotossintética das folhas remanescentes (diferenças no IAF residual). Alternância em alturas (intensidade) de corte permite a visualização da capacidade de adaptação das gramíneas forrageiras a diferentes particularidades de manejo. Bircham e Hodgson (1984) encontraram taxas de crescimento menores em pastos que eram mantidos altos e que subsequentemente foram rebaixados

(mimetizando uma situação de aumento súbito na taxa de lotação). Já os pastos mantidos continuamente baixos ou altos tiveram taxas de crescimento intermediárias aos dois outros regimes onde a condição de colheita foi modificada.

A caracterização da participação relativa dos componentes morfológicos (folhas, colmos e material morto) na forragem auxilia na descrição das alterações morfológicas e estruturais da vegetação durante o processo de acúmulo de forragem. De acordo com Lara e Pedreira (2011) diferenças na intensidade de desfolhação por corte interferem na participação relativa destes componentes tanto na fração residual quanto na fração em crescimento após o corte (estrato colhível).

A interação da altura de desfolha com características morfológicas da planta, como altura média do meristema apical e número de gemas basilares são importantes características a serem observadas no manejo de gramíneas forrageiras. A altura de desfolhação afeta a velocidade da rebrotação, em função da quantidade de tecido foliar fotossintetizante remanescente após o corte ou pastejo (BROUGHAM, 1956; GRANT et al., 1983).

O objetivo deste estudo foi descrever características agronômicas e morfológicas da forragem no estrato colhível, de dois genótipos de *Brachiaria spp.* em duas alturas de corte (intensidades) submetidos à súbita mudança na intensidade de desfolhação.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo situada no município de Piracicaba, SP (22°42' S, 47°38' W e 546 m de altitude). O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho eutrófico, com horizonte A moderado e textura que varia de argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 1999), e tem alta fertilidade (Tabela 1) não requerendo correções.

Tabela 1 - Análise de terra proveniente da área experimental

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V%
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----	mmol/dm ³	-----				
5,2	30	17	3,9	43	19	31	65,9	96,9	68

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é o Cwa, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, com temperaturas médias inferiores a 18°C no mês mais

frio e superiores a 22°C na época mais quente (BRASIL, 1960). Os dados climáticos referentes ao período experimental (Tabela 2) foram coletados na estação meteorológica, localizada no Departamento de Biossistemas da ESALQ distante cerca de 2 km da área experimental.

Tabela 2 - Descrição das condições climáticas mensais ao longo do período experimental em Piracicaba, São Paulo

Variável Ambiental	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
2010-2011												
Radiação solar global (MJ m ⁻² d ⁻¹)	20.81	22.63	20.83	21.01	21.04	15.21	16.14	14.91	13.82	14.74	16.96	23.42
Temperatura máxima (°C)	28.5	30.5	30.8	31.0	31.8	28.2	29.2	25.9	24.6	27.0	28.1	30.3
Temperatura mínima (°C)	15.6	17.7	19.9	20.3	20.4	19.6	17.5	12.5	9.3	12.8	13.2	12.9
Precipitação (mm)	86.6	38.3	225.7	400.7	137.9	218.3	131.2	29.0	48.8	3.0	30.8	1.7
2011-2012												
Radiação solar global (MJ m ⁻² d ⁻¹)	21.31	24.87	25.43	21.72	24.65	23.72	18.27	16.75	11.91	16.70	21.12	21.19
Temperatura máxima (°C)	29.6	29.4	30.7	29.2	33.1	31.6	29.8	26.2	24.5	26.4	27.8	30.6
Temperatura mínima (°C)	17.1	16.6	18.6	18.5	20.1	18.8	18.0	13.9	14.0	11.2	11.9	14.6
Precipitação (mm)	193.9	155.3	153.4	214.9	138.7	61.5	159.2	57.8	158.0	24.7	0.0	40.9

A área foi irrigada e o manejo da irrigação foi realizado por meio do monitoramento das condições hídricas do solo com a utilização de dez tensiômetros instalados a 30 cm de profundidade. Sempre que a leitura do potencial hídrico do solo atingiu – 40 kPa o sistema de irrigação era acionado e o tempo controlado para evitar escoamento superficial de água. O balanço hídrico foi calculado baseado nas informações do posto meteorológico e dados de lâmina de água aplicadas no campo (Figura 3). Dessa forma, foram mantidas as características de produção intensiva de forragem, evitando que a água fosse o fator limitante do crescimento, permitindo que as variações estacionais das respostas medidas, consistissem apenas de fatores ambientais não controláveis (fotoperíodo e temperatura) e do manejo aplicado.

Durante o período experimental a forragem foi colhida utilizando-se uma motosssegadora de barra (Figura 4).

Figura 1 - Médias mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas durante o período experimental nos anos de 2010 e 2011 comparados com dados médios coletados na estação meteorológica da USP ESALQ desde 1917

Figura 2 - Médias mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas durante o período experimental nos anos de 2011 e 2012 comparados com dados médios coletados na estação meteorológica da USP ESALQ desde 1917

(A)

Figura 3 - Balanço hídrico referente ao período experimental (outubro de 2010 a setembro de 2012), por decêndios, com irrigação (A) e sem irrigação (B)

Figura 4 - Aspecto da área experimental no momento do corte das parcelas

3.2.2 Delineamento experimental e manejo da colheita

Foram avaliados dois genótipos do gênero *Brachiaria*, sendo um da espécie *B. brizantha* (Xaraés) e um da espécie *B. decumbens* (Basilisk), em um delineamento experimental de blocos completos casualizados com parcelas subdivididas. Os dois genótipos foram alocados nas parcelas e os quatro manejos contrastantes dispostos nas subparcelas, com 4 repetições totalizando 32 unidades experimentais. Os manejos consistiram numa condição de altura média que foi caracterizada para cada um dos manejos, Alto (A) e Baixo (B), em cada um dos capins, Basilisk e Xaraés. Foi assumido que a altura média poderia ser representada por regimes de desfolhação intermitente que consistissem de alturas pré e pós-corte, específica para cada genótipo. Os manejos foram os seguintes:

- 1) Manejos de Referência – foram dois manejos denominados de Alto (A) e Baixo (B) onde houve a manutenção da altura média das unidades experimentais durante todo o período experimental. No manejo B (baixo) foram mantidas parcelas com altura pré- corte de 28 cm e altura residual de 8 cm para o Basilisk (altura média de 18 cm); 33 cm de altura pré- corte e altura residual de 8 cm para o Xaraés (altura média de 21 cm). Assumiu-se que essa condição, determinada pelas alturas média, geraria um tratamento de manejo baixo para ambos os capins. Ademais, se buscou também um tratamento de manejo alto (A) onde altura média determinasse uma condição na qual o manejo fosse considerado alto para os capins avaliados. As alturas residuais e pré-corte foram de 20 e 45 cm, respectivamente, resultando em uma altura média de 33 cm para o Xaraés e para o Basilisk adotou-se 40 cm de altura pré-corte e 20 cm de altura residual, resultando em uma altura média de 30 cm. Estas diferenças nas alturas média foram propostas em decorrência do porte dos genótipos avaliados.
- 2) Manejos de Mudança Súbita- nestes manejos a altura média do dossel foi mudada subitamente num ciclo de crescimento na metade da estação verão (fevereiro), o que caracterizou uma alteração repentina (“inversão”) na intensidade de desfolhação. Foram dois manejos denominados de AB (alto/baixo) e BA (baixo/alto). No manejo AB (alto/baixo) a unidade experimental que era mantida com altura média de um tratamento de manejo alto (33 cm para o Xaraés e 30 cm para o Basilisk) sofreu uma alteração súbita no manejo, que consistiu no rebaixamento da altura média do dossel proporcionando uma nova condição, agora, de um tratamento de manejo baixo, com altura média de 18 cm e 21 cm para o Basilisk e o Xaraés, respectivamente, ou seja, houve aumento da intensidade de desfolhação. O dossel foi mantido nesta nova condição (manejo B) pelos próximos ciclos de rebrotação. No manejo BA (baixo/alto) a altura média da unidade experimental que era mantida na condição de manejo B (baixo), com altura média de 18 cm para o Basilisk e 21 cm para o Xaraés, foi mudada num ciclo de crescimento na metade da estação verão (fevereiro) onde foi permitido que o dossel crescesse até atingir a altura média de um tratamento de manejo alto. O dossel foi mantido nesta condição de manejo A (alto) pelos próximos ciclos de rebrotação.

Cada parcela media 4 x 9m, totalizando 36m², separadas por corredores de 0,8 m de largura. Cada subparcela media 2 x 4,5m. As 32 parcelas (2 genótipos x 4 manejos x 4 repetições) foram estabelecidas no verão 2004/2005 e em dezembro de 2009 estas parcelas

foram subdivididas para serem manejadas com alturas média que conjecturassem em um manejo Alto (A) e Baixo (B). Essas duas metades foram mantidas nos manejos denominados “B” e “A” até 21 de dezembro de 2010. A “inversão” das alturas de manejo ocorreu exatamente no momento do corte do segundo ciclo de rebrotação. Este evento consistiu no aumento da intensidade de desfolhação em metade da subparcela, onde a altura média era mantida alta, e redução na intensidade de desfolhação na outra metade da subparcela, onde a altura média era mantida baixa. Sendo assim, após às modificações no manejo, cada parcela possuiu quatro manejos diferentes (B, A, BA e AB) para cada genótipo, conforme ilustra o croqui da área experimental (Figura 5). As avaliações foram realizadas por dois anos experimentais.

O período experimental teve início em novembro após um período de 90 dias em que os manejos A ou B foram impostos às subparcelas e assumiu-se que a condição de cada subparcela encontrava-se adaptada e estabilizada. Para obter a estabilidade do dossel no início do experimento, a forragem das subparcelas foi cortada nas alturas experimentais antes do início do período experimental. Quando a altura das mesmas alcançou a altura pré-corte de 40 cm para Basilisk e 45 cm para Xaraés, com altura residual de 20 cm - manejo “A” - e 28 cm para Basilisk e 33 cm para Xaraés, com altura residual de 8 cm - manejo “B” - fixando o incremento de massa na altura de 20 cm para Basilisk e 25 cm para Xaraés, acima da linha de corte para ambos os manejos.

Estas diferenças nas alturas de corte foram propostas em decorrência da natureza dos genótipos avaliados de forma que estas alturas instituísem os manejos A (alto) e B (baixo) para os respectivos capins.

Figura 5 - Croqui da área experimental

Para a condição de crescimento “B” as alturas médias corresponderam a 18 e 21 cm e para “A” as alturas médias foram de 30 e 33 cm para os capins Basilisk e Xaraés, respectivamente. A altura média foi determinada de acordo com a equação:

$$\text{Altura Média} = \frac{\text{altura de corte} + \text{altura do resíduo}}{2}$$

Assim como em trabalhos em que interceptação luminosa é o critério para determinar o momento da colheita da forragem, o presente trabalho baseado em alturas não possibilita a determinação de datas específicas de corte.

Foram realizadas adubações de produção com 240 kg ha⁻¹ano⁻¹ de N e K₂O, simulando um sistema de produção intensivo de forragem sob desfolhação intermitente. Para tanto, adubações manuais foram realizadas imediatamente após cada corte. Após as adubações procedeu-se a irrigação.

3.2.3 Mudanças no manejo das parcelas: “inversão” das alturas médias dos dosséis

Em um experimento anterior realizado entre outubro de 2007 a outubro de 2008 as parcelas se encontravam subdividas longitudinalmente em duas metades (subparcelas). Cada metade foi submetida a uma altura de corte de 15 ou 7,5 cm. Após o término deste experimento as alturas de corte e as condições adequadas de manejo foram adotados até Junho de 2010, porém sem avaliações experimentais na área.

A partir de julho de 2010 as metades (subparcelas) de cada parcela foram mantidas sob o regime de corte determinado pela altura do dossel como descrito no item 3.2.2. Os dosséis foram caracterizados como “A” e “B”, expresso pela altura média do dossel até o início do verão (21 de dezembro de 2010). Até esse momento as avaliações eram realizadas em uma parcela que foi subdividida em duas subparcelas (uma com manejo “A” e outra com manejo “B”). A partir dessa data, quando as metades alcançaram a altura de colheita determinada para cada genótipo, a outra metade das mesmas tiveram suas alturas médias invertidas (de A para B ou de B para A) e a outra metade permaneceu sob o manejo original (mesma altura média - Manejo de Referência). Dessa forma, as parcelas que se encontravam inicialmente subdividas longitudinalmente em duas metades (subparcelas) após a “inversão” passaram a ficar subdividas em quatro subparcelas (Figura 6).

Sendo assim, onde houve “inversão” a altura do resíduo que era mantido “A” foi reduzida de 20 para 8 cm ao nível do solo, e a altura ao corte também foi rebaixada de 40 para 28 cm para a Basilisk e de 45 para 33 cm para o capim Xaraés.

Figura 6 – Esquema da “inversão” das alturas dos dosséis durante o período experimental

O procedimento de “inversão” objetivou mimetizar cenários cuja estrutura do pasto vinha sendo mantida sob controle e que num determinado momento sai da condição de equilíbrio. O primeiro cenário (AB) caracterizado pela redução drástica da massa de forragem no pasto, pode ocorrer, por exemplo nos pastos com a chegada do inverno (seca). O segundo cenário (BA), poderia ser aquele onde a estrutura do pasto vinha sendo mantida sob controle e num determinado momento é fechado para vedação ou diferimento. No final do período experimental, que se estendeu até a uniformização e estabilização da nova população após a modificação no manejo, haviam quatro condições para cada genótipo. (B, A, BA e AB) (Figura 7).

Figura 7-Vista da área após condicionamento do pasto aos manejos experimentais

3.2.4 Acúmulo de forragem, composição morfológica e IAF

Em cada colheita foram feitas amostragens para quantificar a forragem acumulada acima do resíduo, usando duas molduras metálicas retangulares de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,33 \times 0,75\text{m}$) com pés nas alturas de 20 cm e 8 cm, dentro de cada subparcela, pesando-se o material fresco no campo. A produção de forragem foi calculada através da soma da forragem acumulada acima do resíduo em todas as colheitas de cada ano.

Do material fresco foram tomadas duas subamostras. Uma, em saco de pano, foi

pesada fresca (aproximadamente 500g) e levada diretamente para estufa a 55 °C até peso constante para determinação do teor de matéria seca. A outra subamostra foi colocada em sacos plásticos e resfriada para posterior separação morfológica. As subamostras de forragem coletadas foram separadas manualmente em seus componentes morfológicos (folhas, colmo e/ou pseudocolmo e material morto). Após a separação, as lâminas foliares verdes de cada subamostra foram escaneadas em integrador de área foliar modelo LI-3100 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA) para determinação da área foliar. Em seguida, as frações foram colocadas em estufa de circulação forçada a 60 °C até atingir peso constante para determinar a massa seca de cada componente. Estes dados foram utilizados para estimar a composição morfológica da forragem e os valores do índice de área foliar (IAF) em cada unidade de amostragem (moldura). Valores médios foram gerados para cada subparcela.

Os dados obtidos foram agrupados em conjuntos que representavam as condições do dossel em momentos distintos (Tabela 3), dentro dos quais o padrão de resposta das variáveis estudadas era relativamente uniforme, mas que, entre si, representavam mudanças potencialmente importantes em relação ao padrão de resposta ao longo do período experimental: Antes da “inversão” das alturas de corte (PreInv) = novembro e dezembro de 2010 e 2011 e janeiro de 2011 e 2012 e após “inversão” das alturas de corte (PosInv)=março, abril, maio, junho e julho dos anos 2011 e 2012.

Para o cálculo da produção de forragem total por ano foram utilizados os valores referentes a soma do acúmulo de forragem (forragem produzida acima do resíduo) de todos os cortes no período de dezembro a julho dos anos 2011 e 2012.

Tabela 3 - Descrição de como os dados obtidos das variáveis-resposta acúmulo de forragem, composição morfológica e índice de área foliar foram agrupados

Momentos	Descrição	Meses Avaliados
PreInv	Condição do dossel antes da “inversão” das alturas de corte	Novembro/Dezembro /Janeiro
PosInv	Condição do dossel após a “inversão” das alturas de corte	Março/Abril Maio/Junho/Julho

3.2.5 Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o recurso PROC MIXED do SAS[®] segundo um modelo de parcelas subdivididas. Cultivares (Decumbens e Xaraés), alturas de manejo (Alto, Baixo, Alto-Baixo e Baixo-Alto) e momento (pré-inversão e pós-inversão) foram considerados como efeitos fixos. Os dados são referentes a média dos dois anos de avaliação. Para escolha da matriz de covariância, foi utilizado o critério de informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Todos os conjuntos de dados foram testados, antes da análise geral global, com a finalidade de assegurar que as quatro prerrogativas básicas da análise de variância (aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos erros e homogeneidade de variâncias) fossem respeitadas. As médias entre manejos foram estimadas utilizando-se o LSMEANS, e a comparação entre elas, quando necessária, foi realizada por meio da probabilidade da diferença (PDIF), usando o teste t de Student, a 5% de probabilidade.

3.3 Resultados

3.3.1 Produção de forragem

A produção de forragem sofreu efeito da interação entre manejo x cultivar ($P < 0,0001$). Os manejos B (baixo) e BA (baixo-alto) foram os mais produtivos para todos os genótipos com produção média de 18289 e 17243 Mg.MS.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente. Houve redução ($P < 0,05$) na produção total de forragem.ano⁻¹ no cultivar Basilisk quando o dossel foi rebaixado (manejo AB). O Xaraés demonstrou menor variação na produção total de forragem por ano quando submetido aos manejos de “inversão”. Não houve diferença na produção total de forragem entre os cultivares Basilisk e Xaraés (Tabela 4).

Tabela 4 - Produção de forragem de dois genótipos de *Brachiaria* spp. submetidos a quatro manejos durante dois anos de avaliações

Cultivar	Manejos				Média
	A	AB	B	BA	
	Mg MS.ha ⁻¹ ano ⁻¹				
Basilisk	15797 Ba (712.30)	14979 Ba (712.30)	17323 Aa (712.30)	17943 Aa (712.30)	16510
Xaraés	16493 Ba (712.30)	16332 Ba (712.30)	19254 Aa (712.30)	16544 Ba (712.30)	17156
Média	16145	16343	18289	17243	

Letras minúsculas na coluna comparam médias entre genótipos para o mesmo manejo ($P < 0,05$). Letras maiúsculas na linha comparam médias entre manejos no mesmo genótipo ($P < 0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média

3.3.2 Acúmulo médio de forragem

O acúmulo de forragem sofreu efeito da interação entre manejo x genótipo x momento ($P=0.0010$). Antes da inversão (momento Pré Inversão) não houve diferença ($P>0,005$) entre as parcelas. Após a inversão houve redução do acúmulo de forragem para o manejo AB no cultivar Basilisk enquanto, para o Xaraés não houve efeito desse manejo na produção de forragem acumulada.corte⁻¹. Não foi observado efeito da inversão para o manejo BA nos dois genótipos. Os manejos B (baixo) e BA foram o mais produtivos com produção média de 6137 e 6265 Mg MS.ha⁻¹.corte⁻¹, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Acúmulo de forragem (AF) de dois genótipos de *Brachiaria* spp. submetidos a quatro manejos

Momento	Manejos				Média
	A	AB	B	BA	
	Mg MS ha ⁻¹ .corte				
	Basilisk				
Pré Inversão	3960 Ab (248,86)	4698 Aa (248,86)	4646 Ab (248,86)	4611 Ab (248,86)	4479
Pós Inversão	7229 Ba (248,86)	5247 Ca (248,86)	7706 ABa (248,86)	8275 Aa (248,86)	7114
	Xaraés				
Pré Inversão	4843 Ab (378,98)	4369 Ab (378,98)	4869 Ab (378,98)	4681 Ab (378,98)	4691
Pós Inversão	6489 Ba (378,98)	6671 Ba (378,98)	7840 Aa (378,98)	6978 ABa (378,98)	6995
Média	5630	5246	6137	6265	

Letras minúsculas na coluna comparam médias entre momentos para o mesmo manejo e genótipo ($P<0,05$). Letras maiúsculas na linha comparam médias entre manejos no mesmo momento e genótipo ($P<0,05$). Números entre parêntese correspondem ao erro padrão da média

PreInv- Condição do dossel antes da “inversão” das alturas de corte com avaliações realizadas nos meses de novembro, dezembro e janeiro

PosInv- Condição do dossel depois da “inversão” das alturas de corte com avaliações realizadas nos meses de março a junho.

A “inversão” das alturas de corte foi realizada no mês de fevereiro

3.3.3 Características estruturais do dossel

O genótipo Xaraés apresentou maior porcentagem de folhas, menor de colmos e menor de material morto em relação ao cultivar Basilisk.

Houve efeito ($P=0.0382$) da interação manejo x genótipo para porcentagem de folha. Para o cultivar Basilisk foi observada a maior porcentagem de folhas no manejo B e para o cultivar Xaraés no manejo BA. Quando houve rebaixamento do dossel (manejo AB) houve aumento na proporção de folhas no dossel (Tabela 6).

Tabela 6 - Porcentagem de folha de dois genótipos de *Brachiaria* spp. durante dois anos de avaliações

Cultivar	Manejo				Média
	A	AB	B	BA	
	----- % -----				
Basilisk	64.45 Bb (1.969)	69.08 ABb (1.969)	70.08 Ab (1.969)	69.52 ABb (1.969)	68.28
Xaraés	80.48 BCa (1.550)	77.40 Ca (1.550)	84.30 ABa (1.550)	87.79 Aa (1.550)	82.49
Média	72.47	73.24	77.19	78.66	

Letras maiúsculas na linha comparam médias entre manejos ($P < 0,05$). Letras minúsculas na coluna comparam médias entre genótipos para o mesmo manejo ($P < 0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média

Houve efeito ($P = 0.0432$) da interação manejo x cultivar para proporção de colmo da forragem acumulada. O cultivar Basilisk apresentou maior porcentagem de colmos (24,38 %) e o Xaraés menor porcentagem com 12.19% ($P < 0.0001$). Não houve efeito ($P > 0,05$) dos manejos para o cultivar Basilisk. O manejo BA mostrou-se com menor porcentagem de colmos no cultivar Xaraés (Tabela 7).

Tabela 7 - Porcentagem de colmo de dois genótipos de *Brachiaria* spp. durante dois anos de avaliações

Cultivar	Manejos				Média
	A	AB	B	BA	
	----- % -----				
Basilisk	26.03 Aa (1.647)	23.51 Aa (1.647)	22.84 Aa (1.647)	25.13 Aa (1.647)	24.38
Xaraés	15.31 Ab (1.316)	12.88 Ab (1.316)	11.86 ABb (1.316)	8.6 Bb (1.316)	12.19
Média	19.46	19.41	17.40	16.87	

Letras minúsculas na coluna comparam médias entre genótipos para o mesmo manejo e ($P < 0,05$)

Letras maiúsculas na linha comparam médias entre manejos no mesmo genótipo ($P < 0,05$)

Números entre parêntese correspondem ao erro padrão da média

Houve efeito para cultivar ($P < 0.0001$) e para a interação manejo x momento ($P = 0.0013$) na porcentagem de material morto. Após a inversão das alturas houve redução no porcentagem de material morto na forragem acumulada nos dois manejos (AB e BA). O manejo A apresentou maior porcentagem de material morto que o manejo B (Tabela 8). O cultivar Basilisk apresentou maior ($P < 0.05$) porcentagem de material morto (7.33%) que o Xaraés (5.30%) (Tabela 9).

Tabela 8 - Porcentagem de material morto submetidos a quatro manejos em momentos distintos de avaliação

Momentos	Manejos			
	A	AB	B	BA
	----- % -----			
PreInv	8.38 Aa (0.648)	9.43 Aa (0.648)	4.91 Ba (0.648)	4.89 Ba (0.648)
PosInv	7.75 Aa (0.648)	5.25 BCb (0.648)	5.88 Ba (0.648)	4.04 Ca (0.648)
Média	8.06	7.34	4.46	5.40

Letras maiúsculas na linha comparam médias entre manejos ($P < 0,05$)

Letras minúsculas na coluna comparam médias entre momentos para o mesmo manejo ($P < 0,05$)

Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média

PreInv- Condição do dossel antes da “inversão” das alturas de corte com avaliações realizadas nos meses de novembro, dezembro e janeiro

PosInv- Condição do dossel depois da “inversão” das alturas de corte com avaliações realizadas nos meses de março a junho.

A “inversão” das alturas de corte foi realizada no mês de fevereiro

Tabela 9 - Porcentagem de material morto de dois genótipos de *Brachiaria* spp. durante dois anos de avaliações

Cultivar	Manejos				Média
	A	AB	B	BA	
	----- % -----				
Basilisk	9.51 Aa (0.735)	7.40 Ba (0.735)	7.06 Ba (0.735)	5.34 Ba (0.735)	7.33
Xaraés	6.62 Ab (0.548)	7.27 Aa (0.548)	3.73 Bb (0.548)	3.59 Ba (0.548)	5.30
Média	8.06	7.34	4.46	5.40	

Letras maiúsculas na linha comparam médias entre manejos ($P < 0,05$). Letras minúsculas na coluna comparam médias entre genótipos para o mesmo manejo ($P < 0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média

Houve efeito da interação manejo x momento x genótipo ($P = 0.0231$) para o índice de área foliar (IAF). Antes da inversão os tratamentos alto (A e AB) se encontravam em uma condição semelhante. A mesma situação foi observada entre os tratamentos baixo (B e BA). Após a inversão das alturas de corte houve diminuição do IAF no manejo AB e aumento do IAF no manejo BA para ambos os genótipos (Tabela 10).

O IAF do cultivar Xaraés (1,89) foi maior 10 % que o Basilisk (1,71).

Tabela 10 – Índice de área foliar (IAF) de *Brachiaria* spp. durante dois anos de avaliações

Momentos	Manejos			
	A	AB	B	BA
Basilisk				
PreInv	1.95 Aa (0.056)	1.98 Aa (0.056)	1.54 Ba (0.056)	1.57 Bb (0.056)
PosInv	1.60 BCb (0.056)	1.47 Cb (0.056)	1.64 Ba (0.056)	1.96 Aa (0.056)
Xaraés				
PreInv	2.08 Aa (0.089)	1.91 Aa (0.089)	1.91 Aa (0.089)	1.81 Aa (0.089)
PosInv	1.79 Ab (0.089)	1.74 Aa (0.089)	1.99 Aa (0.089)	1.88 Aa (0.089)
Média	1,86	1,77	1,80	1,77

Letras minúsculas na coluna comparam médias entre momentos para o mesmo manejo e genótipo ($P < 0,05$). Letras maiúsculas na linha comparam médias entre manejos no mesmo momento e genótipo ($P < 0,05$). Números entre parêntese correspondem ao erro padrão da média

PreInv- Condição do dossel antes da “inversão” das alturas de corte com avaliações realizadas nos meses de novembro, dezembro e janeiro

PosInv- Condição do dossel depois da “inversão” das alturas de corte com avaliações realizadas nos meses de março a junho
A “inversão das alturas de corte foi realizada no mês de fevereiro

3.4 Discussão

O acúmulo de forragem após a desfolhação é o resultado líquido da síntese de tecidos novos, principalmente tecido foliar, e desaparecimento de tecidos foliares à medida que senescem e morrem.

Não houve influência da “inversão” das alturas de manejo em relação à produção total de forragem na estação, para *B. decumbens* (Tabela 4). Os manejos A e AB foram semelhantes ($P > 0,05$). Da mesma forma, os manejos B e BA também não diferiram entre si. Para o cultivar Xaraés não houve diferença ($P > 0,05$) na produção total de forragem.ano⁻¹ quando o dossel foi rebaixado (manejo AB). Também, a liberação do crescimento (gerando um aumento da altura do dossel) que ocorreu no manejo BA, não resultou em aumento da produção em relação ao manejo mantido sempre baixo. Isso contrasta com os resultados de Bircham e Hodgson (1984) em trabalho com 3 espécies (*Lolium perene* L., *Poa annua* L. e *Trifolium repens* L.) sob lotação contínua com alteração na massa de forragem da pastagem. Os autores observaram maiores taxas de acúmulo (Mg MS.ha⁻¹.dia⁻¹) no tratamento BA e crescimento inferior para o manejo AB.

Os dosséis mantidos sempre baixos (B) foram 8% e 11% mais produtivos que aqueles mantidos alto (A) nos capins Baslisk e Xaraés, respectivamente, mostrando que a altura média baixa (com altura pós-corte de oito centímetros) não afetou o crescimento das plantas dos dois genótipos avaliados como observado também por Rodrigues et al. (2007) e Lara e Pedreira (2011).

Antes da “inversão” as parcelas que continham os manejos A e AB eram semelhantes assim como, as parcelas com manejos B e BA, em ambos os capins, demonstrando um controle experimental adequado (Tabela 5). Após a “inversão” houve redução ($P>0,05$) no acúmulo de forragem sob o manejo AB na *B. decumbens*, enquanto para o capim Xaraés não houve efeito desse manejo na produção de forragem acumulada por corte. Isso não é concidente com o que foi reportado por Portela et al. (2011) que reportaram alta adaptabilidade do capim braquiária a manejos mais intensos devido à sua morfologia, que permite rápida recuperação do dossel nessas situações. Uma possível explicação é que na época (fevereiro) em que foi efetuada a inversão das alturas o capim-braquiária apresentava alto proporção de perfilhos reprodutivos (Tabela 11), que foram decapitados no momento do rebaixamento do dossel. É razoável concluir que, como consequência da elevação do meristema apical, característica própria deste estado fenológico da planta, o meristema foi eliminado resultando, portanto, em morte de perfilhos. O conteúdo de lâminas foliares de azevém perene também sofreu influência do estado fenológico com diminuição de 85 para 20% da matéria seca entre a fase inicial vegetativa e o estágio completamente florescido (MINSON et al., 1960)

Segundo Costa et al. (2009) dosséis mantidos sob regime de desfolhação mais intensos se caracterizaram por uma maior proporção de material vivo e a maior elevação do meristema apical aumenta a chance de ser removido pelo corte ou pastejo, alterando grandemente a arquitetura da planta, pela quebra da dominância apical. Essa dominância, controlada por hormônios do grupo das auxinas, inibe ou promove o perfilhamento, de acordo com a severidade, a época de remoção e o genótipo da planta (FAVORETTO, 1993).

Também houve diminuição do IAF (Tabela10), o que pode estar associado ao fato das plantas terem sido forçadas a emitir perfilhos novos para manter a perenidade causando estresse e provavelmente gerando mobilização de reservas. Neste mesmo momento, o capim Xaraés não apresentou perfilhos reprodutivos. Dessa maneira, a altura residual (8 cm) imposta pelo tratamento não foi suficiente para afetar o crescimento da planta. Rodrigues et al. (2007) também observou mesma resposta do capim Xaraés.

Tabela 11 – Porcentagem de perfilhos reprodutivos em *Brachiaria decumbens* submetidos a quatro manejos

Mês	A	AB	B	BA
	----- % -----			
JAN	11.5	10.5	0.7	0.8
FEV	15.1	14.3	0.1	0.2
MAR	4.8	0.81	1.9	38
ABR	3.2	0.64	1.7	12.5
MAI	3.2	0.2	4.9	1.6
JUN	26.7	0.2	0.1	5.5

Não houve efeito ($P>0,05$) da “inversão” para o manejo BA quando foi permitido o crescimento livre do dossel nos dois genótipos. No entanto, no geral, os manejos B (baixo) e BA acumularam maior quantidade de forragem por corte, com produção média de 6137 e 6265 Mg. MS.ha⁻¹.corte⁻¹, respectivamente. Foi medida também maior proporção de folhas nestes manejos (77,19 e 78,66%, respectivamente) (Tabela 6) e menor proporção de material morto (4,46 e 5,40%, respectivamente) (Tabela 8). Esse padrão é consistente com os relatos da literatura científica (SANTOS et al., 2011; MANARIM et al., 2008; BRAGA et al., 2008)

Não houve efeito do manejo AB para proporção de folhas nos dois genótipos. Os manejos A e AB apresentaram menor acúmulo de forragem por corte (Tabela 5) com média de 5630 e 5246 Mg MS.ha⁻¹.corte⁻¹, respectivamente, menor proporção de folhas (Tabela 6) e maior proporção de material morto em relação aos outros manejos. Santos et al. (2011) relataram que dosséis manejos mais altos continham mais perfilhos mortos e reprodutivos.

O capim Xaraés apresentou maior proporção de folhas (84,4%), menor de colmos (12,19%) e menor de material morto (5,3%) em relação ao capim-braquiária que apresentou 68,28; 24,38 e 7,33% para os componentes folha, colmo e material morto, respectivamente. Esse padrão também foi observado por (FONTES, 2012)

Houve efeito da interação manejo x momento x cultivar ($P=0.0231$) para o índice de área foliar (IAF). Antes da inversão os tratamentos altos (A e AB) se encontravam em uma condição semelhante. A mesma situação foi observada entre os tratamentos baixo (B e BA). Após a inversão das alturas de corte houve diminuição do IAF nos manejos AB e A. Como houve essa diminuição tanto no manejo referência (A) e no manejo de mudança súbita (AB) essa resposta encontrada provavelmente foi devido a diminuição da temperatura nos meses subsequentes à “inversão” (Tabela 2). Mannerje e Pritchard (1974) afirmaram que a associação de baixas temperaturas e curtos fotoperíodos deve ser o principal fator climático limitante do crescimento de plantas forrageiras irrigadas.

Houve aumento do IAF no manejo BA para o cultivar Basilisk (Tabela 10). O IAF do cultivar Xaraés (1,89) foi superior em 10 % que o Basilisk (1,71), o que era esperado já que a proporção de folhas para esse genótipo também foi superior. A Tabela 12 resume algumas características estruturais do dossel geradas através de médias globais que envolvem os cultivar Basilisk e Xaraés. Nota-se que não houve grandes diferenças nas características dos dosséis submetidos aos manejos de mudança súbita (AB e BA) em relação àquelas dos dosséis submetidos aos manejos de referência (A e B). No entanto, o aumento da intensidade de corte provocou aumento da quantidade de lâminas foliares e diminuição do material morto, similar ao reportado por Manarim et al. (2008) com o cultivar Basilisk.

Tabela 12 - Características estruturais de *Brachiaria spp.* submetidas a quatro manejos

Componentes estruturais	Manejo			
	A	AB	B	BA
Folha (%)	72.42 B (1.253)	73.24 B (1.253)	78.19 A (1.253)	77.66 A (1.253)
Colmo (%)	19.46 A (1.054)	19.41 A (1.054)	17.40 A (1.054)	16.89 A (1.054)
Material Morto (%)	8.06 A (0.458)	7.34 A (0.458)	4.40 B (0.458)	5.44 B (0.458)
IAF (Índice de área foliar)	1.86 A (0.037)	1.77 A (0.037)	1.80 A (0.037)	1.77 A (0.037)

Números entre parêntese correspondem ao erro padrão da média

3.5 Conclusões

O aumento na intensidade de desfolhação aumentou a produção total de forragem por ano em ambos os cultivares.

O cultivar Xaraés, quando submetido às condições adotadas neste experimento, se mostrou mais tolerante às mudanças na intensidade de desfolhação devido às suas características fenológicas.

Referências

- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The effects of change in herbage mass on rates of herbage growth and senescence in mixed swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 39, p. 111-115, 1984.
- BRAGA, G.J.; PORTELA, J.N.; LEITE, V.B.; PEDREIRA, C.G.S.; OLIVEIRA, E.A. Composição morfológica da espécie *Brachiaria decumbens* em pastagens manejadas sob

lotação intermitente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agrônômica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônômicas, 1960. 634 p. (Serviço Nacional de Pesquisas Agrônômicas. Boletim, 12).

BROUGHAM, R.M. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 7, n. 5, p. 377-387, 1956.

COSTA, N.L.; GIANLUPPI, V.; BENDAHAN, A.B.; BRAGA, R.M.; MATTOS, P.S.R. **Fisiologia e manejo de gramíneas forrageiras tropicais**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. 20 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 17).

FAVORETTO, V. Adaptação de plantas forrageiras ao pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1993. p. 130-165.

FONTES, J.G.G. **Acúmulo de massa seca de *Brachiaria brizantha* submetida a intensidades de desfolhação**. 2012. 67 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009.

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

LARA, M.A.S.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 760-767, 2011.

MANARIM, G.R.; SÁ, R.J.F.; DEBIAZZI, A.M.; PORTELA, J.N.; BRAGA, G.J.; CARVALHO, M.S.S.; PEDREIRA, C.G.S. Composição morfológica da forragem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em pastagens manejadas sob lotação intermitente. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 16., 2008, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2008.

MANNETJE, L.; PRITCHARD, A.J. The effect of day length and temperature on introduced legumes and grasses for the tropics and sub-tropics of coastal Australia. I. Dry matter production, tillering and leaf area. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 14, n. 1, p. 173-181, 1974.

MINSON, D.J.; RAYMOND, W.F.; HARRIS, C.E. Study in the digestibility of S37 cocksfoot, S23 ryegrass and S24 ryegrass. **Journal of the British Grasslands Society**, Kenilworth, v. 15, p. 174-180, 1960.

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, R.C.; MOURAO, G.B.; VALINOTE, A.C.; HERLING, V.R. Reservas orgânicas relação parte aérea-raiz e C-N e eliminação do meristema apical no capim xaraés

sob doses de nitrogênio e potássio. **Brazilian Animal Science**, Goiânia, v. 8, p. 505–514, 2007.

RODRIGUES, R.C.; MOURAO, G.B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 394-400, 2008.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; BALBINO, E.M.; MAGALHÃES, M.A. Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 139-145, 2010.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; PIMENTEL, R.M.; SILVA, G.P.; SILVA, S.P. Caracterização de perfilhos de capim-braquiária em locais com três intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 4, p. 961-975, 2011a.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M. da; PIMENTEL, R.M.; SILVA, G.P.; GOMES, V.M.; SILVA, S.P. da. Número e peso de perfilhos no pasto de capim-braquiária sob lotação contínua. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 131-136, 2011b.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; SILVA, G.P.; BRAZ, T.G.S.; GOMES, V.M.; SILVA, S.P. Defoliation patterns in signal grass tillers with varying heights in the same pasture. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 259-265, 2013.

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

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

4 DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS E DINÂMICA DO PERFILHAMENTO EM PASTOS DE *Brachiaria* spp. EM RESPOSTA À MUDANÇA NA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO

Resumo

A densidade populacional de perfilhos é uma característica estrutural do dossel de grande importância no manejo de pastagens, pois é um dos definidores do índice de área foliar (IAF). As medições destas características são importantes para descrição da dinâmica de auto-regulação da população de perfilhos, e fornece informações sobre o tempo necessário para a restauração do equilíbrio do sistema. O objetivo deste estudo foi descrever e explicar a dinâmica das variações na densidade populacional de perfilhos e do perfilhamento de dois genótipos de *Brachiaria* spp (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* (Hochts. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés) em resposta à mudança súbita na intensidade de desfolhação por corte. O experimento foi realizado na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", campus da USP, localizado em Piracicaba - SP, no período de novembro de 2010 a junho de 2012. O delineamento utilizado foi de blocos completos casualizados com parcelas subdivididas, formadas por dois genótipos alocados nas parcelas e quatro manejos contrastantes dispostos nas subparcelas, com 4 repetições totalizando 32 unidades experimentais. Os manejos consistiram na busca de uma condição de altura média que foi caracterizada para cada um dos manejos, alto (A) e baixo (B), em cada um dos capins, Basilisk e Xaraés. Foi assumido que a altura média poderia ser representada por regimes de desfolhação intermitente que consistissem de alturas pré- e pós-corte, específicas para cada genótipo. Foram avaliadas a densidade populacional de perfilhos, taxa de aparecimento e de mortalidade de perfilhos e a massa de perfilhos individuais. Houve efeito da interação manejo x genótipo x momento (pré- ou pós-inversão) para densidade populacional de perfilhos (DPP), massa de perfilhos individuais e taxa de aparecimento de perfilhos (TA_p). Na época (fevereiro) em que foi efetuada a inversão das alturas de manejo o capim-braquiária apresentou alta proporção de perfilhos reprodutivos. No tratamento com manejo B (baixo) houve a maior renovação de perfilhos na comunidade de plantas devido a maiores taxas de mortalidade e maior aparecimento de perfilhos novos. Sob maior intensidade de desfolhação, o capim Basilisk, apresentou maior mortalidade de perfilhos que foi compensada pela maior taxa de aparecimento. Essa alta renovação contribuiu para a persistência. A redução na altura média de desfolhação interferiu, de forma expressiva, no perfilhamento e resultou em alta mortalidade de perfilhos, o que foi mais ou menos drástico dependendo do estado fenológico da planta

Palavras-chave: Altura de corte; Irrigação; Demografia

Abstract

Tiller population density is an important structural feature of forage grasses and is a key factor in the context of defoliation management, as it defines the leaf area index (LAI). Quantifying tiller density and dynamics is important as these are descriptors of the dynamics of self-regulation of tiller numbers in the sward, and impact the time required for the reestablishing sward stability after a structural disturbance such as defoliation. The aim of this study was to describe and explain the tiller density and tiller dynamics of two genotypes of *Brachiaria* spp in response to the change in intensity of defoliation. The experiment was carried out at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP, in Piracicaba - SP, from November 2010

to June 2012. The experimental design was a randomized complete block in split plot arrangement with four replications. Genotypes were allocated to plots and four contrasting clipping managements were allocated to subplots, totaling 32 experimental units. Managements were mean sward heights calculated by averaging target pre-harvest and stubble heights in a clipping schedule. Mean heights were assigned a “high” (H) and “low” (L) value, specific for each genotype. Tiller population density, tiller appearance rate, tiller mortality and weight of individual tillers were evaluated. A significant management x genotype x time interaction was found for tiller density population (TDP), mass of individual tillers and tiller appearance rate (TAR). At the time mean defoliation height was shifted (February), signalgrass showed high proportion of reproductive tillers. Low (L) swards had greater tiller turnover due to both high mortality and tillering rates. Under higher defoliation intensities signalgrass showed higher tiller mortality which was offset by the higher rate of tillering, contributing to the grass persistence. The reduction in the average stubble height affected tillering of both grasses and resulted in high mortality of tillers, which was more or less severe depending on phenological stage.

Keywords: Intensity clipping; Irrigation; Palisadegrass

4.1 Introdução

A densidade populacional de perfilhos é uma característica estrutural do dossel de grande importância no manejo de pastagens, pois é um dos definidores do índice de área foliar (IAF). O IAF é definido pelo tamanho médio das folhas, pela densidade populacional de perfilhos e pelo número médio de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE, 1997). Essas características, por sua vez, são influenciadas pelo regime de desfolhação, particularmente pela intensidade de pastejo ou corte, pois determina a proporção de parte aérea da planta colhida alterando, assim, a área foliar remanescente e a quantidade e qualidade da radiação que chega à base da planta. Com isso, afeta as características morfogênicas (alongamento de colmo, alongamento da folha, aparecimento de folha e tempo de vida da folha) e pode causar modificações nas características estruturais do dossel (relação folha:colmo, tamanho da folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho) (SBRISSIA; Da SILVA, 2001).

Alterações morfológicas são tidas como mecanismos de adaptação à desfolhação de médio e longo prazo, contrariamente ao balanço de carbono e nitrogênio, que representa um mecanismo fisiológico de curto prazo. Uma vez submetido ao estresse da desfolhação a planta inicia um processo de mudanças fisiológicas de curto prazo para tentar manter seu equilíbrio dentro da comunidade de plantas. Se o estresse persistir ou se sua intensidade aumentar, respostas fisiológicas deixam de ser efetivas e precisam ser combinadas com respostas

morfológicas, caracterizando a natureza dinâmica das alterações de forma das plantas em pastagens e sua influência sobre a estrutura do dossel (FISCHER; DA SILVA, 2001).

O perfilhamento é uma das características mais importantes para a produtividade das gramíneas (CORSI et al., 1994) além do que, o número (densidade) e o peso dos perfilhos são os únicos fatores que efetivamente determinam alterações na produção de forragem (NELSON; ZARROUG, 1981). Além de interferir em relação à produtividade, o perfilhamento é importante durante o estabelecimento e também para a perenidade das gramíneas forrageiras, além de assegurar maior proteção do solo contra a ação de fatores de ambiente (erosão), contribuir para maior resistência a pragas e doenças, e controlar a presença de plantas invasoras através do sombreamento (PEDREIRA et al., 2001).

Pastos mantidos baixos sob lotação contínua apresentam alta densidade de perfilhos menores, com folhas de menor dimensão, entretanto, pastos mantidos altos, apresentam baixa densidade de perfilhos maiores, com folhas de maior tamanho (MATTHEW et al., 2000). Por outro lado, em situações de lotação intermitente a competição por luz aumenta continuamente durante o período de rebrotação e a cada desfolhação ocorre uma rápida modificação na quantidade e na qualidade da luz absorvida e na estrutura do dossel, determinadas e influenciadas pela severidade do pastejo ou corte. Sob regime intermitente de desfolhação as plantas tendem a desenvolver folhas mais longas e reduzir a taxa de perfilhamento (NELSON, 2000), situação que resulta em dosséis com menor densidade populacional de perfilhos grandes.

O objetivo deste estudo foi descrever e explicar a densidade populacional de perfilhos e dinâmica do perfilhamento de dois genótipos de *Brachiaria* spp em resposta à mudança na intensidade de desfolhação por corte.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo. A área está situada no município de Piracicaba, SP (22°42' S, 47°38' W e 546 m de altitude). O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho eutroférico, com horizonte A moderado e textura que varia de argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 1999), e tem alta fertilidade (Tabela 1) não requerendo correções.

Tabela 1 - Análise de terra proveniente da área experimental

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V%
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----	mmol/dm ³	-----				
5,2	30	17	3,9	43	19	31	65,9	96,9	68

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é o Cwa, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, com temperaturas médias inferiores a 18°C no mês mais frio e superiores a 22°C na época mais quente (BRASIL, 1960). Os dados climáticos referentes ao período experimental (Tabela 2) foram coletados na estação meteorológica, localizada no Departamento de Biosistemas da ESALQ distante cerca de 2 km da área experimental.

Tabela 2 - Descrição das condições climáticas mensais ao longo do período experimental em Piracicaba, São Paulo

Variável Ambiental	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
2010-2011												
Radiação solar global (MJ m ⁻² d ⁻¹)	20.81	22.63	20.83	21.01	21.04	15.21	16.14	14.91	13.82	14.74	16.96	23.42
Temperatura máxima (°C)	28.5	30.5	30.8	31.0	31.8	28.2	29.2	25.9	24.6	27.0	28.1	30.3
Temperatura mínima (°C)	15.6	17.7	19.9	20.3	20.4	19.6	17.5	12.5	9.3	12.8	13.2	12.9
Precipitação (mm)	86.6	38.3	225.7	400.7	137.9	218.3	131.2	29.0	48.8	3.0	30.8	1.7
2011-2012												
Radiação solar global (MJ m ⁻² d ⁻¹)	21.31	24.87	25.43	21.72	24.65	23.72	18.27	16.75	11.91	16.70	21.12	21.19
Temperatura máxima (°C)	29.6	29.4	30.7	29.2	33.1	31.6	29.8	26.2	24.5	26.4	27.8	30.6
Temperatura mínima (°C)	17.1	16.6	18.6	18.5	20.1	18.8	18.0	13.9	14.0	11.2	11.9	14.6
Precipitação (mm)	193.9	155.3	153.4	214.9	138.7	61.5	159.2	57.8	158.0	24.7	0.0	40.9

A área foi irrigada e o manejo da irrigação foi realizado por meio do monitoramento das condições hídricas do solo com a utilização de dez tensiômetros instalados a 30 cm de profundidade. Sempre que a leitura do potencial hídrico do solo atingiu – 40 kPa o sistema de irrigação era acionado e o tempo controlado para evitar escoamento superficial de água. O balanço hídrico foi calculado baseado nas informações do posto meteorológico e dados de lâmina de água aplicadas no campo (Figura 3). Dessa forma, foram mantidas as características de produção intensiva de forragem, evitando que a água fosse o fator limitante do crescimento, permitindo que as variações estacionais das respostas medidas, consistissem apenas de fatores ambientais não controláveis (fotoperíodo e temperatura) e do manejo aplicado.

Durante o período experimental a forragem foi colhida utilizando-se uma motosssegadora de barra (Figura 4).

Figura 1 - Médias mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas durante o período experimental nos anos de 2010 e 2011 comparados com dados médios coletados na estação meteorológica da USP ESALQ desde 1917

Figura 2 - Médias mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas durante o período experimental nos anos de 2011 e 2012 comparados com dados médios coletados na estação meteorológica da USP ESALQ desde 1917

Figura 3 - Balanço hídrico referente ao período experimental (outubro de 2010 a setembro de 2012), por decêndios, com irrigação (A) e sem irrigação (B)

Figura 4 - Aspecto da área experimental no momento do corte das parcelas

4.2.2 Delineamento experimental e manejo da colheita

Foram avaliados dois genótipos do gênero *Brachiaria*, sendo um da espécie *B. brizantha* (Xaraés) e um da espécie *B. decumbens* (Basilisk), em um delineamento experimental de blocos completos casualizados com parcelas subdivididas. Os dois genótipos foram alocados nas parcelas e os quatro manejos contrastantes dispostos nas subparcelas, com 4 repetições totalizando 32 unidades experimentais. Os manejos consistiram na busca de uma condição de altura média que foi caracterizada para cada um dos manejos, Alto (A) e Baixo (B), em cada um dos capins, Basilisk e Xaraés. Foi assumido que a altura média poderia ser representada por regimes de desfolhação intermitente que consistissem de alturas pré e pós-corte, específica para cada genótipo. Os manejos foram os seguintes:

- 3) Manejos de Referência – foram dois manejos denominados de Alto (A) e Baixo (B) onde houve a manutenção da altura média das unidades experimentais durante todo o período experimental. No manejo B (baixo) foram mantidas parcelas com altura pré- corte de 28 cm e altura residual de 8 cm para o Basilisk (altura média de 18 cm); 33 cm de altura pré- corte e altura residual de 8 cm para o Xaraés (altura média de 21 cm). Assumiu-se que essa condição, determinada pelas alturas média, geraria um tratamento de manejo baixo para ambos os capins. Ademais, se buscou também um tratamento de manejo alto (A) onde altura média determinasse uma condição na qual o manejo fosse considerado alto para os capins avaliados. As alturas residuais e pré-corte foram de 20 e 45 cm, respectivamente, resultando em uma altura média de 33 cm para o Xaraés e para o Basilisk adotou-se 40 cm de altura pré-corte e 20 cm de altura residual, resultando em uma altura média de 30 cm. Estas diferenças nas alturas média foram propostas em decorrência do porte dos genótipos avaliados.
- 4) Manejos de Mudança Súbita- nestes manejos a altura média do dossel foi mudada subitamente num ciclo de crescimento na metade da estação verão (fevereiro), o que caracterizou uma alteração repentina (“inversão”) na intensidade de desfolhação. Foram dois manejos denominados de AB (alto/baixo) e BA (baixo/alto). No manejo AB (alto/baixo) a unidade experimental que era mantida com altura média de um tratamento de manejo alto (33 cm para o Xaraés e 30 cm para o Basilisk) sofreu uma alteração súbita no manejo, que consistiu no rebaixamento da altura média do dossel proporcionando uma nova condição, agora, de um tratamento de manejo baixo, com altura média de 18 cm e 21 cm para o Basilisk e o Xaraés, respectivamente, ou seja, houve aumento da intensidade de desfolhação. O dossel foi mantido nesta nova condição (manejo B) pelos próximos ciclos de rebrotação. No manejo BA

(baixo/alto) a altura média da unidade experimental que era mantida na condição de manejo B (baixo), com altura média de 18 cm para o Basilisk e 21 cm para o Xaraés, foi mudada num ciclo de crescimento na metade da estação verão (fevereiro) onde foi permitido que o dossel crescesse até atingir a altura média de um tratamento de manejo alto. O dossel foi mantido nesta condição de manejo A (alto) pelos próximos ciclos de rebrotação.

Cada parcela media 4 x 9m, totalizando 36m², separadas por corredores de 0,8 m de largura. Cada subparcela media 2 x 4,5m. As 32 parcelas (2 genótipos x 4 manejos x 4 repetições) foram estabelecidas no verão 2004/2005 e em dezembro de 2009 estas parcelas foram subdivididas para serem manejadas com alturas média que conjecturassem em um manejo Alto (A) e Baixo (B). Essas duas metades foram mantidas nos manejos denominados “B” e “A” até 21 de dezembro de 2010. A “inversão” das alturas de manejo ocorreu exatamente no momento do corte do segundo ciclo de rebrotação. Este evento consistiu no aumento da intensidade de desfolhação em metade da subparcela, onde a altura média era mantida alta, e redução na intensidade de desfolhação na outra metade da subparcela, onde a altura média era mantida baixa. Sendo assim, após às modificações no manejo, cada parcela possuiu quatro manejos diferentes (B, A, BA e AB) para cada genótipo, conforme ilustra o croqui da área experimental (Figura 5). As avaliações foram realizadas por dois anos experimentais.

O período experimental teve início em novembro após um período de 90 dias em que os manejos A ou B foram impostos às subparcelas e assumiu-se que a condição de cada subparcela encontrava-se adaptada e estabilizada. Para obter a estabilidade do dossel no início do experimento, a forragem das subparcelas foi cortada nas alturas experimentais antes do início do período experimental. Quando a altura das mesmas alcançou a altura pré-corte de 40 cm para Basilisk e 45 cm para Xaraés, com altura residual de 20 cm - manejo “A”- e 28 cm para Basilisk e 33 cm para Xaraés, com altura residual de 8 cm - manejo “B”- fixando o incremento de massa na altura de 20 cm para Basilisk e 25 cm para Xaraés, acima da linha de corte para ambos os manejos.

Estas diferenças nas alturas de corte foram propostas em decorrência da natureza dos genótipos avaliados de forma que estas alturas instituíssem os manejos A (alto) e B (baixo) para os respectivos capins.

Figura 5 - Croqui da área experimental

Para a condição de crescimento “B” as alturas médias corresponderam a 18 e 21 cm e para “A” as alturas médias foram de 30 e 33 cm para os capins Basilisk e Xaraés, respectivamente. A altura média foi determinada de acordo com a equação:

$$\text{Altura Média} = \frac{\text{altura de corte} + \text{altura do resíduo}}{2}$$

2

Assim como em trabalhos em que interceptação luminosa é o critério para determinar o momento da colheita da forragem, o presente trabalho baseado em alturas não possibilita a determinação de datas específicas de corte.

Foram realizadas adubações de produção com 240 kg ha⁻¹ano⁻¹ de N e K₂O, simulando um sistema de produção intensivo de forragem sob desfolhação intermitente. Para tanto, adubações manuais foram realizadas imediatamente após cada corte. Após as adubações procedeu-se a irrigação.

4.2.3 Mudanças no manejo das parcelas: “inversão” das alturas médias dos dosséis

Em um experimento anterior realizado entre outubro de 2007 a outubro de 2008 as parcelas se encontravam subdividas longitudinalmente em duas metades (subparcelas). Cada metade foi submetida a uma altura de corte de 15 ou 7,5 cm. Após o término deste experimento as alturas de corte e as condições adequadas de manejo foram adotados até Junho de 2010, porém sem avaliações experimentais na área.

A partir de julho de 2010 as metades (subparcelas) de cada parcela foram mantidas sob o regime de corte determinado pela altura do dossel como descrito no item 4.2.2. Os dosséis foram caracterizados como “A” e “B”, expresso pela altura média do dossel até o início do verão (21 de dezembro de 2010). Até esse momento as avaliações eram realizadas em uma parcela que foi subdividida em duas subparcelas (uma com manejo “A” e outra com manejo “B”). A partir dessa data, quando as metades alcançaram a altura de colheita determinada para cada genótipo, a outra metade das mesmas tiveram suas alturas médias invertidas (de A para B ou de B para A) e a outra metade permaneceu sob o manejo original (mesma altura média - Manejo de Referência). Dessa forma, as parcelas que se encontravam inicialmente subdividas longitudinalmente em duas metades (subparcelas) após a “inversão” passaram a ficar subdividas em quatro subparcelas (Figura 6).

Sendo assim, onde houve “inversão” a altura do resíduo que era mantido “A” foi reduzida de 20 para 8 cm ao nível do solo, e a altura ao corte também foi rebaixada de 40 para 28 cm para a Basilisk e de 45 para 33 cm para o capim Xaraés.

O procedimento de “inversão” objetivou mimetizar cenários cuja estrutura do pasto vinha sendo mantida sob controle e que num determinado momento sai da condição de equilíbrio. O primeiro cenário (AB) caracterizado pela redução drástica da massa de forragem no pasto, pode ocorrer, por exemplo nos pastos com a chegada do inverno (seca). Um segundo cenário (BA), poderia ser aquele onde a estrutura do pasto vinha sendo mantida sob controle e num determinado momento é fechado para vedação ou diferimento. No final do período experimental, que se estendeu até a uniformização e estabilização da nova população após a modificação no manejo, haviam quatro condições para cada genótipo. (B, A, BA e AB) (Figura 7).

Figura 6 – Esquema da “inversão” das alturas dos dosséis durante o período experimental

Figura 7 - Vista da área após condicionamento do pasto aos manejos experimentais

4.2.4 Densidade populacional e massa de perfilhos

Por se tratar de um manejo de colheita intermitente da forragem, a caracterização da densidade populacional de perfilhos foi realizada uma vez por ciclo de rebrotação quando o dossel atingiu a altura média. Para a condição de crescimento “Baixo” as alturas médias

corresponderam a 18 e 21 cm e na condição “Alto” as alturas médias foram de 30 e 33 cm para os genótipos Basilisk e Xaraés, respectivamente. Após o período de mudança súbita na intensidade de desfolhação (“inversão” das alturas médias), essas medições foram realizadas quando o dossel atingiu a altura média nos ciclo de rebrotação antes da inversão (PreInv) e na inversão. No ciclo de rebrotação após a inversão essas avaliações foram realizadas quando o dossel atingiu a altura média (PosInv1), e na altura pré-corte (PosInv2). As avaliações foram feitas com uma maior frequência com o intuito de documentar detalhadamente as alterações na população de perfilhos desencadeadas pela inversão.

Para obtenção dos dados de densidade populacional de perfilhos realizou-se contagens do número de perfilhos contidos no interior de dois retângulos de 0,20 x 0,5 m² em local representativo da média da subparcela (LARA, 2011).

Os dados foram divididos em quatros conjuntos que representavam as condições do dossel em momentos distintos (Tabela3), dentro dos quais o padrão de resposta das variáveis estudadas era relativamente uniforme, mas que, entre si, representavam mudanças potencialmente importantes ao longo do período experimental: Antes da “inversão” das alturas de corte (PreInv) = novembro e dezembro de 2010 e 2011 e janeiro dos anos de 2011 e 2012; no momento da “inversão” das alturas de corte (Inversão)= fevereiro de 2011 e 2012; na primeira avaliação após “inversão” das alturas de corte (PosInv1)=março e abril de 2011 e 2012; e na segunda avaliação após a “inversão” das alturas de corte (PosInv2)=maio, junho e julho de 2011 e 2012.

Tabela 3 - Descrição de como os dados obtidos da avaliação de densidade populacional de perfilhos foram agrupados

Momento	Descrição	Meses Avaliados
PreInv	Condição do dossel antes da “inversão” das alturas de corte	Novembro/Dezembro/Janeiro
Inversão	Condição do dossel no momento da “inversão” das alturas de corte	Fevereiro
PosInv1	Condição do dossel na primeira avaliação após “inversão” das alturas de corte	Março/Abril
PosInv2	Condição do dossel na segunda avaliação após a “inversão” das alturas de corte	Maio/Junho/Julho

O peso médio dos perfilhos foi obtido a partir de uma amostragem de 30 perfilhos colhidos aleatoriamente em cada unidade experimental (subparcela), quando a altura do pasto correspondeu a altura média nos ciclos. Após a amostragem, os perfilhos foram separados em basais e aéreos, e em seguida secos em estufa a 60°C por 72 horas para a obtenção do peso seco. Foi considerado perfilho basal aquele oriundo de gemas basais, localizadas próximas e/ou ao nível da superfície do solo. Os perfilhos aéreos corresponderam àqueles originados de gemas laterais no perfilho basal principal.

4.2.5 Dinâmica do perfilhamento

Para as avaliações dos padrões demográficos de perfilhamento e sua dinâmica (taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos) foram escolhidos dois pontos de amostragem por unidade experimental. Cada ponto de amostragem foi constituído de um anel de PVC com 20 cm de diâmetro e quatro cm de altura, fixado ao solo por meio de grampos metálicos, numa área considerada como representativas da condição média da subparcela, segundo avaliação visual da altura e massa de forragem.

As avaliações foram feitas quando o dossel atingiu a altura média nos ciclo de rebrotação antes da inversão (PreInv) e na inversão. No ciclo de rebrotação após a inversão essas avaliações foram realizadas quando o dossel atingiu a altura média (PosInv1), e na altura pré-corte (PosInv2). Na primeira avaliação, todos os perfilhos dentro dos anéis, tanto basais como aéreos, foram marcados com fios metálicos encapados com plástico de uma determinada cor. Na segunda avaliação, apenas os perfilhos vivos existentes nos anéis de amostragem, oriundos da primeira marcação, foram contados (os perfilhos mortos foram determinados por diferença entre o número de perfilhos existentes na última geração menos o número de perfilhos da geração anterior) e os novos, que apareceram entre os períodos de amostragem, foram marcados com fios de cor diferente da anterior. Assim, a primeira marcação foi denominada de geração 0 (G0), a segunda de G1 e assim sucessivamente até o último período de avaliação conforme descrito por Carvalho et al. (2000). Como o intervalo de colheita foi variável para os manejos, os valores das taxas foram calculados e ajustados para um período padrão de 30 dias (GIACOMINI, 2007).

Os dados foram agrupados em quatro grupos que representavam as condições do dossel em momentos distintos (Tabela 3), dentro dos quais o padrão de resposta das variáveis estudadas era relativamente uniforme, mas que, entre si, representavam mudanças potencialmente importantes ao longo do período experimental: Antes da “inversão” das alturas

de corte (PreInv) = novembro e dezembro de 2010 e 2011 e janeiro de 2011 e 2012; no momento da “inversão” das alturas de corte (Inversão)= fevereiro de 2011 e 2012; na primeira avaliação após “inversão” das alturas de corte (PosInv1)=março e abril de 2011 e 2012; e na segunda avaliação após a “inversão” das alturas de corte (PosInv2)=maio, junho e julho de 2011 e 2012.

4.2.6 Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o recurso PROC MIXED do SAS[®]. Cultivares (Basilisk e Xaraés), alturas de manejo (Alto, Baixo, Alto-Baixo e Baixo-Alto) e época (pré-inversão e pós-inversão) foram considerados como efeitos fixos. Para escolha da matriz de covariância, foi utilizado o critério de informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Todos os conjuntos de dados foram testados, antes da análise geral global, com a finalidade de assegurar que as quatro prerrogativas básicas da análise de variância (aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos erros e homogeneidade de variâncias) fossem respeitadas. As médias entre manejos foram estimadas utilizando-se o LSMEANS, e a comparação entre elas, quando necessária, foi realizada por meio da probabilidade da diferença (PDIFF), usando o teste t de Student, a 5% de probabilidade.

4.3 Resultados

4.3.1 Densidade Populacional de Perfilhos (DPP)

A densidade populacional de perfilhos (DPP) sofreu efeito da interação manejo x genótipo x momento ($P < 0,0009$). A altura de corte afetou a DPP ($P < 0,05$) de forma que o manejo B apresentou maior número de perfilhos basais que o manejo A, em ambos os genótipos (Figura 8).

O capim Xaraés apresentou menor DPP com média de 1001 perfilhos/m² e menor variação na DPP entre os manejos. Nos manejos de mudança súbita a DPP não variou entre os momentos no manejo AB ($P > 0,05$) e diminuiu no manejo BA ($P < 0,05$). Nos manejos referência houve variação no número total de perfilhos basais ao longo dos momentos experimentais somente no manejo B permanecendo estável durante o período experimental no manejo A.

Figura 8 - Densidade populacional de perfilhos basais (perfilhos.m⁻²) nos momentos experimentais, para os dois capins estudados PreInv-Condição do dossel antes da inversão das alturas de corte. Inversão- Condição do dossel no momento da inversão das alturas de corte. PosInv1- Condição do dossel na primeira avaliação após inversão das alturas de corte. PosInv2- Condição do dossel na segunda avaliação após a inversão das alturas de corte. Letras maiúsculas comparam médias dos manejos. Letras minúsculas comparam médias de manejos dentro de momento. Erro padrão da média=56,41. As setas indicam momento em que o florescimento apresentou maior incidência. Não foi observado florescimento representativo do genótipo xaraés ao longo do período experimental

Houve maior participação de perfilhos reprodutivos no genótipo Basilisk (Tabela 4). Nos meses do ano em que o florescimento foi maior houve redução do número de perfilhos nos manejos altos.

Tabela 4 - Porcentagens de perfilhos reprodutivos em *Brachiaria decumbens* submetidos a quatro manejos

Mês	A	AB	B	BA
	----- % -----			
JAN	11.5	10.5	0.7	0.8
FEV	15.1	14.3	0.1	0.2
MAR	4.8	0.81	1.9	38
ABR	3.2	0.64	1.7	12.5
MAI	3.2	0.2	4.9	1.6
JUN	26.7	0.2	0.1	5.5

A massa de perfilhos individuais sofreu efeito da interação manejo x cultivar x momento ($P < 0,0001$). Dentro do mesmo genótipo houve padrão semelhante de resposta mostrando que os manejos de referência (A e B) não geraram mudanças ao longo do período experimental. Os perfilhos pertencentes ao manejo A foram mais pesados que o B em ambos os genótipos.

Houve aumento da massa de perfilhos individuais no manejo BA e redução da mesma no manejo AB, em ambos os genótipos.

A maior massa por perfilho foi registrada para o cultivar Xaraés ($P < 0,05$) com média de 0,98 g. O Basilisk obteve massa de 0,74 g por perfilho.

Figura 9 - Massa de perfilhos individuais de dois genótipos de *Brachiaria* spp. submetidos a quatro manejos

4.3.2 Taxa de aparecimento de perfilhos

A taxa de aparecimento de perfilhos (TA_p) sofreu efeito da interação manejo x genótipo x momento ($P < 0,0114$). O manejo AB apresentou maior taxa de aparecimento de perfilhos. Após a segunda avaliação depois da “inversão” das alturas houve queda na TA_p para o cultivar Basilisk.

Figura 10 - Taxa de aparecimento (Número de perfilhos.100 perfilhos⁻¹ 30 dias⁻¹) de dois genótipos de *Brachiaria* spp. submetidos a quatro manejos

PreInv- Condição do dossel antes da inversão das alturas de corte

Inversão- Condição do dossel no momento da inversão das alturas de corte

PosInv1- Condição do dossel na primeira avaliação após inversão das alturas de corte

PosInv2 Condição do dossel na segunda avaliação após a inversão das alturas de corte

4.3.3 Taxa de mortalidade de perfilhos

A taxa de mortalidade de perfilhos (TMp) sofreu efeito de manejo ($P=0,0122$), momento ($P<0,0001$), cultivar ($P=0,0349$) e a interação cultivar x momento ($P<0,001$). Entre os manejos, o AB apresentou maior TMp, seguida do manejo B e BA. O manejo A apresentou menor TMp (Tabela5).

Tabela 5 - Taxa de mortalidade de dois genótipos de *Brachiaria* spp. submetidos a quatro manejos

Manejo	Taxa de mortalidade de perfilhos
----- perfilhos por 100 perfilhos por 30 dias -----	
A	42,7 (3,64) B
AB	56,5 (3,64) A
B	52,9 (3,64) A
BA	42,7 (3,64) B

Houve maior TMp no momento da segunda avaliação, após a “inversão” das alturas de colheita. Valores intermediários foram registrados no momento da primeira avaliação após a inversão das alturas de corte e no momento que antecedeu a inversão. Menores valores de TAp foram observados no momento da inversão (Tabela 6).

Tabela 6 - Taxa de mortalidade de dois genótipos de *Brachiaria* spp. submetidos a quatro manejos em momentos distintos

Momento	Taxa de mortalidade de perfilhos
----- perfilhos por 100 perfilhos por 30 dias -----	
PreInv	48,9 (3,64) B
Inv	31,5 (3,64) C
PosInv1	53,0 (3,64) AB
PosInv2	61,3 (3,64) A

O cultivar Basilisk apresentou maior ($P<0,005$) TMp com 56,2 perfilhos.100 perfilhos⁻¹. 30 dias⁻¹ que o cultivar Xaraés que obteve taxa média de mortalidade de perfilhos de 44,1 perfilhos.100 perfilhos⁻¹. 30 dias⁻¹ assim como, no momento da segunda avaliação após a inversão das alturas de corte (Tabela 7).

Tabela 7 - Taxa de mortalidade de dois genótipos de *Brachiaria* spp. submetidos a mudança súbita de manejo

Genótipo	Momentos				Média
	PreInv ¹	Inv ²	PosInv1 ³	PosInv2 ⁴	
- - - - - perfilhos por 100 perfilhos por 30 dias - - - - -					
Basilisk	62.0 ABa (5.14)	29.8 Ca (5.14)	70.5 Aa (5.14)	48.0 Bb (5,14)	52.6
Xaraés	35.8 Bb (5.14)	33.3 Ba (5.14)	35.6 Bb (5.14)	74.6 Aa (5.14)	44.9
Média	48.9	31.5	53.0	61.3	

¹- Condição do dossel antes da inversão das alturas de corte

²- Condição do dossel no momento da inversão das alturas de corte

³- Condição do dossel na primeira avaliação após inversão das alturas de corte

⁴- Condição do dossel na segunda avaliação após a inversão das alturas de corte

Letras minúsculas na coluna comparam médias entre genótipos para o mesmo momento (P<0,05). Letras maiúsculas na linha comparam médias entre momentos para o mesmo genótipo (P<0,05). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média

4.4 Discussão

Embora pertençam ao mesmo gênero, a *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk e *Brachiária brizantha* vc. Xaraés apresentam características estruturais e fisiológicas diferentes, o que resulta em respostas adaptativas às condições de ambiente e de manejo também distintas.

A DPP é uma característica estrutural de grande importância para a persistência e produtividade de pastagens. Em dosséis sob lotação intermitente, a intensidade de desfolhação também atua como reguladora do ambiente luminoso das plantas (PORTELA et al., 2011). Conforme a severidade da desfolhação, as gemas basais são estimuladas pela luz, o que aumenta a população de perfilhos na pastagem. Da mesma forma que Bircham e Hodgson (1983), Bircham e Hodgson (1984), Sbrissia e Da Silva (2001), Zarrouh e Nelson (1980), Casagrande et al. (2010) a colheita da forragem mais intensa proporcionou maior DPP para os dois genótipos (Figura 8). A densidade populacional de perfilhos é o componente do IAF que permite maior flexibilidade de ajuste por parte da planta a diferentes regimes de desfolhação (SBRISSIA; Da SILVA, 2001).

Não houve alteração na DPP após aumento da intensidade de corte no Xaraés (manejo AB). Segundo Rodrigues et al. (2007) não houve significativa eliminação do meristema apical deste genótipo com cortes realizados a uma altura de 10 cm. Lara e Pedreira (2011) encontraram valores de 1005 perfilhos.m⁻² em dosséis manejados à 7,5 cm de altura residual.

No manejo BA, em ambos os genótipos, houve redução número de perfilhos na

avaliação PosInv 2 (Figura 8) com aumento da massa individual de perfilhos (Figura 9). Esse padrão pode ser explicado pelo mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em comunidades de gramíneas citado nos trabalhos de Grant e King (1984), Bircham e Hodgson (1983), Sbrissia e Da Silva (2008) e Matthew et al. (1995).

O manejo AB no capim Basilisk resultou em maior proporção de perfilhos reprodutivos no momento da inversão (fevereiro) (Tabela 4), o que teve como consequência a eliminação do meristema apical, que se eleva neste estado fenológico da planta (SANTOS; CORRÊA, 2009). Após a eliminação do meristema apical ocorre morte do perfilho cujo meristema foi eliminado (SANTOS et al., 2009). No mês de fevereiro, também ocorreu maior porcentagem de reprodutivos em experimento de Moraes et al. (2006), em seguida, neste mesmo trabalho, houve decréscimo na porcentagem de perfilhos reprodutivos até os meses de agosto a novembro, quando praticamente não ocorreu florescimento. O mesmo não aconteceu com o dossel manejado baixo devido, possivelmente, aos mecanismos de adaptação desta planta. Dentre esses mecanismos se destacam mudanças morfológicas como o hábito de crescimento mais prostrado e maior densidade de perfilhos com menor massa (Figura 9). Neste tratamento houve a maior renovação de perfilhos na comunidade de plantas devido a maiores taxas de mortalidade (Tabela 8) e maior aparecimento, no entanto, não resultou em maior DPP. Segundo Langer (1972) a produção de novos perfilhos normalmente é um processo contínuo que pode ser acelerado pela desfolhação da planta e pela consequente melhoria do ambiente luminoso na base do dossel. A produção contínua de novos perfilhos, para reposição daqueles que morreram, é um fator chave na persistência de gramíneas perenes.

As condições em que o dossel foi submetido a maiores intensidades de corte (B e AB), no capim Basilisk apresentaram maior mortalidade de perfilhos que foi compensada pela maior taxa de aparecimento de perfilhos contribuindo para persistência do dossel. Bahmani et al. (2003) descreve essa relação entre aparecimento e morte de perfilhos.

Apesar de ser determinada geneticamente a DPP é fortemente influenciada por fatores ambientais como luz e temperatura (DURU; DUROCQ, 2000; Van ESBROECK et al., 1989) que, consequentemente, afetam as taxas de mortalidade e aparecimento de perfilhos. Em geral, as menores taxas de aparecimento de perfilhos ocorreram no momento PosInv 2, provavelmente, devido à influência de fatores ambientais intrínsecos da época em que foram realizadas as avaliações (maio, junho e julho) como descrito por Giacomini et al. (2009) e Fagundes et al. (2005).

4.5 Conclusões

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, a redução na altura de corte influenciou, de forma mais expressiva, o perfilhamento de gramíneas. O aumento da intensidade de corte resultou em alta mortalidade de perfilhos influenciada pelo estado fenológico da planta.

O manejo com maior intensidade de corte gerou a maior renovação dos perfilhos.

Referências

- BAHMANI, I.; THOM, E.R.; MATTHEW, C.; HOOPER, R.J.; LEMAIRE, G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 54, p. 803-817, 2003.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed sward under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 323-331, 1983.
- _____. The effects of change in herbage mass on rates of herbage growth and senescence in mixed swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 39, p. 111-115, 1984.
- CASAGRANDE, D.R.; RUGGIERI, A.C.; JANUSCKIEWICZ, E.R.; GOMIDE, J.A.; REIS, R.A.; VALENTE, A.L.S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v. 39, n. 10, p. 2108-2115, 2010.
- CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.A.; SANTOS, P.M.; DA SILVA, S.C. Base para o estabelecimento de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 249-266.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves of a tiller ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, Oxford, v. 85, p. 635-643, May 2000.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M. da; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; VITOR, C.M.T.; MORAIS, R.V. de; MISTURA, C.; REIS, G.C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 397-403, 2005.
- FISCHER, A.; Da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 733-754.
- GIACOMINI, A.A.; DA SILVA, S.C.; LUCENA, D.O. de; ZEFERINO, S.C.V.; TRINDADE, J.K.; SOUZA JÚNIOR, S.J.; TRINDADE, J.K. da; GUARDA, V. del'A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, p. 733-741, 2009.

GRANT, S.A.; KING, J. **Grazing management and pasture production: the importance of sward morphological adaptations and canopy photosynthesis**. Edinburgh: The Hill Farming Research Organization, 1984. p. 119-128. (Biannual Report, 1982/83).

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

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, n. 1, 1997, Viçosa **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 115-144.

MATTHEW, C.; LEMAIER, G.; SACKVILLE HAMILTON, N.R.; HERNANDEZ-GARAY, A. A modified self-thinning equation do describe size / density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, Oxford, v. 76, p. 579-587, 1995.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON, N.R. Tiller dynamics in grazed swards. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, H. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology of natural grasslands**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 109-133.

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

NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Oxford: CAB International, 2000. p. 101-126.

NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: BIENNIAL SYMPOSIUM OF PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 1., 1981, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: British Grassland Society, 1981. p. 25-29.

PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L. de; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 772-807.

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.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, A.C.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I. Características estruturais e índice de tombamento de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em pastagens diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 626-634, 2009.

SANTOS, P.M.; CORRÊA, L.A. **Manejo de pastagens tropicais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 20 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 46).

SBRISSIA, A.F.; Da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In:

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 731-754.

_____. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.

VAN ESBROECK, G.A.; HUSSEY, M.A.; SANDERSON, M.A. Leaf appearance rate and final number of switch grass cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 2, p. 864-870, 1997.

ZARROUGH, K.M.; NELSON, C.J. Regrowth of genotypes of tall fescue differing in yield per tiller. **Crop Science**, Madison, v. 20, n. 4, p. 540-544, 1980.