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

Desempenho produtivo e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de desfolhação

Valdson José da Silva

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

Piracicaba
2012

Valdson José da Silva
Zootecnista

Desempenho produtivo e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de desfolhação

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

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

Piracicaba
2012

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

Silva, Valdson José da
Desempenho produtivo e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de desfolhação / Valdson José da Silva.- - Piracicaba, 2012.
84 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Capim Tifton 2. Desfolha 3. Gramíneas forrageiras 4. Morfologia vegetal 5. Produção vegetal I. Título

CDD 633.2
S586d

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

Dedico

Aos meus queridos pais, Maria e Antônio,

pelo incentivo e confiança.

Ofereço

Aos meus irmãos, Valdicleide, Valdineide e Valdemir,

pelo apoio carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

O momento de agradecer chegou! Neste momento parei... pensei... e comecei olhar para o passado e percebi que em cada momento contei com a colaboração de diversas pessoas, e na minha reflexão, percebi que muitas vezes foram elas que me deram ânimo, incentivo, e me inspiraram a seguir em frente em minha jornada. Por isso, eu só poderia começar agradecendo a Deus por ter colocado essas pessoas amigas e companheiras em minha vida. Mais adiante, lembrei de alguns momentos difíceis e outros de descontração que compartilhei com aqueles que estavam próximo, e também com alguns que estavam distante, sempre me apoiando e torcendo para que tudo caminhasse bem. À todas essas pessoas: muito obrigado!

Agora, gostaria de agradecer ao professor Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira, pela orientação e ensinamentos durante todo o programa de mestrado. Sem dúvida, um grande exemplo de ética e conduta profissional.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens, em especial aos professores Carla, Gerson, Patrícia, Sila e Zico pelos ensinamentos durante as disciplinas.

Aos colegas do grupo de pesquisa (GP^2) e contemporâneos no programa de pós-graduação, Aliedson Sampaio, Ana Flávia, Débora Basto, Diego Noleto, Damião Nguluve, Davi Aquino, Ianê, Marcos Carvalho, Murilo Saraiva, Márcio Lara, Jorge Portela, toda ajuda nas atividades de campo e laboratório e também pelos diversos momentos de descontração.

À todos os estagiários do GP^2 que me ajudaram durante a execução do projeto, em especial aos bolsistas de IC Mariana Abdal (Mafalda), Felipe Niitsu (Kçilds) e Liliane Silva (Kraxá), toda ajuda e diligência na realização das atividades de campo e laboratório, e também ao Mateus (Baiano) e Carla (Goretti) e vários outros estagiários que não estou aqui mencionando, mas que contribuíram em diversas etapas de realização de atividades. Se você leitor, for uma dessas pessoas, certamente deve saber o quanto sou grato. Sem a ajuda, colaboração e companheirismo de vocês, todas as estapas desse trabalho seriam comprometidas.

Aos pesquisadores da Embrapa, Bruno Pedreira, pela ajuda na elaboração do projeto e apoio na formação do banco de dados, e Felipe Tonato, pelas dicas durante a execução do projeto e planilhas disponibilizadas para organização dos dados obtidos em campo.

Aos colegas de laboratório, Eliana, Thiago, Adenilson, Lilian, Cléo, Lucas, Guilherme, Jacqueline, Stéphanie pela ajuda ou simples momentos de descontração e aos diversos colegas do programa de pós-graduação, com quem tive o prazer de dividir parte do tempo em

disciplinas e outras atividades, em especial ao “grupinho do mal”: Milla, Danilo, Gustavo e Léo.

Aos servidores do Departamento de Zootecnia da ESALQ, Juscelino e Emerson, por toda ajuda nas diversas vezes que precisei de conserto das máquinas utilizadas no projeto.

Não posso deixar de agradecer à FAPESP pela concessão da bolsa e financiamento do projeto de pesquisa.

À Michele Bernardino e Edney Silva pelos diversos momentos que compartilhamos, apoio e incentivo e as amigas Emilene e Natália, pelo companheirismo e amizade.

Aos professores da área de forragicultura da UFRPE, Mércia Virgínia e Alexandre Mello, e em especial ao prof. José Carlos Dubeux Jr., por ter acreditado em meu potencial e incentivado a ir mais longe e buscar novas oportunidades. Também a prof. Adriana Guim e a Zootecnista Priscila, por todo o apoio e carinho.

Aos meus amigos da UFRPE, que mesmo à distância, sempre me apoiaram e dividiram comigo bons momentos, em especial a Janete, Carla, Edvaldo, Gleiciana, Rosa, Rerisson e Hiran.

Aos meus familiares, que mesmo à distância, sempre se fizeram presentes em minha vida, sempre me apoiando. À minha querida Dani, por todo carinho e paciência durante todo esse tempo.

Muito obrigado!!!

It is not the critic who counts; not the man who points out how the strong man stumbles, or where the doer of deeds could have done them better. The credit belongs to the man who is actually in the arena, whose face is marred by dust and sweat and blood; who strives valiantly; who errs, who comes short again and again, because there is no effort without error and shortcoming; but who does actually strive to do the deeds; who knows great enthusiasms, the great devotions; who spends himself in a worthy cause; who at the best knows in the end the triumph of high achievement, and who at the worst, if he fails, at least fails while daring greatly, so that his place shall never be with those cold and timid souls who neither know victory nor defeat.

Theodore Roosevelt – Ex-President of USA (1901-1909) - *Excerpt from the speech "Citizenship in a Republic" delivered at the Sorbonne, in Paris, France on April 23, 1910.*

SUMÁRIO

RESUMO 11
ABSTRACT 13
1 INTRODUÇÃO 15
Referências 16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17
2.1 Gramíneas do gênero *Cynodon*: origem, importância e utilização 17
2.2 Características morfofisiológicas de plantas forrageiras em resposta à desfolhação 20
2.3 Crescimento de plantas forrageiras e a produção de forragem 21
Referências 25
3 FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO COMO DETERMINANTE DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E ESTRUTURAIS DE CAPINS DO GÊNERO *Cynodon* 31
Resumo 31
Abstract 31
3.1 Introdução 32
3.2 Material e métodos 33
3.2.1 Local do experimento 33
3.2.2 Gramíneas estudadas, delineamento experimetal e colheita da forragem 35
3.2.3 Acúmulo de forragem e composição morfológica 38
3.2.4 Altura do dossel, índice de área foliar (IAF), interceptação de luz (IL) e ângulos foliares 40
3.2.5 Densidade volumétrica da forragem acumulada 41
3.2.6 Análise dos dados 41
3.3 Resultados 42
3.3.1 Acúmulo total de forragem 42
3.3.2 Acúmulo estacional de forragem 42
3.3.3 Distribuição percentual da produção de forragem nas estações do ano 43
3.3.4 Proporção de folhas na forragem colhida 44
3.3.5 Proporção de colmo na forragem colhida 44
3.3.6 Proporção de material morto na forragem colhida 45
3.3.7 Relação folha/colmo na forragem colhida nas estações do ano 46
3.3.8 Altura do dossel no pré-corte 47

3.3.9 Ângulo foliar no pré-corte nas estações do ano 48
3.3.10 Índice de área foliar (IAF) no pré-corte..... 49
3.3.11 Interceptação de luz no pré-corte 50
3.3.12 Densidade volumétrica da forragem acumulada 51
3.4 Discussão 52
3.5 Conclusões 58
Referências 58
4 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DOS CAPINS JIGGS E TIFTON 85 EM RESPOSTA À FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO 63
Resumo 63
Abstract 63
4.1 Introdução 64
4.2 Material e Métodos..... 65
4.2.1 Local do experimento 65
4.2.2 Gramíneas estudadas, tratamentos e delineamento experimental 67
4.2.3 Amostragens para análise de crescimento 68
4.2.4 Cálculo das variáveis da análise de crescimento 69
4.2.5 Eficiência de colheita 70
4.2.6 Análise dos dados..... 70
4.3 Resultados..... 71
4.3.1 Taxa de crescimento da cultura (TCC)..... 71
4.3.2 Taxa de crescimento relativo (TCR) 71
4.3.3 Taxa de assimilação líquida (TAL) 72
4.3.4 Razão de área foliar (RAF) 73
4.3.5 Razão de peso foliar (RPF) 74
4.3.6 Área foliar específica (AFE) 75
4.3.7 Índice de área foliar destrutivo (IAF) 76
4.3.8 Eficiência de colheita (EC) 77
4.4 Discussão 78
4.5 Conclusões 82
Referências 82

RESUMO

Desempenho produtivo e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta a frequências de desfolhação

No Brasil, a produção das pastagens é um importante componente da bovinocultura pois o pasto é o principal recurso alimentar utilizado na alimentação do maior rebanho comercial de bovinos do mundo. Assim, é imprescindível o conhecimento dos fatores de manejo que interferem na produção de forragem, tornando mais clara a tomada de decisões dentro do sistema de produção. Contudo, para algumas plantas forrageiras, a exemplo das gramíneas do gênero *Cynodon*, informações técnico-científicas ainda são escassas em regiões tropicais, especialmente para genótipos recentemente introduzidos, como os capins Jiggs e Vaquero. Isso leva ao estreitamento de oportunidades de utilização eficiente desses materiais, uma vez que diferenças entre *Cynodons*, por sutis que sejam, sugerem a necessidade de manejos diferentes para que cada genótipo externe seu potencial. O estudo de plantas forrageiras colhidas sob diferentes regimes de desfolhação pode ajudar na diferenciação do potencial de produção e utilização de espécies e cultivares dentro de estratégias de manejo estabelecidos a partir de determinação dos limites ecofisiológicos do manejo proposto. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi descrever e explicar características produtivas, morfológicas e estruturais dos capins Tifton 85, Jiggs e Vaquero e parâmetros de crescimento dos capins Jiggs e Tifton 85 em resposta às frequências de desfolhação de 14, 28 e 42 dias. O experimento foi conduzido na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", campus da USP, localizado em Piracicaba – SP, no período de 21 de dezembro de 2010 a 21 de dezembro de 2011. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial, possibilitando a combinação entre os capins e as três frequências de desfolhação, com quatro repetições. Foram avaliadas a produção total e estacional de forragem, composição morfológica da forragem colhida e caracteríticas estruturais do dossel, incluido altura no pré-corte, IAF e interceptação de luz dos capins Tifton 85, Jiggs e Vaquero. Foi também realizada a análise de crescimento dos capins Tifton 85 e Jiggs, determinando-se a taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimiliação líquida (TAL), características morfológicas e eficiência de colheita (EC). No verão e primavera, o capim Jiggs é tão produtivo quanto o Tifton 85, porém o Tifton 85 apresenta maior proporção de folhas na forragem colhida. Na frequência de 42 dias, o capim Jiggs é mais produtivo que os demais cultivares quando considerada a produção total de forragem (25,96 Mg MS ha^{-1}), mas é semelhante ao Tifton 85 na frequência de 28 dias (16,64 Mg MS ha^{-1}). Considerando a produção de forragem e relação folha/colmo, no verão e primavera, o corte dos capins Jiggs e Tifton 85 deve ser realizado a cada 28 dias e o Vaquero na frequência de 42 dias. O capim Vaquero é menos estacional, devido à menor produção de forragem na primavera e verão. Independente da frequência de desfolhação, o capim Jiggs apresentou maior taxa de assimilação líquida (TAL) (10,56 g m^2 dia^{-1}). Características morfológicas e estruturais do dossel fazem com que o Jiggs tenha maiores de taxas de crescimento relativo (TCR) para atingir os níveis de produção do Tifton 85 no verão e primavera. Gramíneas com produção semelhante nas estações de crescimento podem apresentar diferenças importantes na estrutura do dossel e taxas de crescimento, indicando que a utilização de práticas de manejo generalistas em cultivares de *Cynodon* podem afetar o potencial produtivo e as características morfológicas da forragem colhida.

Palavras-chave: Produção; Jiggs; Tifton 85; Vaquero

ABSTRACT

Productive performance and growth analysis of *Cynodon* grasses in response to frequency of defoliation

In Brazil, forage production is key because it is the main feed resource used to feed the largest commercial cattle herd in the world. Thus, it is essential to know the management factors that influence forage production, and that can be uses in decision-making within the production system. However, for some forages, suchas grasses of the genus *Cynodon*, technical and scientific information are still scarce in tropical regions, especially for recently-introduced genotypes, such as Jiggs and Vaquero bermudagrasses. This narrows the range of opportunity for efficient use of these materials, since differences between *Cynodons*, for subtle they are, suggest the need forgenotype-specific management so that each grass can be used to its full potential. The study of forages harvested under different frequencies of defoliation can help differentiate yield potential and best utilization methods of species and cultivars under such managements if they are established from information on the ecophysiological limits resulting from the management proposed. The objective of this study was to describe and explain productive, morphological and structural traits, Tifton 85, Jiggs and Vaquero bermudagrasses, and growth patterns of Tifton 85 and Jiggs bermudagrasses in response to frequencies of defoliation (every 14, 28 and 42 days). The trial was carried out at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, in Piracicaba - SP, from December 21, 2010 through December 21, 2011. A completely randomized design was used with a factorial arrangement, with four replications. Responses measured included total and seasonal yield, plant-part composition of the forage harvested and canopy characteristics, pre-harvest sward height, LAI and light interception of Tifton 85, Jiggs and Vaquero bermudagrasses. Growth analysis was also performed on Tifton 85 and Jiggs bermudagrasses, including crop growth rate (CGR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), morphological characteristics and harvest efficiency (HE). In spring and summer, Jiggs bermudagrass is as productive as Tifton 85, but Tifton 85 forage is leafier. Under the 42-d frequency Jiggs is more productive than the other cultivars for total forage production (25.96 Mg MS ha^{-1}), but is similar to Tifton 85 at the frequency of 28 days (16.64 Mg MS ha^{-1}). For optimal forage production and leaf / stem ratio, in summer and spring, Jiggs and Tifton 85 should be harvested every 28 days, and Vaquero every 42 days. Vaquero has a less pronounced seasonal growth, mainly because poor forage production in spring and summer. Regardless of the clipping frequency, Jiggs had great net assimilation rate (NAR) (10.56 g m^2 day^{-1}). Plant-part composition and canopy structure make for high relative growth rates (RGR) of Jiggs, similar to that of Tifton 85 in spring and summer. Grasses with similar level of production in the growing season may have important differences in canopy structure and growth rates, indicating that the use of non-specific management practices in *Cynodons* can affect the productive potential and the morphological characteristics of the forage harvested.

Keywords: Production; Jiggs; Tifton 85; Vaquero

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com mais de 204 milhões de cabeças de gado, e é também um dos maiores exportadores de carne bovina, movimentando mais de 5,4 bilhões de dólares por ano (FAO, 2011). A produção é fundamentalmente baseada na utilização de forragem e suportada por aproximadamente 197 milhões de hectares de áreas de pastagens (FAO, 2011), que ajudam a reduzir os custos de produção e contribuem para o aumento da competitividade econômica da atividade.

Nos últimos 20 anos, a produção de carne bovina no Brasil apresentou um expressivo crescimento, passando de 5,48 milhões de toneladas em 1991 para 9,03 milhões de toneladas em 2011 (FAO, 2011), e isso aconteceu sem grandes incrementos na área total destinada à produção de forragem (DUBEUX JR. et al., 2011). Entretanto, o aumento da producão poderia ser ainda maior, considerando que grande parte das áreas de pastagens são exploradas abaixo do potencial de produção, devido a utilização de critérios generalistas no manejo das plantas forrageiras utilizadas sob corte ou pastejo. Assim, o país apresenta grande potencial para aumento na produtividade sem a necessidade de abertura de novas áreas, por meio da utilização de técnicas de manejo e intensificação da produção nas áreas existentes.

A estacionalidade de produção das pastagens é apontadacomo um dos fatores de maior importância na determinação da baixa produtividade animal no Brasil (CORSI; MARTHA JR.,1998). Contudo, isso é questionável, tendo em vista a situação de países de clima temperado, onde esta característica tende a ser ainda mais acentuada, mas onde, devido ao planejamento da produção de forragem e uso estratégico de técnicas de conservação e suplementação volumosa, os índices produtivos são elevados. Nesse sentido, para a adoção de técnicas adequadas de manejo do processo de produção de forragem fazem-se necessários o conhecimento e o entendimento dos padrões de crescimento e respostas morfosiológicas de plantas forrageiras em diferentes condições de meio e manejo, permitindo assim a utilização estratégica da forragem produzida ao longo do ano.

Entre as opções forrageiras disponíveis, as gramíneas do gênero *Cynodon* tem se destacado pela sua flexibilidade de uso e elevado potencial de produção de forragem (MANDEBVU et al., 1999). Entretanto, até mesmo para o capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.), um dos mais conhecido deste gênero entre os cultivares utilizados para produção de forragem, ainda se fazem necessárias informações técnico-científicas sobre o manejo sob corte ou pastejo. Adicionalmente, novos materiais desse gênero foram introduzidos no Brasil e têm despertado o interesse dos produtores, devido a características produtivas e facilidade de

implantação em áreas de pastagens. Entre os novos materiais, encontram-se os capins Vaquero, propagado por sementes, e Jiggs, híbrido propagado vegetativamente, que tem mostrado elevado potencial de produção de forragem e velocidade de estabelecimento e persistência em áreas de pastagens (MISLEVY; MILLER; MARTIN, 2008).

Considerando que o manejo e as variações sazonais do clima afetam a velocidade de crescimento e os processos de fotossíntese, respiração e partição de fotoassimilados das plantas forrageiras, ainda há uma relativa escassez de dados relacionados ao crescimento e ecofisiologia de plantas forrageiras do gênero *Cynodon* em regiões de clima tropical, (particularmente as lançadas mais recentemente como alternativas forrageiras). Nesse sentido, objetivou-se com esse trabalho descrever e explicar respostas de cultivares de capins do gênero *Cynodon* submetidas a três frequências de desfolhação (14, 28 e 42 dias de rebrotação), por meio da descrição comparativa do desempenho produtivo, dinâmica de acúmulo de forragem (Tifton 85, Jiggs e Vaquero) e parâmetros de crescimento (Tifton 85 e Jiggs).

Referências

CORSI, M.; MARTHA JR., G.B. Manejo de pastagens para a produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998. Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 55-84.

DUBEUX JR, J.C.B.; MUIR, J.P.; SANTOS, M.V.F.; VENDRAMINI, J.M.B.; MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A. Improving grassland productivity in the face of economic, social, and environmental challenges. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, p.280-290, 2011.

FAO, 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations Brazilian, http://www.faostat.fao.org/. Acesso em: jan. 2012.

MANDEBVU, P.; WEST, J.W.; HILL, G.M.; GATES, R.N.; HATFIELD, R.D.; MULLINIX, B.G. PARKS, A.H.; CAUDLE A.B. Comparison of Tifton 85 and Coastal bermudagrasses for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. **Journal of Animal Science,** Champaign, v. 77, p.1572–1586, 1999.

MISLEVY, P.; MILLER, O.P.; MARTIN, F.G. Influence of grazing frequency on *Cynodon* grasses grown in peninsular Florida. **Forage and Grazinglands**, Madison, 2008. Disponível em:<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/fg/research/2008/cynodon/>. Acesso em: 21 mai. 2012.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gramíneas do gênero *Cynodon*: origem, importância e utilização

Assim como a maioria das gramíneas forrageiras tropicais, as gramíneas do gênero *Cynodon* têm como principal centro de origem o continente africano (HARLAN; DE WET; RAWAL, 1970), e fazem parte de um grupo relativamente pequeno dentro da subfamília *Chloridoideae*. Clayton e Harlan (1970), utilizaram a presença de rizomas como principal característica para diferenciação entre o *Cynodon dactylon* (as gramas ou capins bermuda, com rizomas) e *C. plectostachyus, C. aethiopicus* e *C. nlemfluënsis* (estas três, gramas ou capins estrela, sem rizomas). Inicialmente consideradas como invasoras, a seleção e melhoramento desses materiais levaram a uma verdadeira revolução na pecuária dos Estados Unidos a partir da década de 1930 (PEDREIRA; NUSSIO; SILVA, 1998). Ainda hoje, capins desse gênero têm sido objeto de renovado interesse por parte da indústria pecuária norte-americana, com novos materiais forrageiros deste grupo sendo disponibilizado periodicamente, oriundos de programas de melhoramento genético dirigidos para fins específicos ou descoberta de novas plantas (PEDREIRA, 2010). Ainda de acordo com esse autor, o grupo das gramas bermuda (*C. dactylon*) representa o táxon de maior importância econômica, devido a grande variabilidade morfológica, distribuição geográfica e potencial de utilização.

Os capins do gênero *Cynodon* formam um dos grupos mais difundidos e utilizados em todo o mundo (HANNA; SOLENBERGER, 2007). Espécies e cultivares desse gênero, especialmente os pertencentes ao grupo das gramas bermudas, têm sido largamente utilizados para produção de feno e pastejo no sudeste dos Estados Unidos devido ao elevado potencial de produção de forragem, rápido estabelecimento, tolerância a seca e desfolhação (HILL; GATES; WEST, 2001; REDFEARN; NELSON, 2003), sendo também recentemente considerados como potencial fonte de celulose para produção de etanol (ANDERSON et al., 2007; MUIR et al., 2010).

Embora possuam boa adaptação a condições de clima e solo do Brasil as gramíneas do gênero *Cynodon* são pouco exploradas, em comparação com outras espécies, como as dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, mas apresentam grande potencial para utilização, tanto em sistemas de pastejo, quanto de produção de feno. Genótipos pertencentes a esse gênero, devido à pequena diferença entre o tempo de desidratação de folhas e o de colmos, permitem a produção de feno de qualidade em um reduzido tempo de secagem (HADDAD; CASTRO, 1998), e atualmente são as principais forrageiras utilizadas para este fim.

Existem vários cultivares de *Cynodon*, com diferentes potenciais de produção de forragem e composição química (HILL; GATES; WEST, 2001), sendo o cultivar Tifton 85 (*Cynodon* spp.) considerado o melhor cultivar lançado deste gênero até hoje (RODRIGUES; REIS; SOARES FILHO,1998). Este material é um híbrido interespecífico F1 entre o Tifton 68 e um acesso denominado P290884 (introdução sul-africana) lançado em 1992 pelo Dr. G. W. Burton na Universidade da Geórgia (EUA) (BURTON; GATES; HILL, 1993). De introdução relativamente recente no Brasil, foi trazido por produtores particulares em meados da década de 90, quando os *Cynodons* foram os "capins da moda" (PEDREIRA; NUSSIO; SILVA, 1998), e é hoje a preferida na formação de novas áreas de *Cynodon* no Brasil.

Mais recentemente, outros *Cynodons* (na maioria, cultivares comerciais lançados nos EUA) foram trazidos ao país, entre eles o capim Jiggs, que é uma variedade de grama bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.], propagado a partir de mudas e que tem origem incerta, acreditando-se ser um material desenvolvido por produtores americanos (lançamento particular sem registro oficial), mais especificamente um pecuarista do oeste do Texas chamado J. C. Riggs (BADE, 2000). Este material tem despertado a atenção de produtores em algumas regiões dos Estados Unidos devido ao seu alto potencial de produção de forragem e grande capacidade de colonização na formação de novas áreas (MISLEVY; MILLER; MARTIN, 2008). Em um trabalho recente, Vendramini et al. (2010) observaram que o capim Jiggs foi mais produtivo que os capins "Mulato II" (*Brachiaria* sp.), "Hemártria" [*Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf & C.E. Hubbard], "Florico" (*Cynodon nlemfuënsis* Vanderyst), "Bahiagrass" (*Paspalum notatum* Flügge), gramas bermudas "Coastcross-2", "Florakirk" e 32% mais produtivo que Tifton 85, quando colhidos a intervalos de 42 dias de rebrotação. Carvalho (2011) relatou que os capins Jiggs e Tifton 85 apresentaram potencial de produção semelhante, quando cortados a cada 14, 28 e 42 dias. No Brasil, o capim Jiggs ainda é pouco conhecido, mas esse material tem despertado o interesse de produtores de feno, criadores de equinos e produtores leite.

Trabalhos desenvolvidos principalmente no Texas têm mostrado que algumas gramíneas do gênero *Cynodon* propagadas por sementes podem apresentar produção de forragem semelhante a alguns híbridos (EVERS; PARSONS; BUTLER, 2001; EVERS; PARSONS, 2002). Isso tem contribuído para o crescente interesse por esses materiais em alternativa aos híbridos propagados por meio de mudas (EVERS; REDMON; PROVIN, 2004; YERRAMSETTY et al., 2005), resultantes do cruzamento interespecífico entre espécies e que produzem pequenas quantidades sementes estéreis. Esse interesse é justificado pela maior facilidade e rapidez no estabelecimento e menores custos decorrentes da diminuição no uso de

mão-de-obra. Além disso, existe a possibilidade de utilização dessas gramíneas em condições muito adversas para o estabelecimento vegetativo, como terrenos declivosos, áreas de integração agricultura pecuária ou sistemas silvipastoris, ou ainda regiões de inverno rigoroso em que as plantas não sobrevivem ao frio excessivo e precisam ser replantadas a cada ano (EVERS; PARSONS, 2002). Existe hoje no mercado norte-americano um grande número de *Cynodons* propagados por sementes, entre eles os capins Vaquero, e Common, Giant, Cheyenne, CD90160, Guymon, Jackpot, KF-194, Majestic, Mirage, Mohawk, Pyramid, Wrangler Ranchero Frio, Texas Tough, Tierra Verde e Sungrazer (EVERS; PARSONS, 2002). Mas de maneira geral, mesmo nos EUA, existem poucos resultados de pesquisa com esses materiais.

O capim Vaquero foi recentemente introduzido no Brasil. Esse material é propagado por sementes e resultado de uma mistura física de sementes de três cultivares (em proporções variáveis), podendo incluir cultivares originalmente comercializados como gramas para jardins, como o Pyramid e Mirage, e um genótipo próprio para produção de forragem, o CD 90160, que ainda é considerado experimental, e que não foi oficialmente liberado para uso comercial, mas que obteve bons resultados em testes realizados nas universidades norte-americanas de Oklahoma, Georgia, Kansas, Virginia e Kentucky. O maior crescimento do capim Vaquero nas estações frias, valor nutritivo e facilidade de estabelecimento têm sido apontadas como a principal vantagem na utilização desse material (EVERS; PARSONS, 2002).

A mistura física de sementes pode trazer como vantagem o efeito da complementaridade de produção entre os diferentes capins (EVERS; PARSONS, 2002), o que pode ajudar a reduzir a estacionalidade de produção de forragem de um sistema que seja composto por esses capins. Entretanto, o manejo de colheita adotado pode ser tal que favoreça a perenidade de um material em detrimento de outro em virtude de diferenças morfofisiológicas entre plantas, levando à heterogeneidade do pasto no longo prazo e terminando por anular esse efeito ao longo do tempo. Por outro lado, em sistemas de produção de feno, é preciso condições ambientais satisfatórias para operação de maquinários e rápida secagem da forragem colhida, o que pode não ser possível ao longo de todas as estações do ano. Além disso, capins menos estacionais, geralmente o são por apresentam menor produção nas estações onde os fatores ambientais são mais favoráveis ao crescimento em comparação a outros mais estacionais.

Periodicamente chegam ao Brasil novos materiais forrageiros pertencentes ao gênero *Cynodon*, a maioria deles trazidos dos EUA e que foram testados em condições ambientais

bastante diferentes das brasileiras. Considerando-se que a maior eficiência no processo de produção e colheita da forragem, depende do conhecimento de características produtivas e do entendimento de características morfofisiológicas, torna-se fundamental o estudo de novos capins lançados submetidos a diferentes condições de manejo. Com isso, faz-se necessário identificar o potencial produtivo e características da forragem colhida em função do manejo da colheita estabelecido nas estações do ano, seja ele por corte ou pastejo. Nesse contexto, o estudo do manejo da desfolhação assume papel importante, devido aos seus efeitos marcantes sobre a produtividade, valor nutritivo e persistência da pastagem.

2.2 Características morfofisiológicas de plantas forrageiras em resposta à desfolhação

Os eventos de desfolhação influenciam os processos morfofisiológicos que acontecem com as plantas forrageiras. No curto prazo, as plantas podem depender da maior alocação de fotoassimilados para a parte aérea (NELSON, 2000) e remobilização de carbono e nitrogênio armazenados para garantir o rápido reestabelecimento da área fotossinteticamente ativa (THORNTON; MILLIARD; BAUSENWEIN, 2000). Algumas espécies podem apresentar incremento na capacidade fotossintética de folhas remanescentes após o processo de desfolhação, sendo este processo conhecido como fotossíntese compensatória (RICHARDS, 1993). No longo prazo, podem ocorrer modificações morfológicas para reduzir a probabilidade de desfolhação, como alterações no tamanho e taxas de aparecimento de folhas e perfilhos, e orientação em posição em que reduzam a chance de serem colhidos, resultando em crescimento mais horizontal (NELSON, 2000). Nesse sentido, a frequência e a severidade de desfolhação têm sido apontadas como pontos importantes a serem considerados no manejo de plantas forrageiras, uma vez que podem modificar as taxas de crescimento, afetando não apenas a produção de biomassa e o tempo necessário para a planta atingir o IAF crítico, ou seja, o ponto em que 95% de luz é interceptada pelo dossel, mas também a persistência da planta forrageira nas futuras estações de crescimento (RHODES, 1973).

A literatura tem reportado maior acúmulo de forragem quando há aumento no intervalo de desfolhação. Contudo também tem indicado a redução no valor nutritivo e consumo da forragem colhida, seja por corte ou pastejo (HOLT; CONRAD, 1986; JOHNSON et al., 2001; BURNS; FISHER, 2007) Isso ocorre devido ao autossombreamento de folhas localizadas na base do dossel e ao aumento nas taxas de senescência após o dossel atingir o IAF crítico, que associados a modificações morfológicas na estrutura do dossel, contribuem para o aumento da eficiência na captura de luz, como a elevação do meristema apical,

podendo aumentar a participação de órgãos de sustentação na forragem acumulada, especialmente colmos, e diminuir o valor nutritivo da forragem colhida.

A frequência de desfolhação pode levar a modificações no tamanho e peso de perfilhos. Pastos colhidos a intervalos de corte mais longos tendem a apresentar redução do número de perfilhos por unidade de área, embora esses perfilhos tendam a ser mais pesados, comparados àqueles de pastos desfolhados mais frequentemente. Esse mecanismo tem sido reportado na literatura para gramíneas de clima temperado e tropical (BIRCHAM; HODGSON, 1983; SBRISSIA et al., 2003; SBRISSIA; SILVA, 2008) em resposta a frequência e severidade de desfolhação.

Nos últimos dez anos no Brasil, diversos trabalhos têm sido realizados na tentativa de definir o ponto ideal de colheita da forragem, e todos tem demonstrado que as plantas apresentam padrões dinâmicos de crescimento e acúmulo de forragem (CARNEVALLI, 2003; SOUZA JR, 2007; PEDREIRA; PEDREIRA; SILVA, 2007; BARBERO, 2011), regidos basicamente pela disponibilidade de luz e área foliar, apresentando semelhanças com plantas de clima temperado (BROUGHAM, 1954). Esses trabalhos têm mostrado que durante a rebrotação, após o dossel atingir o IAF crítico, ocorre aumento no acúmulo de colmos e material morto. Contudo, Pedreira et al., (2007) e Pedreira (2009) trabalhando com capim Xaraés com intervalos de colheita pré-determinados por dias fixos e interceptação luminosa (IL), mostraram que a utilização de períodos fixos de descanso em alguns momentos se assemelhou a 95% de IL, e em outros a 100% de IL. Foram reportadas pequenas variações no intervalo de colheita no início e final do verão entre os métodos utilizados para definição do momento da colheita, indicando que algumas vezes as diferenças médias entre os métodos de definição da estratégia de colheita foram pequenas, mesmo existindo maiores variações na estrutura do dossel colhido em intervalos fixos.

2.3 Crescimento de plantas forrageiras e a produção de forragem

O crescimento de uma planta está condicionado a obtenção de energia proveniente da interceptação de radiação solar e sua utilização através da fotossíntese (NABINGER; PONTES, 2001), e pode ser facilmente determinado através da medida de variação da massa em um determinado intervalo de tempo. Entretanto, embora essas medidas sejam facilmente obtidas, elas representam apenas o resultado final dos processos de crescimento e senescência (acúmulo líquido) (HODGSON, 1990), sem considerar características importantes e determinantes do processo.

O crescimento de plantas é influenciado por uma complexa interação entre fatores internos e externos (GARDNER; PEARCE, MITCHELL, 1990), onde os fatores internos correspondem à constituição genética, e os externos estão intrinsicamente relacionados ao ambiente. Entre as variáveis relacionadas ao ambiente destacam-se a radiação solar, a temperatura do ar e a umidade do solo que podem desencadear uma série de alterações em processos fisiológicos que influenciam o crescimento e senescência de vegetais. Além disso, o manejo pode trazer modificações importantes, uma vez que altera a estrutura do dossel, exigindo estratégias adaptativas de ordem morfológica e fisiológica que influenciam a produção de forragem. Nesse sentido, faz-se necessário conhecer bem mais que o resultado final dos processos para determinação do manejo adequado da pastagem.

A análise de crescimento pode ser uma ferramenta importante para ajudar na compreensão das respostas morfofisiológicas das plantas às condições de meio e de manejo a que são submetidas, permitindo a descrição de padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas de maneira simplificada (BENINCASA, 1998), contribuindo para o entendimento e a interpretação de mecanismos que interferem no processo de acúmulo de forragem (BEADLE, 1993). Além disso, estudos sobre o crescimento das plantas permitem a integração de vários outros processos (fotossíntese, respiração, alocação de fotoassimilados etc.) a partir da estimativa de índices morfológicos e fisiológicos que indicam diferenças de potencial de crescimento entre plantas, épocas do ano e práticas de manejo (GOMIDE, 1996).

De acordo com Radford (1967), a análise de crescimento baseia-se na descrição matemática de variações de peso seco da planta (MS) e de área foliar num determinado intervalo de tempo. Essas informações básicas são necessárias para determinação de variáveis capazes de descrever o incremento de peso, volume ou área de diferentes estruturas da planta, na forma de taxas de crescimento e índices morfofisiológicos, permitindo assim inferências sobre a produtividade de uma comunidade vegetal, partição de fotoassimilados, eficiência do aparato fotossintético da planta, através das estimativas da taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e relações entre área foliar e peso do material produzido que permitem a estimativa da área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e a taxa de assimilação líquida (TAL).

A taxa de crescimento da cultura (TCC), definida como o aumento em peso por unidade de tempo, pode ser utilizada como um indicador da velocidade média de acúmulo de massa pela cultura, sendo um indicador de potencial de produção. Este parâmetro apresenta como limitação o fato de não considerar os valores preexistentes, o que limita suas inferências dentro da análise de crescimento (CAIRO; OLIVEIRA; MESQUITA, 2008).

A taxa de crescimento relativo (TCR) descreve o aumento de peso por unidade de peso presente por unidade de tempo e corresponde a um indicador de eficiência de conversão da massa de forragem existente no pasto, e que possui dois componentes principais, a taxa de assimilação líquida (TAL), e a razão de área foliar (RAF) obtida com a relação entre área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF). A TAL é um componente fisiológico porque expressa a taxa de fotossíntese líquida (POORTER, 1989; MCKENNA; SHIPLEY, 1999; POORTER; VAN DER WERF, 1998). A AFE é um componente morfológico, pois é determinada pela massa seca de folhas e espessura da lâmina foliar (WITKOWSKI; LAMONT, 1991; SHIPLEY, 1995) e a RPF mede a alocação de biomassa de folhas em comparação a outras partes da planta. Radford (1967) indicou que em análise do crescimento de plantas em comunidade, o componente índice de área foliar (IAF) apresenta maior importância que a área foliar específica, uma vez que estabelece uma relação entre unidade de área de folhas e a unidade área do solo (WATSON, 1952), refletindo melhor a condição do dossel, por agregar a essa medida o espaçamento entre plantas no dossel.

Segundo Meziane e Shipley (1999), características morfológicas e estruturais do dossel podem levar a modificações na TCR, mesmo em dosséis mantidos sob uma mesma condição de clima e manejo, o que pode evidenciar diferenças no crescimento entre espécies e cultivares. Entretanto, a TCR é formada por uma complexa interação entre o componente morfológico, fisiológico e partição de fotoassimilados (GRIME; HUNT, 1975). Com isso, alguns trabalhos tem tentado determinar qual desses componentes contribui em maior proporção para o aumento da TCR (SHIPLEY, 2002; VILLAR et al., 2005; ANGERT et al., 2007). As adaptações morfológicas da estrutura do dossel a diferentes situações de manejo, representadas pelo IAF, tem sido as maiores responsáveis por diferenças de acúmulo de biomassa em plantas (LAMBERS CHAPIN; PONS, 1998), no entanto, essa característica pode ser modificada em função do manejo e condições ambientais (VILLAR et al., 2005).

Oliveira et al. (2000), avaliando o Tifton 85 cortado em diferentes idades de rebrotação, mostraram que o aumento do IAF foi mais influente sobre o valor da TCC até a idade de 47 dias. Além disso, a TCR foi mais influenciada pela RAF, indicando que as maiores TCR foram resultantes de adaptações morfológicas da planta e também pela partição de fotoassimilados no dossel, expressa na RPF. Por outro lado, Rodrigues et al. (2006), trabalhando com cinco cultivares de *Cynodon*, cortados em onze idades de rebrotação não encontraram diferenças na TCR, mas o Tifton 85 apresentou maior RPF, indicando maior retenção de fotoassimilados nas folhas.

Carvalho (2011), trabalhando com três cultivares de capins do gênero *Cynodon* e três frequências de desfolhação (14, 28 e 42 dias) mediu maior RAF quando o dossel era colhido a cada 28 dias. Dessa forma, uma menor ou maior frequência de corte levou a modificações no total de massa de forragem colhida e também na partição de fotoassimilados no dossel.

No experimento conduzido por Giacomini (2007), com capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Hochst ex. A. Rich Stapf cv. Marandu) submetido a estratégias de pastejo rotativo foi constatado que entre a TAL e o IAF, a TAL teve maior influência na determinação da velocidade de crescimento, indicando que práticas de manejo que favoreçam a produção de tecidos novos e fotossinteticamente mais eficientes, particularmente frequência adequada de pastejo, podem melhorar o aproveitamento da luz incidente pela comunidade vegetal. O IAF é o componente da TAL que representa a área foliar disponível para realização de fotossíntese, logo os maiores valores de TAL poderiam estar associados a presença de folhas mais jovens e fotossinteticamente mais eficientes. Em função da RAF, ocorrem ajustes fisiológicos e morfológicos, sendo geralmente encontradas correlação positivas acima de 0,90 entre RAF e AFE (OLIVEIRA et al., 2000; PEREIRA et al., 2011), indicando um aumento no acúmulo de MS de folhas, quando existir redução em TAL.

As condições ambientais podem levar as plantas a modifições morfológicas e fisiológicas, alterando a proporção relativa dos componentes da TCR. Variações na participação de componentes fisiológicos e morfológicos são observadas de acordo com o excesso ou limitação de fatores climáticos, como temperatura (LOVEYS et al., 2002) e disponibilidade de radiação (SHIPLEY, 2002). Portanto, variáveis climáticas e alterações na intensidade de luz dentro do dossel podem exigir diferentes ajustes ao longo das estações de crescimento, onde plantas com maior plasticidade fenotípica podem apresentar maior flexibilidade de uso (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993).

Estudos envolvendo análise de crescimento facilitam a compreensão do processo de produção de forragem de espécies e cultivares em diferentes condições de ambiente e manejo, pois permitem a determinação de respostas mofofisiológicas, obtidas a partir de amostragens simples da biomassa vegetal e de medidas da área foliar disponível para realização da fotossíntese, o que torna a análise de cresimento uma ferramenta importante no estudo e avaliação de padrões de crescimento de plantas forrageiras.

Referências

ANDERSON, W.F.; DIEN, B.S.; BRANDON, S.K.; PETERSON, J.D. Assessment of bermudagrass and bunch grasses as feedstock for conversion to ethanol. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, Germantown, v.145, p.13–21, 2007.

ANGERT, A.L.; HUXMAN,T.E.; BARRON-GAFFORD, G.A.; GERST, K.L.; VENABLE, D. L. Linking growth strategies to long-term population dynamics in a guild of desert annuals. **Journal of Ecology,** Cambridge, v.95, p.321–33, 2007.

BADE, D.H. **Bermudagrass Varieties** - Tifton 85, Jiggs, World Feeder. Disponível em: <http:// spfcic.okstate.edu/proceedings/2000/extension/bade.pdf >. Acesso em: 28 jan. 2010.

BARBERO, L.M. **Respostas morfogênicas e características estruturais do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo**. 2011. 109p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

BEADLE, D.L. Growth analysis. In: HALL, D.O.; BOLHARNORDENKAMPF, H.R.; LEEGOOD, R.C.; LONG, S.P. **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and a laboratory manual**. London: Pergamon Press, 1993. p.36-46.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 41p.

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

BROUGHAM, R.W. Pasture establishment studies. IV. A comparison of mixtures containing short-rotation ryegrass, perennial ryegrass, or both as the grass component. **New Zealand Journal of Science and Technology**, Wellington, v.36, p.365-74, 1954.

BURNS, J.C.; FISHER, D.S. Dry matter intake and digestibility of 'coastal', 'tifton 44', and 'Tifton 85' bermudagrass hays grown in the U.S. upper south. **Crop Science**, Madison, v.47, p.795-808, 2007.

BURTON, G.W.; GATES, R.N.; HILL, G.M. Registration of 'Tifton 85' bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v.33, p.644-645, 1993.

CAIRO, P.A.R.; OLIVEIRA, L.E.M.; MESQUITA, A.C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008. 71p.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. 136p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARVALHO, M.S.S. **Desempenho agronômico e análise do crescimento de capins do gênero Cynodon em resposta à frequência de corte**. 2011. 61p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

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

CLAYTON, W.D.; HARLAN, J.R. The genus *Cynodon* L.C. Rich. in Tropical Africa. **Kew Bulletin**, London, v. 24, p.185-189, 1970.

EVERS, G.W.; REDMON, L.A.; PROVIN, T.L. Comparison of bermudagrass, bahiagrass, and kikuyugrass as a standing hay crop. **Crop Science**, Madison, v.44, p1370-1378, 2004.

EVERS, G.W.; PARSONS, M.J. **Comparison of seeded and increased with time**. Overton: Overton Forage-Livestock Field Day Report, 2002, p.41-42. (Research Technical Report 2002-1).

EVERS, G.W.; PARSONS, M.J.; BUTLER, T.J. Production of seeded and vegetatively planted bermudagrasses. In: ANNUAL CONFERENCE OF FORAGE AND GRASSLAND COUNCIL, 2001, Springdale. **Proceedings...** Springdale: AFGC, 2001. p. 207–211.

GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHELL, R.L. Physiolgy of Crop Plants. Ames: Iowa State University Press, 1990. 330p.

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

GOMIDE, C.C.C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon*.** 1996. 100p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1996.

GRIME, J.P.; HUNT, R. Relative growth rate: its range and adaptive significance in a local flora. **Journal of Ecology**, London, v.63, p.393–422, 1975.

HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F. Produção de feno. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.151-171.

HANNA, W.; SOLLENBERGER, L.E. Tropical and subtropical grasses. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; COLLINS, M.; MOORE, K.J. (Ed.).6th ed. Ames: Iowa State Univ. Press, 2007. chap. 5, Forages v.2 **:** The Science of Grassland Agriculture. p. 245-257.

HARLAN, J.R.; DE WET, J.M.J.; RAWAL, K.M. Geographic and distribution of the species of *Cynodon* L.C.Rich. (Gramineae). **East African Agriculture and Forestry Journal**, Grahamstown, v. 19, p. 465-469, 1970.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; WEST, J.W. Advances in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. **Journal of Animal Science,** Champaign, v79, p. 48-58, 2001.

HODGSON, J. **Grazing management**: science into practice. United Kingdom: Longman Scientific and Technical, Longman Group, 1990. 203p.

HOLT, E.C.; CONRAD, B.E. Influence of harvest frequency and season on bermudagrass cultivar yield and forage quality. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, p.433-436, 1986.

JOHNSON, C.R.; REILING, B.A.; MISLEVY, P.; HALL, M.B. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p.2439-2448, 2001.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. **Plant Physiological Ecology**. New York: Springer,1998. 533p.

LOVEYS, B.R.; SCHEURWATER, I.; PONS, T.L.; FITTER, A.H.; ATKIN, O. K. Growth temperature influences the underlying components of relative growth rate: An investigation using inherently fast- and slow- growing plant species. **Plant Cell Environment**. Oxford, v.25, p.975–997, 2002.

MCKENNA, M.F.; SHIPLEY, B. Interacting determinants of interspecific relative growth: empirical patterns and a theoretical explanation. **Ecoscience,** Washington, v. 6, p.286–296, 1999.

MEZIANE, D.; SHIPLEY, B. Interacting components of interspecific relative growth rate: constancy and change under differing conditions of light and nutrient supply. **Functional Ecology**, Oxford, v.13, p.611-622, 1999.

MISLEVY, P.; MILLER, O. P.; MARTIN, F. G. Influence of grazing frequency on *Cynodon* grasses grown in peninsular Florida. **Forage and Grazinglands**, Madison, 2008. Disponível em: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/fg/research/2008/cynodon/>. Acesso em: 21 mai. 2012.

MUIR, J.P.; LAMBERT, B.D.; GREENWOOD, A.; LEE, A.; ROJAS, A. Comparing repeated forage bermudagrass harvest data to single, accumulated bioenergy feedstock harvests. **Bioresource Technology**, New York, v.101, p.200–206, 2010.

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,38., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-770.

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:CABI pub.:, 2000. p.101-127.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M.; GARCIA, R.; CECON, P.R. Análise de crescimento do Capim-Bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.1930-1938, 2000.

PEDREIRA, B.C. **Capim Xaraés sob pastejo: Respostas agronômicas e morfofisiológicas, e adaptação do modelo CROPGRO para a predição de crescimento**. 2009.112p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de Brachiaria brizantha cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 281-287, 2007.

PEDREIRA, C.G.S. Gênero *Cynodon*. In: FONSECA, D.L.; MATUSCELLO, J.A. (Ed.).**Plantas Forrageiras.** Viçosa: UFV, 2010. cap. 3, p. 78-130.

PEDREIRA, C.G.S.; NUSSIO, L.G.; SILVA, S.C. Condições edafo-climáticas para produção de *Cynodon* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 85-113.

PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, M.A.; PINTO, J.C.; SANTOS, M.E.R.; RIBEIRO, K.G.; CECON, P.R. Análise de crescimento do capim Coastcross-1 sob adubação nitrogenada em duas idades de rebrotação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p.2121-2128, 2011.

POORTER H.; VAN DER WERF, A. Is inherent variation in RGR determined by LAR at low irradiance and by NAR at high irradiance? A review of herbaceous species. In: LAMBERS, H.; POORTER, H.; VAN VUUREN, D.M.M.I. (Ed.). **Inherent Variation in Plant Growth Physiological Mechanisms and Ecological Consequences**. Leiden: Backhuys Publishers, 1998, p. 309–336.

POORTER, H. Interspecific variation in relative growth rate: on ecological causes and physiological consequences. In: LAMBERS, H.; CAMBRIDGE, M.L.; KONINGS, H.; PONS, T.L. (Ed.). **Causes and Consequences of Variation in Growth Rate and Productivity of Higher Plants.** The Hague: SPB Academic Publishing, 1989. p.45–68.

RADFORD, P.J. Growth analysis formula – their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v.7, p. 171-175, 1967.

REDFEARN, D.; NELSON, C.J. Grasses for Southern Areas. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; COLLINS, M.; MOORE, K.J. (Ed.). 6th ed. Ames: Iowa State Univ. Press. 2003. chap 7, Forages v.1: An Introduction to Grassland Agriculture. p. 149-171.

RHODES, I. Relationship between canopy structure and productivity in herbage grasses and it's implication for plant breeding. **Herbage Abstracts**, Farm Royal, v.43, n.5, p.129-133, 1973.

RICHARDS, J.H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington, N.Z.: SIR Pub, 1993. p.45-54.

RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D.; REIS, R.A.; SOARES FILHO, C.V. Avaliação de características fisiológicas de cinco cultivares de *Cynodon*. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.28, n.3, p.245-250, 2006.

RODRIGUES, L.R.A; REIS, R.A.; SOARES FILHO, C.V. Estabelecimento de pastagens de *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.115-128.

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

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

SHIPLEY, B. Structured interspecific determinants of specific leaf area in 34 species of herbaceous angiosperms. **Functional Ecology**, Oxford, v. 9, p.312–319, 1995.

SHIPLEY, B. Trade-offs between net assimilation rate and specific leaf area in determining relative growth rate: Relationship with daily irradiance. **Functional Ecology,** Oxford, v.16, p.682–689, 2002.

SOUZA JUNIOR, S. J. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. 2007. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

THORNTON, B.;MILLIARD, P.; BAUSENWEIN, U. Reserve formation and recycling of carbon and nitrogen during regrowth of defoliated plants. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology.** Oxford: CABI pub.: 2000. p.85-101.

VENDRAMINI, J.M.B.; ADESOGAN, A.T.; SILVEIRA, M.L.A.; SOLLENBERGER, L.E.; QUEIROZ, O.C.; ANDERSON, W.E. Nutritive value and fermentation parameters of warm-season grass silage. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v.26, p.193–200, 2010.

VILLAR, R.; MARAÑON, T.; QUERO, J.L.; PANADERO, P.; ARENAS, F.; LAMBERS, H. Variation in relative growth rate of 20 Aegilops species (Poaceae) in the field: The importance of net assimilation rate or specific leaf area depends on the time scale. **Plant and Soil**, Oxford, v.272, p.11–27, 2005.

WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, Oxford, v.4, p.101-145, 1952.

WITKOWSKI, E.T.F.; LAMONT, B.B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia**, Berlin, v.88, p.486–493, 1991.

YERRAMSETTY, P. N.; ANDERSON, M. P.; TALIAFERRO, C. M.; MARTIN, D. L. DNA Fingerprinting of Seeded Bermudagrass Cultivars. **Crop Science**, Madison, v.45 p.772–777, 2005.

3 FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO COMO DETERMINANTE DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E ESTRUTURAIS DE CAPINS DO GÊNERO *Cynodon*

Resumo

Os capins do gênero *Cynodon* formam um dos grupos de plantas forrageiras mais conhecidos e utilizados em todo o mundo. Entre os cultivares pertencentes a esse gênero, o Tifton 85 (*Cynodon* spp.) é o mais conhecido. Existem poucas informações sobre gramíneas do gênero *Cynodon* em condições tropicais, especialmente para novos genótipos, como os capins Jiggs e Vaquero. Para que cada material forrageiro possa ser utilizado de maneira eficiente e seu potencial produtivo possa ser explorado, é necessário conhecer os mecanismos fisiológicos, morfológicos e estruturais que interferem e determinam seus padrões de crescimento e desenvolvimento, permitindo que práticas de manejo do pastejo ou corte possam ser desenvolvidas. Diferenças entre *Cynodons*, ainda que sutis, sugerem a necessidade de manejos diferentes para que cada genótipo externe seu potencial produtivo. O objetivo deste trabalho foi descrever e explicar características produtivas, morfológicas e estruturais dos capins Tifton 85, Jiggs e Vaquero em resposta às frequências de desfolhação de 14, 28 e 42 dias. O experimento foi realizado na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", campus da USP, localizado em Piracicaba – SP, no período de 21 de dezembro de 2010 a 21 de dezembro de 2011. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com nove tratamentos, correspondendo às combinações entre três cultivares e três frequências de desfolhação, com quatro repetições. Foram avaliadas a produção total e estacional dos capins, composição morfológica da forragem colhida e características estruturais, entre elas, altura do dossel, interceptação de luz (IL) e índice de área foliar (IAF). A produção estacional, características morfológicas e estruturais do dossel sofreram efeito da interação cultivar × frequência × estação. No verão e primavera, o capim Jiggs é tão produtivo quanto o Tifton 85, porém o Tifton 85 apresenta maior proporção de folhas na forragem colhida. Na frequência de 42 dias, o capim Jiggs é mais produtivo que os demais cultivares quando considerada a produção total de forragem (25,96 Mg MS ha^{-1}), mas na frequência de 28 dias a produção do Jiggs e Tifton 85 é semelhante (16,64 Mg MS ha^{-1}). Considerando a produção de forragem e relação folha/colmo, no verão e primavera, o corte dos capins Jiggs e Tifton 85 deve ser realizado a cada 28 dias e o Vaquero na frequência de 42 dias. O capim Vaquero é menos estacional, devido a menor produção de forragem na primavera e verão.

Palavras-chave: Composição morfológica; Índice de área foliar; Produção de forragem

Abstract

Grasses of the genus *Cynodon* comprise one of the most known and used group of forages. Among the commercial cultivars available, Tifton 85 (*Cynodon* spp.) is one of the best known. There is little information about these grasses in tropical conditions, especially for new genotypes, such as Jiggs and Vaquero bemudagrasses. The efficient use of forage grasses and the productive potential achieved, it is necessary to Proper understanding is necessary of the physiology, morphological and canopy structural traits changes which affect and determine their patterns of growth and development, allowing for the identification of scientifically sound management practices of grazing or clipping. This study aimed to

describe and explain morphological and structural traits of Tifton 85, Jiggs and Vaquero bermudagrasses in response to frequencies of foliation (14, 28 and 42 days). The trial was carried out at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, in Piracicaba - SP, from December 21, 2010 through December 21, 2011. A completely randomized design was used with nine treatments, comprising all possible combinations of three cultivars and three frequencies of defoliation, replicated four times in the field. Responses measured includedtotal annual yield, seasonal production, plant-part composition and sward structural characteristics, including canopy height, light interception (LI), and leaf area index (LAI). The seasonal production, plant-part composition and canopy structure traits were affected by the cultivar x frequency x season interaction. In spring and summer, Jiggs bermudagrass was as highly productive as Tifton 85, but Tifton 85 foragehad higher proportion of leaves. Under the 42-d frequency, Jiggs was more productive than the other cultivars considering the total yield (25.96 Mg MS ha^{-1}), but when harvested every 28 days Tifton 85 and Jiggs ware similar in yield (16.64 Mg MS ha^{-1}). With regard to forage production and leaf/stem ratio, in summer and spring, harvest management of Jiggs, and Tifton 85 bermudagrasses should include the 28-d frequency. Vaquero should be harvested every 42 days, as it is is less seasonal, due to lower forage production in spring and summer.

Keywords: Forage production; Leaf area index; Morphological composition

3.1 Introdução

Os capins do gênero *Cynodon* formam um dos grupos mais difundidos e utilizados em todo o mundo (HANNA; SOLENBERGER, 2007). Cultivares desse gênero, especialmente os pertencentes ao grupo das gramas bermudas (*Cynodon dactylon* L. Pers), têm sido largamente utilizados para produção de feno e sob pastejo no sudeste dos Estados Unidos devido ao elevado potencial de produção de forragem, rápido estabelecimento, tolerância a seca e desfolhação (HILL; GATES; WEST, 2001; REDFEARN; NELSON, 2003). Recentemente, têm sido também considerados como potencial fonte de biomassa para produção de etanol (ANDERSON et al., 2007; MUIR et al., 2010).

Cultivares de *Cynodon* apresentam diferentes potenciais de produção de forragem e composição química (HILL; GATES; WEST, 2001;), sendo o cv. Tifton 85 (*Cynodon* spp.) considerado o melhor cultivar lançado deste gênero até agora (RODRIGUES et al.,1998). Esse material foi introduzido no Brasil na década de 1990, e é um dos mais conhecido entre os cultivares desse gênero. Novos genótipos de *Cynodon* foram trazidos recentemente ao país e, entre eles, o capim Jiggs, que é uma variedade de grama bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers], propagado vegetativamente, que tem demonstrado elevado potencial de produção de forragem e velocidade na formação e persistência em áreas de pastagens (MISLEVY; MILLER; MARTIN, 2008) Outro material é o capim Vaquero, genótipo propagado por

sementes, e formado a partir de uma mistura física de sementes de três cultivares, o Pyramid, o Mirage e o CD 90160 (EVERS; PARSONS, 2002).

O manejo da pastagem sob corte ou pastejo pode alterar a partição de fotoassimilados no dossel, levando a modificações na estrutura, composição morfológica e valor nutritivo da forragem produzida, que é resultado da complexa interação entre o manejo estabelecido e fatores ambientais, como disponibilidade de nutrientes, água, luz e temperatura. O estudo de plantas forrageiras colhidas sob diferentes regimes de desfolhação pode ajudar na diferenciação do potencial de produção e utilização de espécies e cultivares dentro dos padrões de manejo estabelecidos a partir de determinação dos limites ecofisiológicos do manejo proposto.

Existem poucas informações sobre gramíneas do gênero *Cynodon* em condições tropicais, especialmente para os capins Jiggs e Vaquero. Diferenças entre *Cynodons,* por sutis que sejam, sugerem a necessidade de manejos diferentes para que cada genótipo externe seu potencial. Dessa forma, para que cada material forrageiro possa ser utilizado de maneira eficiente e seu potencial produtivo possa ser explorado, é necessário conhecer os mecanismos fisiológicos, morfológicos e estruturais que interferem e determinam seus padrões de crescimento e desenvolvimento, permitindo que práticas de manejo do pastejo ou corte possam ser desenvolvidas, de maneira a assegurem alta produtividade e perenidade dos pastos.

Objetivou-se com este trabalho, descrever e explicar características agronômicas, morfológicas e estruturais de capins Tifton 85, Jiggs e Vaquero em resposta a três frequências de desfolhação, simulando um campo intensivo de produção de forragem nas quatro estações do ano.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Local do experimento

O estudo foi conduzido em área experimental do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba-SP, (22°42′30" S, 47°30′00" W, altitude 580m), com clima classificado como Cwa (mesotérmico úmido subtropical com inverno seco), temperatura superior a 22°C no mês mais quente e inferior a 18°C e precipitação anual média é 1247 mm/ano (CERVELLINI et al., 1973). Os dados climáticos do período de coleta de dados foram obtidos no posto

meteorológico do Departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ, situado a 1 km da área experimental (Figura 1).

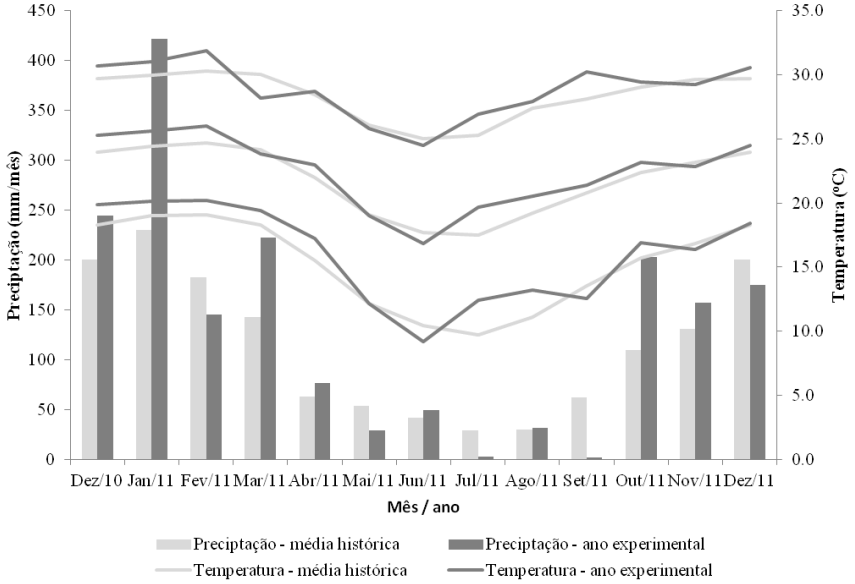

Figura 1 - Preciptação pluvial, temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental e média histórica (1918-2010)

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférrico típico (EMBRAPA, 1999) de alta fertilidade (Tabela 1) ou Kandiudalfic Eutrudox (SOIL SURVEY STAFF, 1990).

Tabela 1 - Análise de terra do solo da área experimental

pH (CaCl2)	**MO**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**H+Al**	**SB**	**T**	**V**
	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	- - - - - - - - - - $mmol_c$ dm^{-3} - - - - - - - - - -						%
5,1	22	14	3,5	49	16	0	69	107	64

† P resina; SB = soma de bases; T = Capacidade de Troca Catiônica total; V% = saturação por bases

Para que a água não fosse fator limitante no crescimento das plantas, a área experimental contou com um sistema de irrigação por aspersão (Figura 2). Para acionamento do sistema, foram monitoradas as condições hídricas do solo com a utilização de oito tensiômetros instalados a 30 cm de profundidade e um tensímetro digital. Sempre que a leitura média do potencial hídrico do solo atingiu -30 kPa, o sistema de irrigação foi acionado, sendo o tempo de irrigação controlado, e inferior a duas horas, evitando-se escoamento superficial. A área também foi irrigada após cada adubação, e tempo de irrigação registrado para determinação da lâmina de água aplicada. O balanço hídrico foi calculado com base nas informações coletadas no posto meteorológico e dados da lâmina de água aplicada no campo (Figura 3).

Figura 2 – Área sendo irrigada por sistema de aspersão

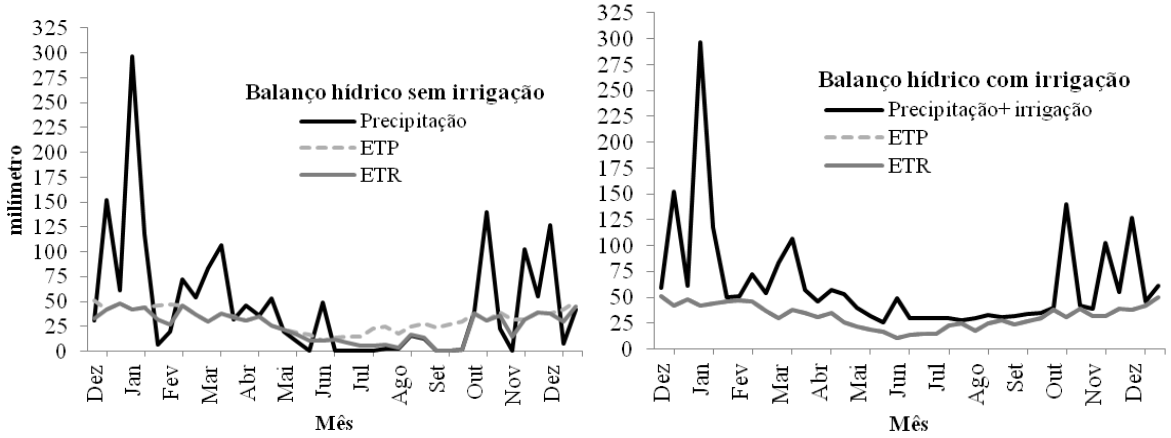

Figura 3 - Balanço hídrico sem e com irrigação (dezembro de 2010 a dezembro de 2011). ETP =evapotranspiração potencial; ETR = Evapotranspiração real.

3.2.2 Gramíneas estudadas, delineamento experimetal e colheita da forragem

Foram estudados três genótipos de *Cynodon* spp., sendo dois propagados por mudas (Tifton 85 e Jiggs) e um por sementes (Vaquero) (Figura 4) submetidos a três frequências de desfolhação (14, 28 e 42 dias). Para efeito de simplicidade, os capins Tifton 85 (*Cynodon* spp. - híbrido F1 interespecífico entre o Tifton 68 [*Cynodon nlemfuënsis* Vanderyst.] e um acesso denominado P290884 (introdução sul-africana)), Jiggs [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.], e Vaquero (mistura física de sementes) mesmo sendo espécies diferentes, serão aqui, tratados como cultivares, referindo-se ao grupo das gramas bermudas.

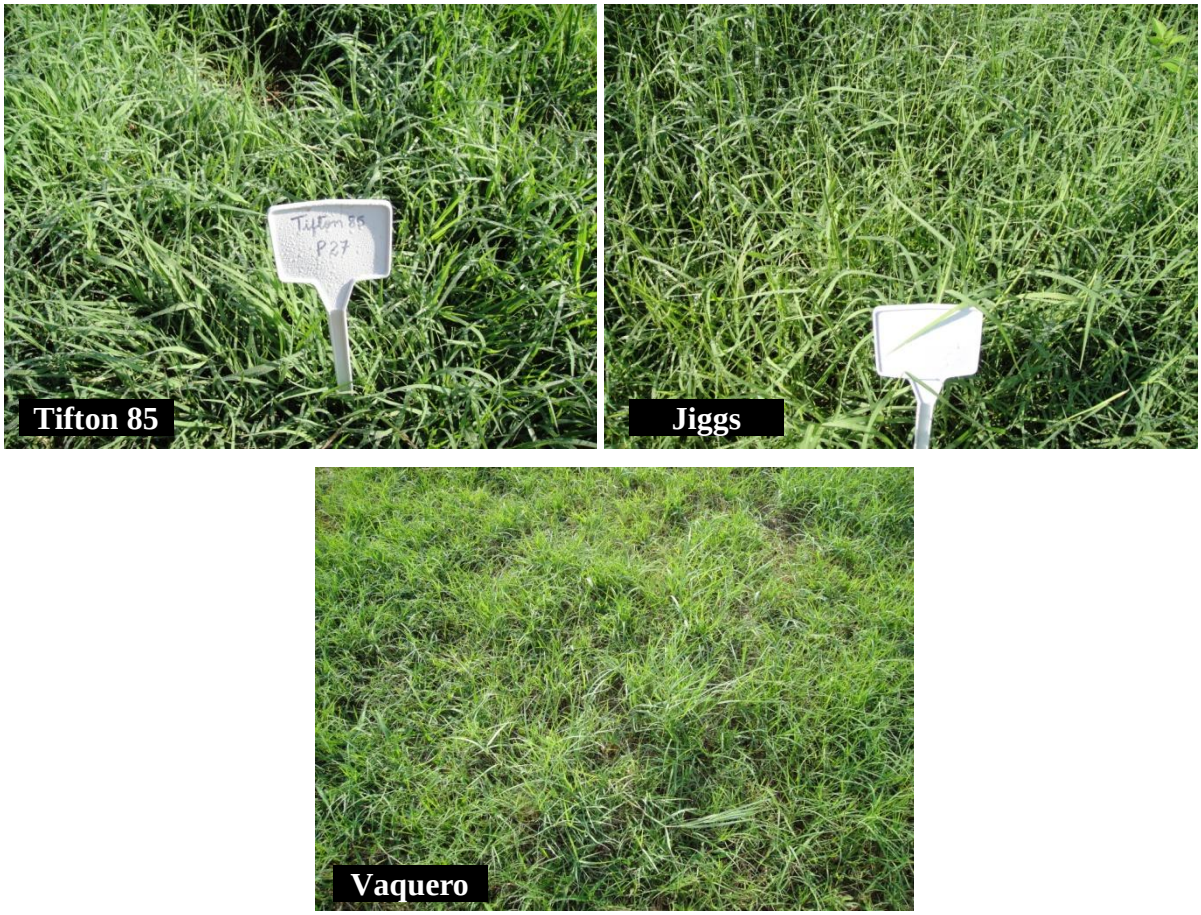

Figura 4 – Aspecto do dossel de cultivares de *Cynodon*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um arranjo fatorial (3 x 3), gerando todas as combinações possíveis entre três cultivares (Tifton 85, Jiggs e Vaquero) e os três frequências de desfolhação (14, 28 e 42 dias de rebrotação), com 4 repetições, totalizando 36 unidades experimentais (Figura 5). Cada parcela media 4 x 3 m (12 m^2) com corredores de aproximadamente 1 m de largura entre as parcelas. Meio metro de cada lado da parcela foi considerado como área de bordadura, de modo que a área útil de cada parcela foi de 6 m^2.

Figura 5 – Visão geral da área experimental

O corte da forragem acumulada foi realizado com uma motossegadora com barra de corte de 1 m de largura, e regulada na altura de 7 cm (Figura 6), obedecendo o calendário de colheita estabelecido de acordo com os intervalos de corte (Tabela 2). A altura de corte foi escolhida, considerando que capins do gênero *Cynodon* colhidos mecanicamente são geralmente cortados a alturas variando de 5 a 10 cm. Um corte de uniformização foi realizado no dia 12 de outubro de 2010 e o período experimental foi de 21 de dezembro de 2010 (início do verão) a 21 de dezembro de 2011 (final da primavera), totalizando um ano de avaliação.

Figura 6 – Corte da forragem acumulada utilizado motossegadora

Tabela 2 – Cronograma de colheita da forragem acumulada durante o período experimental

Corte de uniformização	Frequência 14 dias 12/10/11			28 dias 12/10/11				42 dias 12/10/11			
Cortes		Dias	(%)†	Cortes		Dias	(%)†	Cortes		Dias	(%)†
Verão				Verão				Verão			
1	04/01/11	15	100	1	04/01/11	15	50	1	04/01/11	15	36
2	18/01/11	14	100	2	01/02/11	28	100	2	15/02/11	42	100
3	01/02/11	14	100	3	01/03/11	28	100			32	76
4	15/02/11	14	100			21	75	Outono	20/03/11		
6	01/03/11	14	100	Outono	20/03/11			3	29/03/11	9	24
7	15/03/11	14	100	4	29/03/11	7	25	4	10/05/11	42	100
		5	14	5	26/04/11	28	100			41	98
Outono	20/03/11			6	24/05/11	28	100	Inverno	20/06/11		
8	29/03/11	9	86			27	96	5	21/06/11	1	2
9	12//04/11	14	100	Inverno	20/06/11			6	02/08/11	42	100
10	26/04/11	14	100	7	21/06/11	1	4	7	13/09/11	42	100
11	10/05/11	14	100	8	19/07/11	28	100			9	21
12	24/05/11	14	100	9	16/08/11	28	100	Primavera	22/09/11		
13	07/06/11	14	100	10	13/09/11	28	100	8	25/10/11	33	79
		13	93			8	29	9	06/12/11	42	100
Inverno	20/06/11			Primavera	22/09/11			10	22/12/12	15	100
	21/06/11	1	7	11	11/10/11	20	71		**Total**	**365**	
15	05/07/11	14	100	12	06/12/11	28	100				
16	19/07/11	14	100	13	22/12/11	15	100				
17	02/08/11	14	100		**Total**	**365**					
18	16/08/11	14	100								
19	30/08/11	14	100								
20	13/09/11	14	100								
		9	64								
Primavera	22/09/11										
21	27/09/11	5	36								
22	11/10/11	14	100								
23	25/10/11	14	100								
24	08/11/11	14	100								
25	22/11/11	14	100								
26	06/12/11	14	100								
27	22/12/11	15	100								
	Total	**365**									

† Relação percentual do número de dias do ciclo de rebrotação considerados em cada na estação do ano

Foi realizada a aplicação de fertilizante equivalente a 400 kg de N e K_2O ha^{-1} ano^{-1}, utilizando como fertilizante o sulfato de amônio $(NH_4)_2 SO_4$ (22% de N e 18% de S) e cloreto de potássio, KCl (65% de K_2O). A aplicação foi realizada de forma manual imediatamente após cada corte, aplicando-se a quantidade ponderada da dose anual ao período de rebrotação de cada parcela em cada tratamento.

3.2.3 Acúmulo de forragem e composição morfológica

Para as medições de massa de forragem (MF) acumulada ao final de cada ciclo de rebrotação, cada unidade experimental teve dois lados da parcela aparada (0,5 m de cada lado)

com motossegadora de barra. Em seguida, foi cortada a faixa central da parcela com a própria motossegadora, colhendo uma área de 3 x 1 m da área útil de cada parcela (Figura 7).

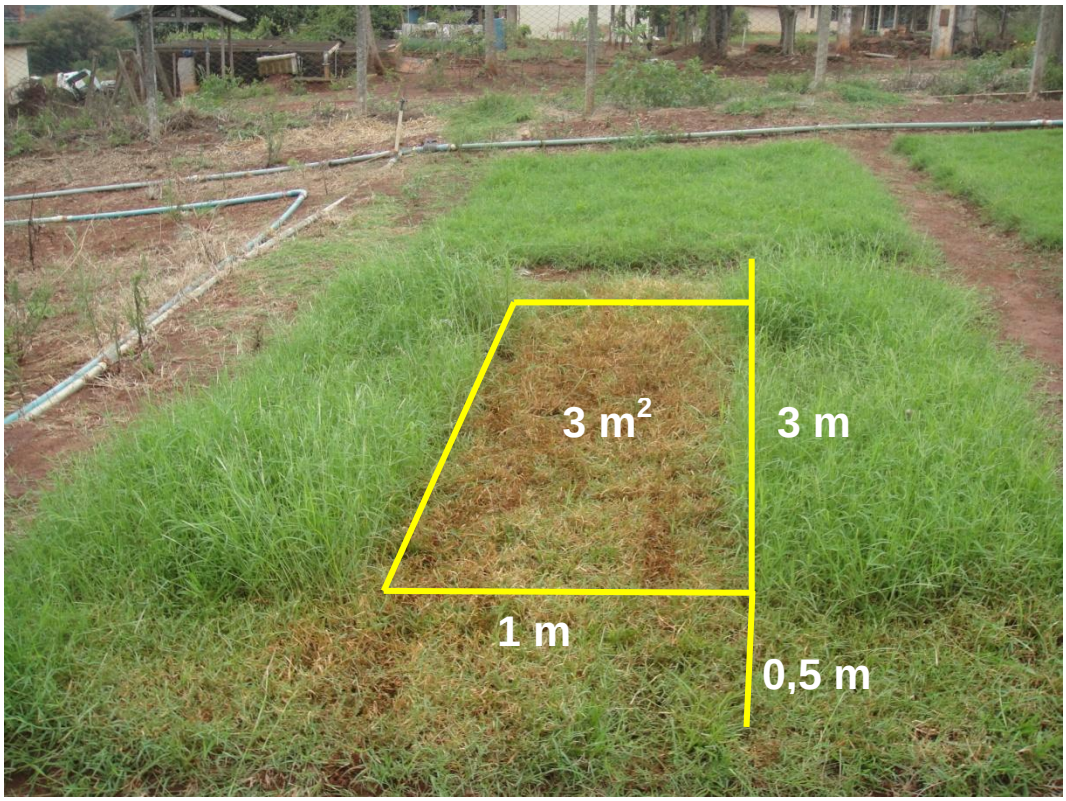

Figura 7 – Parcela com dois lados da parecela e a faixa central cortada com motossegadora

As amostras de forragem colhidas dentro dos 3 m^2 foram pesadas no campo, e de cada uma foi retirada uma subamostra de aproximadamente 500 g que foi novamente pesada verde e levada para secar em estufa de circulação forçada a 60°C por 72 h, sendo posteriormente pesada para determinação do peso seco e cálculo do teor de MS na subamostra. Esse teor foi assumido como sendo o mesmo da amostra e, assim, o acúmulo de forragem (AF) de cada corte foi a MF colhida acima de 7 cm medido nos 3 m^2 da parcela útil. Os valores das colheitas sucessivas foram utilizados para cálculo da produção total e estacional. Os dados foram agrupados nas quatro estações do ano (Tabela 2), que corresponderam aos seguintes períodos: verão, de 21 de dezembro a 21 de março; outono, de 22 de março a 21 de junho; inverno, de 22 de junho a 23 de setembro e primavera, de 24 de setembro a 21 de dezembro e a produção total de forragem foi obtida através da soma do total da forragem colhida em cada estação do ano.

Para caracterização da composição morfológica, foram retiradas outras subamostras da forragem colhida, em um ciclo representativo de cada estação de crescimento. Essas subamostras foram colocadas em sacos plásticos e inicialmente armazenados em caixa de

isopor contendo gelo, para evitar a desidratação e emurchecimento das folhas, e em seguida levadas ao laboratório e congeladas a -5 ^{o}C para posterior separação de componentes morfológicos (Figura 8). De cada subamostra, foram retiradas novas subamostras, que tiveram seus componentes morfológicos separados em folha, colmo + bainha, material morto, inflorescência (quando presente, foram mantidas junto ao colmo) sendo em seguida levados a secar em estufa de circulação forçada a 60 ^{o}C por 72 h e posteriormente pesados. A partir dessas informações foram calculadas a proporção dos componentes morfológicos, relação folha/colmo da massa acumulada e densidade volumétrica.

Figura 8 - Separação de componentes morfológicos da forragem

3.2.4 Altura do dossel, índice de área foliar (IAF), interceptação de luz (IL) e ângulos foliares

A altura do dossel foi medida utilizando um bastão graduado e uma transparência de acetato (Figura 9), e calculada como a média de 12 leituras em cada unidade experimental, imediatemante antes de cada colheita. Para determinação do índice de área foliar não-destrutivo, interceptação de luz pelo dossel e ângulos foliares foram realizadas medidas no pré-corte, utilizando-se um analisador de dossel modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA) (Figura 10), cujo funcionamento foi descrito por Welles e Norman (1991) e que permite amostragens rápidas e não destrutivas. Em cada parcela, foram realizadas duas leituras acima do dossel e oito posicionando a barra contendo sensor de leitura ao nível do

solo em relação ao dossel. Desta forma foram amostrados oito estações representativas de cada parcela (locais onde as alturas representam à condição média do dossel no momento da amostragem).

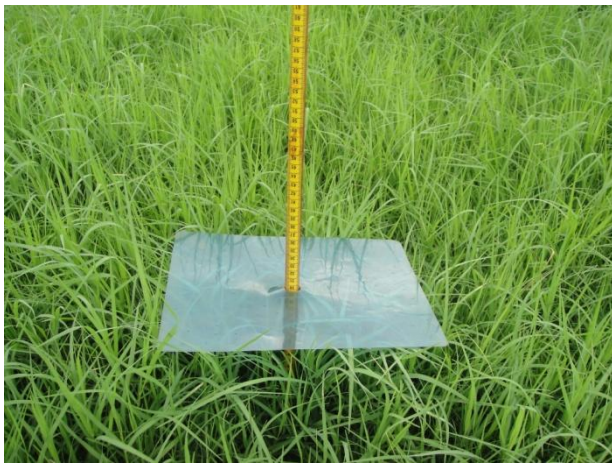

Figura 9 - Instrumento utilizado para medir a altura do dossel

Figura 10 - Medida de IL utilizando o LAI – 2000

3.2.5 Densidade volumétrica da forragem acumulada

A densidade volumétrica da forragem acumulada foi calculada nas quatro estações do ano, a partir da divisão da massa de forragem pelo volume que ela ocupou em cada parcela, sendo o volume obtido através da relação entre a área colhida e a altura do dossel imediatamente antes da colheita, subtraídos os 7 cm da altura do resíduo.

3.2.6 Análise dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (*Statistical Analysis System*), (LITTEL et al., 2006). Os dados de acúmulo de forragem e de características estruturais foram submetidos à análise de variância usando-se um modelo de medidas repetidas, sendo os efeitos de genótipos, frequência de corte, época do ano e suas interações considerados como efeitos fixos (LITTEL et al., 2006). Foram testadas as pressuposições da análise de variância (homogeneidade de variância e normalidade dos resíduos), e quando necessário foi realizada previamente a transformação dos dados. Na escolha da matriz de covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC) (WOLFINGER, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o "LSMEANS" e a comparação entre elas por meio da probabilidade da diferença ("PDIFF"), usando o teste de Tukey e um nível de probabilidade de 5%.

3.3 Resultados

3.3.1 Acúmulo total de forragem

O acúmulo total de forragem foi afetado pela interação cultivar × frequência (P<0,0001), embora todos os cultivares tenham produzido mais sob menor frequência de desfolhação. Não houve diferença entre os capins sob a maior frequência de desfolhação, mas com a redução da frequência de corte o capim Vaquero mostrou-se menos produtivo e o capim Jiggs mais produtivo sob a frequência de 42 dias (P<0,05) (Tabela 3).

Tabela 3 - Acúmulo total de forragem de três capins do gênero *Cynodon* submetidos a três frequências de desfolhação

Cultivar	**Frequência (dias entre cortes)**			
	14	**28**	**42**	**Média**
	----------Mg MS ha^{-1} ----------			
Jiggs	9,14 (0,49) Ca	16,10 (0,49) Ba	25,96 (0,49) Aa	17,07
Tifton 85	9,45 (0,49) Ca	16,64 (0,49) Ba	21,35 (0,49) Ab	15,81
Vaquero	8,32 (0,49) Ca	13,38 (0,49) Bb	17,00 (0,49) Ac	12,90
Média	8,98	15,51	21,44	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05). Números dentro de parênteses correspondem ao erro padrão da média.

3.3.2 Acúmulo estacional de forragem

O acúmulo estacional de forragem foi afetado pela interação cultivar × frequência × estação (P<0,0001). O capim Jiggs foi o mais produtivo na maioria das estações quando colhido a cada 42 dias, não diferindo do Tifton 85 na primavera e verão (ou seja, quando os fatores de crescimento não eram limitantes) e do Vaquero no inverno, quando as taxas de acúmulo são reduzidas. Não houve diferenças de produção entre as frequências de 28 e 42 dias na primavera, verão e inverno. O capim Vaquero destacou-se no 3inverno quando produziu tanto quanto o capim Jiggs (Tabela 4).

Tabela 4 - Acúmulo de forragem (AF) de cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de desfolhação nas quatro estações do ano

Cultivar	Frequência (dias entre cortes)		
	14	28	42
	----------Mg MS ha^{-1} ----------		
		Verão (EPM=0,20)	
Jiggs	1,91 F	4,77 CD	8,14 A
Tifton 85	2,48 EF	5,93 BC	7,13 AB
Vaquero	2,05 F	2,98 E	4,28 D
		Outono (EPM=0,10)	
Jiggs	0,87 E	2,13 BC	3,87 A
Tifton 85	0,54 F	1,38 D	2,18 BC
Vaquero	0,79 E	1,60 CD	2,68 B
		Inverno (EPM= 0,16)	
Jiggs	2,41 C	3,60 B	4,90 A
Tifton 85	1,99 C	2,31 C	2,45 C
Vaquero	2,28 C	3,94 AB	4,63 AB
		Primavera (EPM=0,28)	
Jiggs	3,95 DE	5,60 BC	9,06 A
Tifton 85	4,44 CD	7,02 AB	9,58 A
Vaquero	3,20E	4,86 CD	5,42 BC

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

3.3.3 Distribuição percentual da produção de forragem nas estações do ano

O capim Tifton 85 concentrou mais de 75% da sua produção total de forragem nas estações onde as condições eram mais favoráveis ao crescimento (primavera e verão). O capim Vaquero foi o menos estacional entre os cultivares, com aproximadamente 40% do acúmulo total de forragem ocorrendo no inverno e outono, seguido pelo Jiggs, com 35% produção total nessas estações (Figura 11).

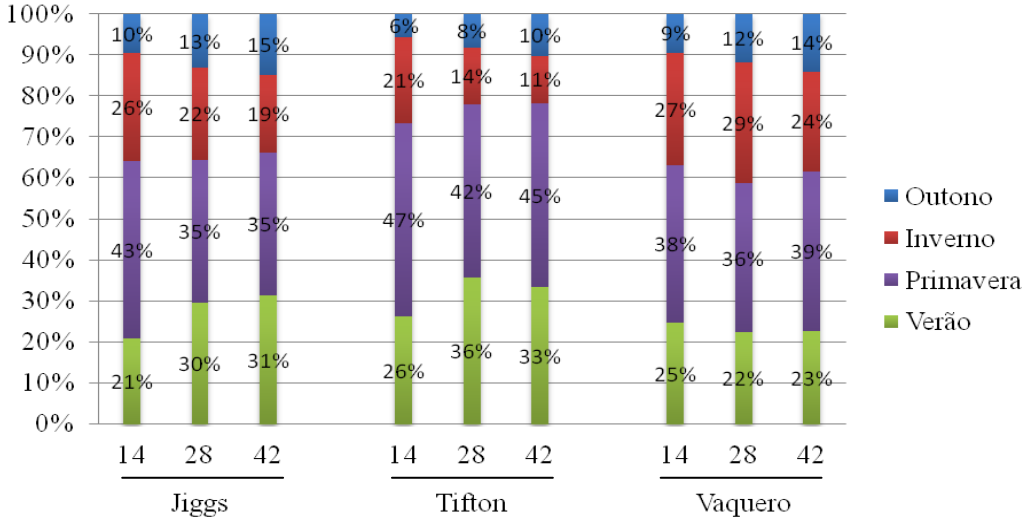

Figura 11 – Distribuição percentual da produção total de forragem nas quatro estações do ano

3.3.4 Proporção de folhas na forragem colhida

A proporção de folhas sofreu efeito da interação cultivar × frequência × estação (P<0,0001). O capim Jiggs apresentou, na maioria das estações de crescimento, menor porcentagem de folhas, em algumas delas (verão e outono) assemelhando-se ao capim Vaquero. À medida que se utiliza menores frequências de desfolhação ocorre redução na porcentagem de folhas nas estações de maior crescimento (primavera e verão). No outono e inverno, o capim Tifton 85 apresentou proporção de folha acima de 90% quando cortado na frequência de 14 dias. O capim Tifton 85 apresentou maiores proporções de folhas, superando o Jiggs e o Vaquero na maioria das estações e frequências de desfolhação, com exceção do verão e do outono, estações em que se igualou ao capim Vaquero na frequência de 14 dias (Tabela 5).

Tabela 5 – Proporção de folhas de cultivares de *Cynodon* submetidos a três ferquências de desfolhação

Cultivar	**Frequência (dias entre cortes)**		
	14	**28**	**42**
	----------% ----------		
		Verão (EPM=0,73)	
Jiggs	76,40 B	62,52 D	38,95 F
Tifton 85	82,90 A	69,05 C	52,38 E
Vaquero	81,71 A	64,70 D	48,80 E
		Outono (EPM=0,73)	
Jiggs	82,96 B	78,00 C	61,72 E
Tifton 85	90,83 A	83,61 B	80,48 BC
Vaquero	87,99 A	78,31 C	71,47 D
		Inverno (EPM= 0,73)	
Jiggs	81,96 C	60,17 F	58,69 F
Tifton 85	91,92 A	87,79 B	75,29 D
Vaquero	87,51 B	69,57 E	61,27 F
		Primavera (EPM=0,73)	
Jiggs	65,31 C	52,42 E	40,11 F
Tifton 85	82,79 A	59,36 D	53,35 E
Vaquero	70,83 D	59,69 B	51,32 E

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

3.3.5 Proporção de colmo na forragem colhida

A porcentagem de colmo na massa de forragem colhida sofreu efeito da interação cultivar × frequência × estação (P<0,0001). O capim Tifton 85 apresentou os menores percentuais de colmo em comparação aos demais cultivares, algumas vezes não diferindo do capim Vaquero (verão e outono). Maiores proporções de colmo foram observadas com o

aumento entre intervalos de desfolhação, sendo os menores valores no outono e inverno (Tabela 6).

Tabela 6 - Proporção de colmo de cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de desfolhação

Cultivar	Frequência (dias entre cortes)		
	14	28	42
	---------- % ----------		
	Verão (EPM= 0,72)		
Jiggs	22,21 E	33,77 C	55,87 A
Tifton 85	15,77 F	27,29D	43,01 B
Vaquero	16,98 F	31,52 C	46,12 B
	Outono (EPM= 0,72)		
Jiggs	16,17 CDE	19,10 C	34,70 A
Tifton 85	8,37G	13,99 EF	15,76 DE
Vaquero	11,17 FG	19,15 CD	25,20 B
	Inverno (EPM= 0,72)		
Jiggs	17,27 C	37,13 A	36,05A
Tifton 85	7,53 E	9,25 DE	20,71 C
Vaquero	11,84 D	27,88 B	34,55 A
	Primavera (EPM= 0,72)		
Jiggs	31,12 D	43,24 B	55,08 A
Tifton 85	13,94 F	36,76 C	41,68 B
Vaquero	26,12 E	36,99 C	44,83 B

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

3.3.6 Proporção de material morto na forragem colhida

A proporção de material morto foi afetada pela interação cultivar × frequência × estação (P=0,0069). O aumento do intervalo entre cortes resultou em maior proporção de material morto na forragem colhida, mesmo nas estações onde o crescimento dos capins foi reduzido (outono e inverno) devido a limitações ambientais (Tabela 7).

Tabela 7 - Proporção de material morto de cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de desfolhação

Cultivar	Frequência (dias entre cortes)		
	14	**28**	**42**
	---------- % ----------		
		Verão (EPM=0,10)	
Jiggs	1,39 C	3,71 B	5,19 A
Tifton 85	1,33 C	3,66 B	4,62 A
Vaquero	1,31 C	3,77 B	5,09 A
		Outono (EPM=0,15)	
Jiggs	0,86 C	2,10 B	3,58 A
Tifton 85	0,80 C	2,40 B	3,76 A
Vaquero	0,84 C	2,54 B	3,33 A
		Inverno (EPM= 0,11)	
Jiggs	0,78 D	2,70 C	5,25 A
Tifton 85	0,56 D	2,96 C	4,00 B
Vaquero	0,66 D	2,55 C	4,18 AB
		Primavera (EPM=0,14)	
Jiggs	3,58 BCD	4,35 AB	4,81 A
Tifton 85	3,28 CD	3,89 BC	4,97 A
Vaquero	3,06 D	3,32 CD	3,86 BC

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

3.3.7 Relação folha/colmo na forragem colhida nas estações do ano

A relação folha/colmo foi afetada pela interação cultivar × frequência × estação (P<0,0001). O capim Tifton 85 apresentou maior relação folha/colmo não diferindo do capim Vaquero no verão e primavera. O capim Jiggs foi o que apresentou menor relação folha/colmo mesmo quando cortado mais frequentemente na maioria das estações do ano, com excessão da primavera, onde não diferiu do Vaquero (Tabela 8).

Tabela 8 - Relação folha/colmo em cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de desfolhação

Cultivar	Frequência (dias entre cortes)		
	14	**28**	**42**
	Verão (EPM=0,15)		
Jiggs	1,75 B	1,35 D	0,70 F
Tifton 85	2,90 A	1,54 C	1,22 E
Vaquero	2,85 A	1,46 CD	1,06 E
	Outono (EPM=0,10)		
Jiggs	4,18 CD	3,94 D	1,78 F
Tifton 85	10,94 A	5,99 CB	5,18 CD
Vaquero	7,96 AB	4,13 D	2,85 E
	Inverno (EPM= 0,23)		
Jiggs	4,79 D	1,62 F	1,63 F
Tifton 85	12,23 A	9,50 BC	3,65 D
Vaquero	7,47 C	2,50 E	1,78 F
	Primavera (EPM=0,12)		
Jiggs	1,80 B	1,22 D	0,73 E
Tifton 85	1,99 A	1,62 C	1,28 D
Vaquero	1,72 B	1,62 C	1,15 D

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

3.3.8 Altura do dossel no pré-corte

A altura do dossel no pré-corte foi afetada pela interação cultivar × frequência × estação (P<0,0001). O capim Jiggs atingiu maiores alturas à medida que os intervalos de desfolhação eram maiores . Não houve diferença entre a altura dos capins na frequência de 14 dias na maioria das estações do ano, com exceção do verão, quando os dosséis de Jiggs eram mais altos que os do capim Vaquero. Com o aumento do intervalo de corte as diferenças se tornaram perceptíveis, acentuando a maior altura dos dosséis de Jiggs quando cortado a intervalos de 42 dias (Tabela 9).

Tabela 9 - Altura no pré-corte de três cultivares de *Cynodon* submetidos a três ferquências de corte nas quatro estações do ano

Cultivar	Frequência (dias entre cortes)		
	14	**28**	**42**
	---------- cm ----------		
	Verão (EPM= 0,52)		
Jiggs	11,6 E	20,9 C	43,1 A
Tifton 85	11,0 EF	21,1 C	28,2 B
Vaquero	9,8 F	14,2 D	25,1 B
	Outono (EPM= 0,40)		
Jiggs	9,3 E	14,8 C	30,2 A
Tifton 85	8,8 E	11,2 D	14,6 C
Vaquero	9,2 E	12,0 D	19,2 B
	Inverno (EPM= 0,48)		
Jiggs	11,0 E	16,9 C	28,6 A
Tifton 85	10,5 E	13,3 D	13,9 D
Vaquero	11,1 E	15,3 CD	21,7 B
	Primavera (EPM= 0,59)		
Jiggs	13,3 E	19,9 C	41,2 A
Tifton 85	12,3 E	16,5 D	21,5 C
Vaquero	12,8 E	16,6 D	26,8 B

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

3.3.9 Ângulo foliar no pré-corte nas estações do ano

O ângulo foliar sofreu efeito da interação cultivar × frequência × estação (P<0,0001). Quando colhidos mais frequentemente, os capins formaram dosséis mais eretos (verticais) e com o aumento do intervalo de desfolhação e maior crescimento das plantas o ângulo foliar foi menor (Tabela 10).

Tabela 10 - Ângulo foliar no pré-corte de três cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte nas quatro estações do ano

Cultivar	Frequência (dias entre cortes)		
	14	**28**	**42**
	---------- ^{o} em relação a horizontal----------		
		Verão (EPM=0,74)	
Jiggs	52,96 BC	47,34 DEF	45,00 F
Tifton 85	56,92 B	50,17 CDE	50,25 CDE
Vaquero	62,7075 A	50,92 CD	46,63 EF
		Outono (EPM=0,74)	
Jiggs	54,67 CD	52,92 D	46,63 E
Tifton 85	57,21 BC	55,33 BCD	52,25 D
Vaquero	66,13 A	59,08 B	54,50 CD
		Inverno (EPM= 0,74)	
Jiggs	58,59AB	52,34 C	48,00 D
Tifton 85	57,58 AB	54,67 BC	50,75CD
Vaquero	61,17 A	54,58 BC	47,00 D
		Primavera (EPM=0,74)	
Jiggs	51,54 CD	45,67 EF	44,50 F
Tifton 85	57,04 AB	53,17 BC	48,88 DE
Vaquero	59,17 A	53,92 BC	45,25 EF

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

3.3.10 Índice de área foliar (IAF) no pré-corte

O índice de área foliar (IAF) sofreu efeito da interação cultivar × frequência × estação (P<0,0001). Os valores de IAF foram menores quando as parcelas eram cortadas em intervalos de 14 dias, enquanto que cortes a cada 28 dias de rebrotação assumiram uma posição intermedíaria exceto no inverno para os capins Tifton 85 e Jiggs (Tabela 11). Sob a frequência de 42 dias, as diferenças entre os capins ocorreram apenas no verão, onde o capim Tifton 85 apresentou maior IAF se igualando somente ao Jiggs, e no inverno, onde o Vaquero foi superior aos demais.

Tabela 11 - IAF no pré-corte de três cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte nas quatro estações do ano

Cultivar	Frequência (dias entre cortes)		
	14	**28**	**42**
	---------- % ----------		
		Verão (EPM=0,11)	
Jiggs	2,01 E	3,44 CD	4,81AB
Tifton 85	2,02 E	3,94 C	4,95 A
Vaquero	1,99 E	3,12 D	3,98 BC
		Outono (EPM=0,11)	
Jiggs	1,39 D	2,46 B	3,68 A
Tifton 85	1,76 C	2,36 B	3,52 A
Vaquero	1,87 C	2,35 B	3,75 A
		Inverno (EPM= 0,11)	
Jiggs	1,82 D	3,18 B	3,38 B
Tifton 85	2,29 C	2,94 B	3,14 B
Vaquero	2,35 C	3,39 B	4,18 A
		Primavera (EPM=0,11)	
Jiggs	2,62 D	3,22 BC	5,24 A
Tifton 85	2,82 CD	3,76 B	5,07 A
Vaquero	2,69 D	3,27 BC	5,15 A

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

3.3.11 Interceptação de luz no pré-corte

A interceptação de luz (IL) sofreu efeito da interação cultivar × frequência × estação (P<0,0001). Na maioria das estações o capim Jiggs apresentou valores de IL semelhantes entre as frequências de 28 e 42 dias de rebrotação, exceto no outono (Tabela 12). O capim Tifton 85 apresentou valores de IL próximos a 95 % quando cortado a intervalos de 28 dias no verão e primavera, sem diferir do Jiggs e Vaquero. Nas estações de menor crescimento (outono e inverno), os maiores valores de IL para os capins foram observados no intervalo de 42 dias, com exceção do inverno para os capins Jiggs e Vaquero, quando os valores de IL aos 28 dias não diferiran dos de 42 dias de rebrotação.

Tabela 12 - IL no pré-corte de três cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte nas quatro estações do ano

Cultivar	Frequência (dias entre cortes)		
	14	28	42
	---------- % ----------		
		Verão (EPM=0,75)	
Jiggs	76,35 C	93,62 B	96,75 AB
Tifton 85	77,71 C	94,53 B	98,56 A
Vaquero	75,28 C	93,36B	93,99 AB
		Outono (EPM=0,75)	
Jiggs	67,6 F	83,19 B	91,7 A
Tifton 85	71,2 EF	76,19 CD	88,55 A
Vaquero	72,99 DE	79,30 BC	92,3 A
		Inverno (EPM= 0,75)	
Jiggs	73,60E	91,47 BC	93,19 AB
Tifton 85	81,28 D	88,17 C	92,83 AB
Vaquero	81,07 D	92,48 AB	95,89 A
		Primavera (EPM=0,75)	
Jiggs	84,75 D	95,58 B	97,64 AB
Tifton 85	86,75 CD	92,13 B	97,60 A
Vaquero	86,08 D	91,36 B	97,29 A

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

3.3.12 Densidade volumétrica da forragem acumulada

A densidade volumétrica da forragem acumulada foi afetada pela interação cultivar × frequência × estaçãoo (P<0,0001). Os dosséis dos capins Jiggs e Vaquero apresentaram, de maneira geral, menor densidade volumétrica no estrato colhido (Tabela 13). No outono e no inverno, a densidade volumétrica do Tifton 85 colhido a cada 42 dias foi 3 a 4 vezes maior que a dos outros dois capins.

Tabela 13 - Densidade volumétrica da massa de forragem colhida de três cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte nas quatro estações do ano

Cultivar	Frequência (dias entre cortes)		
	14	**28**	**42**
	---------- kg MS m^{-3} ----------		
		Verão (EPM=0,13)	
Jiggs	0,94 C	1,45 BC	1,57 AB
Tifton 85	1,42 BC	1,69 AB	2,29 A
Vaquero	1,46 B	1,74 AB	1,28 BC
		Outono (EPM=0,18)	
Jiggs	1,48 C	2,64 B	1,89 BC
Tifton 85	2,36 B	5,53 A	4,13 A
Vaquero	0,55 D	0,82 D	0,74 D
		Inverno (EPM= 0,12)	
Jiggs	1,28 BC	1,11 C	1,33 BC
Tifton 85	1,26 C	1,88 B	3,09 A
Vaquero	1,00 C	1,53 BC	1,32 BC
		Primavera (EPM=0,10)	
Jiggs	1,51 CD	1,93 BCD	1,39 DE
Tifton 85	2,26 ABC	3,20 A	2,53 AB
Vaquero	0,96 E	1,62 CD	1,91 BCD

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

3.4 Discussão

O crescimento e o desenvolvimento das plantas forrageiras são influenciados pelo manejo da desfolhação, seja por corte ou pastejo, e também por fatores abióticos, como disponibilidade de água, nutrientes, luz e temperatura. Uma complexa interação entre esses componentes pode resultar em diferentes padrões de crescimento e, consequentemente, modificar as taxas de acúmulo de forragem ao longo do ano. Entre os fatores de manejo, a frequência de desfolhação é considerada um de grande importância, uma vez que pode implicar em modificações na estrutura do dossel, produção de forragem e características morfológicas da forragem colhida, bem como alterar a demanda por nutrientes em função da maior ou menor extração de nutrientes do solo e reciclagem de nutrientes, e quando não adequada, comprometer a persistência da planta na área a longo prazo.

A produção total e estacional de forragem e as características morfológicas e estruturais dos cultivares de *Cynodon* foram afetadas pela interação cultivar × frequêcia de desfolhação × estação (Tabelas 4 a 13), mostrando que a variações na disponibilidade de fatores climáticos, especialmente luz e temperatura, associados ao potencial produtivo dos capins e o manejo da desfolhação, exercem um papel importante na determinação de características estruturais e padrões de acúmulo de forragem de dosséis dos capins Jiggs, Tifton 85 e Vaquero.

No verão e na primavera, quando os fatores climáticos, especialmente luz e temperatura, são mais abundantes, os capins Jiggs e Vaquero foram mais produtivos à medida que se aumentou o intervalo de desfolhação, enquanto que o capim Tifton 85 não apresentou aumentos significativos entre as frequências de 28 e 42 dias (Tabela 4). Aumentos na produção de forragem com a redução da frequência de corte também ocorreram no outono para todos os cultivares e no inverno, apenas para o capim Jiggs. Mesmo com adubação e irrigação não foi possível assegurar condições favoráveis ao crescimento dos capins no outono e inverno, quando dias mais curtos e mais frios resultaram em redução substancial na produção de forragem. No inverno, os capins Vaquero e Jiggs, apresentaram, de maneira geral, maior produção em comparação ao Tifton 85 quando cortados em intervalos de 42 dias, indicando que esses capins respondem a pequenas variações de luz e temperatura ou reduzem em menor proporção o ritmo de crescimento com limitações de fatores climáticos. Com o aumento das temperaturas médias e da disponibilidade de luz na primavera, o Tifton 85 conseguiu atingir produção de forragem semelhante a Jiggs e Vaquero na frequência de 42 dias (Tabela 4). Embora a mistura de física de cultivares na constituição do capim Vaquero tenha sido apontada como uma ferramenta importante no sentido de proporcionar a complementariedade entre capins, possibilitando que em determinadas condições climáticas a manutenção de características produtivas do dossel (EVERS; PARSONS, 2002), no presente estudo, o capim Vaquero não conseguiu manter o nível de produção da primavera, nas demais estações do ano, sendo inclusive, menos produtivo que o Jiggs no outono (frequência de 42 dias) e apresentando produção semelhante ao Jiggs nos intervalos de 28 e 42 dias de rebrotação no inverno (Tabela 4).

O acúmulo total de forragem aumentou com a redução da frequência de desfolhação (Tabela 3), como já observado para cultivares de *Cynodon* na literatura (PRINE; BURTON, 1956; ETHREDGE et al., 1973; PEDREIRA et al. 1999; MANDEBVU et al.,1999). Entretanto, especialmente quando as condições ambientais são favoráveis pode ocorrer redução da diferença de produção entre frequências de desfolhação, conforme foi observado no presente estudo, onde o Tifton 85 apresentou produção semelhante quando cortado a cada 28 e 42 dias na primavera e no verão (Tabela 4). Sob regime de colheita a cada 28 dias, os capins Jiggs e Tifton 85 foram mais produtivos que o capim Vaquero, o que confirma os resultados obtidos por Carvalho (2011). Contudo, o capim Jiggs foi o mais produtivo quando cortado em intervalos de 42 dias, indicando que os maiores intervalos de desfolhação podem favorecer o acúmulo de forragem nesse capim. Nas mesmas condições, o capim Vaquero foi o menos produtivo nas frequências de 28 e 42 dias (Tabela 4), embora tenha sido, de maneira

geral, menos estacional (Figura 11). A menor estacionalidade de produção de forragem tem sido associada como uma característica desejável em plantas forrageiras (CORSI; MARTHA JR.1998). Tonato (2003) trabalhando com cultivares de *Cynodon* (Florico, Florona, Estrela, Coastcross e Tifton 85) e as frequências de corte de 28 e 42 dias, não observou diferenças entre a produção de forragem no inverno, e no verão o Tifton 85 foi mais produtivo que os capins Florona e Coastcross, e mesmo assim foi mais estacional. Resultados análogos a estes são facilmente observados na literatura ao se analisar a distribuição percentual da produção estacional de forragem de diferentes espécies e cultivares (FAGUNDES et al., 1999; GERDES et al., 2000; SOARES FILHO et al., 2002; FERRAGINE et al., 2004; CARVALHO, 2011). Nesse sentido, a menor estacionalidade de produção do capim Vaquero é resultado da baixa produção de forragem na primavera e verão e não por acentuada produção de forragem no outono e inverno (Tabela 4).

Um fator que explicaria a maior produção de dosséis cortados a cada 42 dias de rebrotação seriam modificações importantes no uso da luz no dossel (Tabela 12), e maior participação do colmo na massa acumulada (Tabela 6), uma vez que esse componente apresenta grande importância na produção de MS de gramíneas forrageiras tropicais (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). As diferenças entre a produção total acumulada do Jiggs e Tifton 85 na frequência de 42 dias, foi resultado da maior produção observada nessa frequência para o capim Jiggs no outono e inverno, o que fez com que, embora não tenham sido observadas diferenças no verão e na primavera nesse regime de coloheita, a produção total foi diferente.

Resultados de pesquisa tem apontado o Tifton 85 como o mais produtivo comparado aos capins Coastal, Tifton 68, Florico e Tifton 78 (BURTON;GATES; HILL, 1993; HILL et al., 1998; MISLEVY; PATY, 1996). Entretanto, esses trabalhos foram conduzidos em condições em que a estação restritiva à produção (outono/inverno) é mais rigorosa (clima sub-tropical), e o crescimento de plantas é praticamente nulo, fazendo com que as diferenças entre genótipos sejam evidenciadas na primavera e no verão. Em condições tropicais, Tonato (2003) trabalhando com os capins Coastcross, Estrela, Florico, Florona e Tifton 85 colhidos a cada quatro e seis semanas de rebrotação, reportou que maior quantidade de forragem foi colhida quando a forragem foi colhida a cada 42 dias, não encontrando diferenças no acúmulo total de forragem, mesmo sendo o capim Tifton 85 mais produtivo que Coastcross e Florona no verão agrostológico. No presente trabalho, os capins Jiggs e Tifton 85 apresentaram acúmulo de forragem semelhante na frequência de 42 dias no verão e na primavera, mas o Jiggs produziu mais forragem total que o Tifton 85 quando colhido a intervalos de 42 dias durante, sugerindo

que a maior produção sob essa frequência seja resultado de diferenças na produção de outono e de inverno. No entanto, resultados obtidos por Vendramini et al. (2010) avaliando o capim Jiggs colhido a cada 42 dias no verão mostraram que ele foi mais produtivo que os capins "Mulato II" (*Brachiaria* sp.), "Hemártria" [*Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf & C.E. Hubbard]Stapf & C.E. Hubbard], "Florico" (*Cynodon nlemfuënsis* Vanderyst), "Bahiagrass" (*Paspalum notatum* Flüggé), gramas bermudas "Coastcross-2" e "Florakirk", e 32% mais produtivo que Tifton 85, quando cortados em intervalos de 42 dias de rebrotação.

A composição morfológica da forragem colhida indicou que embora tenham havido semelhanças na produção de forragem do Tifton 85 e Jiggs no verão e primavera, nas frequências de 28 e 42 dias (Tabela 4), esses materiais apresentam diferenças marcantes na proporção de componentes morfológicos na forragem colhida. A redução da proporção de folhas (Tabela 5) e relação folha/colmo (Tabela 9) com o aumento da idade das plantas pode ser resultado do aumento da proporção de colmos (Tabela 6), provocado pela competição por luz e sobreamento de folhas posicionadas mais próximas da base do dossel e maiores taxas de senescência (BIRCHAM; HODGSON, 1983). Dessa forma, a porcentagem de folhas é reduzida quando ocorre um aumento no número de dias no ciclo de rebrotação e aumento na produção de forragem (HERRERA; HERNANDEZ, 1989). De acordo com Pinto et al. (1994), as variações entre espécies e cultivares com relação a proporção das frações folha e colmo são importantes não só do ponto de vista do manejo de plantas forrageiras, mas também do valor nutritivo, devido a diferença de composição química entre folhas e colmos (JUNG; ALLEN, 1995). Contudo, a diferença na composição morfológica entre espécies e cultivares pode indicar maior ou menor eficiência na assimilação de carbono, uma vez que dosséis com menor área foliar disponível para realização de fotossíntese, podem apresentar acúmulo líquido de forragem semelhante a outros com maior área foliar, em função do arranjo estrutural e maior eficiência fotossintética das folhas presentes no dossel. Dessa forma, mesmo com menores proporções de folhas (Tabela 5), o Jiggs consegue alcançar níveis de produção semelhantes ao Tifton 85 na primavera e verão (Tabela 4).

A proporção de material morto nas frequências de corte dentro das estações do ano foi de maneira geral, maior com o aumento do intervalo de desfolhação. Isso é compreensível, pois com intervalos mais longos entre colheitas sucessivas, as folhas vão envelhecendo e também aumenta a interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores (auto-sombreamento), elevando as taxas de senescência de folhas. No inverno, quando o crescimento das plantas é reduzido houve infestação por ferrugem comum (*Puccinia sp.*,) que provocaram manchas

necróticas nas folhas, comprometendo principalmente as folhas localizadas na base do dossel, elevando o percetual de material senescente nessa estação (Tabela 7).

O capim Jiggs aparentemente apresenta maior potencial para alongamento de colmo que os demais cultivares quando colhido a cada 42 dias, o que pode resultar em baixa relação folha/colmo (Tabela 8) e maior altura (Tabela 9), embora quando cortado a cada 28 dias na primavera e no verão tenha apresentado altura semelhante à do Tifton 85 (Tabela 9). Dessa forma, maior frequência de corte pode levar à redução das diferenças entre alturas no pré-corte de cultivares nas diferentes estações do ano. Foram também encontradas diferenças na proporção de folhas, de colmos e na relação folha/colmo (Tabelas 5, 6 e 8), mas não houve diferenças na IL entre as frequências de 28 e 42 dias para o Jiggs na primavera e verão (Tabela 12), o que pode estar relacionado com a maior altura alcançada no pré-corte e distribuição espacial dos componentes morfológicos na estrutura do dossel aos 42 dias de rebrotação, possibilitando maior penetração de luz no interior do dossel, uma vez que ainda foram registrados incrementos importantes de IAF as frequências de 28 e 42 dias (Tabela 11). As diferenças de altura, todavia, nem sempre refletiram modificações no ângulo foliar e IAF pré-corte (Tabelas 10 e 11), sugerindo que a estrutura dos dosséis eram diferentes entre os capins, com diferentes distribuições de componentes morfológicos.

De acordo com Cooper (1983), as diferenças morfológicas e produtivas dentro de estações de crescimento entre cultivares refletem a história evolutiva da população, sejam essas obtidas naturalmente, ou através de melhoramento genético. O capim Tifton 85, material obtido através de melhoramento genético (BURTON, GATES; HILL, 1993) foi selecionado com base em suas características produtivas e valor nutritivo, enquanto que Jiggs foi selecionado por produtores com base na sua elevada produção e velocidade na formação áreas de pastagens (MISLEVY; MILLER; MARTIN, 2008), enquanto o uso de misturas físicas de sementes (e.g. Vaquero) tem buscado explorar o efeito da complementariedade entre capins e a redução da estacionalidade de produção de forragem (EVERS; PARSONS, 2002). Valores de IL próximos a 95% foram medidos na frequência de 28 dias em todos os cultivares no verão e na primavera. No inverno, embora os capins tenham apresentado diferenças no acúmulo de forragem, não diferiram na IL na frequência de 42 dias (Tabela 12), e os capins Jiggs e Vaquero não diferiram na IL de dosséis colhidos a 28 e a 42 dias de rebrotação. Isso ilustra os padrões contrastantes de interceptação da luz incidente que determinam padrões de crescimento e distribuição de componentes na estrutura do dossel diferenciados. No inverno, mesmo com valores de IL semelhante ao Jiggs e Vaquero aos 42 dias de rebrotação (Tabela 12), o Tifton 85 foi menos produtivo, indicando que grande parte da estrutura do dossel estava

situada abaixo da altura de corte, uma vez que os valores de IL não refletiu em aumento da produção de forragem nessa estação. Outro ponto que também pode ter impactado a IL no outono e no inverno, foi a da formação de “rosetas” (Figura 13), caracterizadas pelo aparecimento de diversos perfilhos aéreos agregados a um único colmo, conforme relatado por SBRISSIA (2000) em pastos mantidos mais altos que 10 cm sob lotação contínua. Vale ressaltar, no entanto, que isso ocorrereu em todas as frequências de desfolhação no presente estudo, principalmente no Tifton 85, e que neste trabalho os cortes foram realizados a 7 cm.

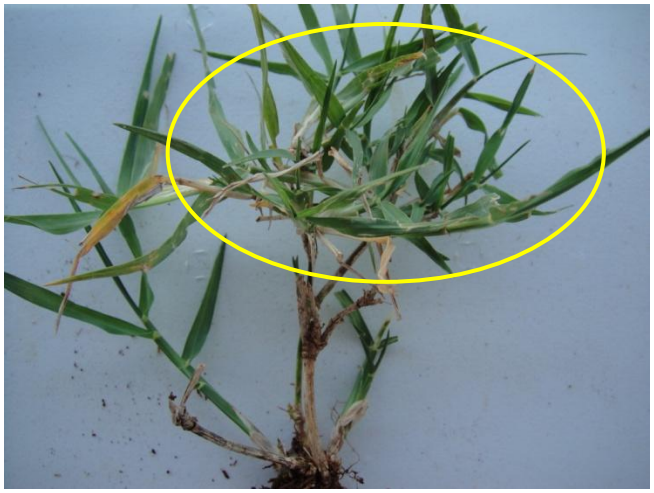

Figura 13 – Formação de “rosetas” em Tifton 85

Os dosséis de Vaquero e Jiggs apresentaram, de maneira geral, menor densidade volumétrica. As menores densidades no capim Jiggs podem estar relacionadas à maior altura, dessa forma, mesmo nas estações em que a produção de forragem foi semelhante Tifton 85 (Tabela 3), o Tifton 85 apresentou maior densidade volumética, devido a menor distribuição dos componentes morfológicos na estrutura vertical do dossel, devido menor altura no pré-corte (Tabela 9). Neste estudo, foi observado que ao longo das estações, nas parcelas do capim Vaquero apareciam plantas com características morfológicas e crescimento diferentes, o que aparentemente resultou em maior heterogeneidade do dossel, possivelmente resultado da segregação entre os genótipos que formam esse capim (Figura 14).

Figura 13 – Segregação de genótipos no capim Vaquero na primavera

3.5 Conclusões

O capim Jiggs é tão produtivo quanto o Tifton 85, porém o Tifton 85 apresenta maior proporção de folhas na forragem colhida. Sob a frequência de 42 dias, o capim Jiggs é mais produtivo que os demais cultivares durante o ano. Considerando a produção de forragem e relação folha/colmo, no verão e primavera, o corte dos capins Jiggs e Tifton 85 deve ser realizado a cada 28 dias e o Vaquero na frequência de 42 dias. Menores frequências de desfolhação no outono e inverno, beneficiam os capins Jiggs e Vaquero. A menor estacionalidade de produção do Vaquero é resultado de menor produção no verão e primavera. Plantas com produção semelhante nas estações de crescimento podem apresentar diferenças importantes na estrutura do dossel, indicando que a utilização de práticas de manejo generalistas em cultivares de *Cynodon* podem afetar o potencial produtivo e as características morfológicas da forragem colhida.

Referências

ANDERSON, W.F.; DIEN, B.S.; BRANDON, S.K.; PETERSON, J.D. Assessment of bermudagrass and bunch grasses as feedstock for conversion to ethanol. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, Germantown, v.145, p.13–21, 2007.

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, 1983.

BURTON, G.W.; GATES, R.N.; HILL, G.M. Registration of 'Tifton 85' bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v.33, p.644-645, 1993.

CARVALHO, M.S.S. **Desempenho agronômico e análise do crescimento de capins do gênero Cynodon em resposta à frequência de corte.** 2011. 61p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CERVELLINI, A.; SALATI, E.; FERRAZ, E. S. B.; VILLA NOVA, N.A.; REICHARDT, K.; DEDICO, A.; OMETTO, J.C.; PEDRO JUNIOR, M.J. **Análise dos dados meteorológicos de Piracicaba**, SP. Piracicaba: ESALQ/USP, 1973. 26p (Boletim Científico, 36).

CORSI, M.; MARTHA Jr., G.B. Manejo de pastagens para a produção de carne e leite. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. de (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., Piracicaba, 1998. **Anais…** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.55-84.

COOPER, J.P. Physiological and morphological advances for forage improvement. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., Lexington, 1981. **Proceedings...** Boulder: Westview Press, 1983. p.69-76

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

ETHREDGE, J.;BEATY, E.R.; LAWRENCE, R.M. Effects of clipping height, clipping frequency, and rates of nitrogen on yield and energy content of coastal bermudagrass. **Agronomy Journal,** Madison, v.65, p.717-719, 1973.

EVERS, G.W.; PARSONS, M.J. **Comparison of seeded and increased with time**. Overton: Overton Forage-Livestock Field Day Report, 2002, p.41-42. (Research Technical Report 2002-1).

FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SBRISSIA, A.F. CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.F.M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1141-1150, 1999.

FERRAGINE, M.D.C.; PEDREIRA, C.G.S.; OTANI, L. TONATO, F. Produção estacional, índice de área foliar e interceptação luminosa de cultivares de alfafa sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.1041-1048, 2004.

GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; CARVALHO, D.D.; SCHAMMASS, E.A. Avaliação de características agronômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35d dias de crescimento nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.947-954, 2000.

HANNA, W.; SOLLENBERGER, L.E. Tropical and subtropical grasses. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; COLLINS, M.; MOORE, K.J. (Ed.). **Forages Volume II: The Science of Grassland Agriculture**. 6th ed. Ames: Iowa State Univ. Press, 2007. chap. 5, p. 245-257.

HERRERA, R.S.; HERNANDEZ, Y. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la bermuda cruzada-1. III. Porcentaje de hojas y rendimientos de materia seca y proteina bruta. **Pastos y Forrajes**, Matanzais, v.12, p.77-81, 1989.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; WEST, J.W. Advances in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. **Journal of Animal Science,** Champaign, v.79, p. 48-58, 2001.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; WEST, J.W.; MANDEBVU, P. Pesquisa com capim bermuda cv. 'Tifton 85'em ensaios de pastejo e de disgestibilidade com bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 7-22.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell wall affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, Chapaingn, v.73, p.2774-2790, 1995.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissues flows in plant grazed communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Guilford: CAB International, 1996. p.71-79.

LITTEL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGUER, R.D.; SCHABENBERGER, O. **Sas for Mixed Models**. 2nd.ed. Cary: SAS Institute, 2006. 813p.

MANDEBVU, P.; WEST, J.W.; HILL, G.M.; GATES, R.N.; HATFIELD, R.D.; MULLINIX, B.G.; PARKS, A.H.; CAUDLE A.B. Comparison of Tifton 85 and coastal bermudagrasses for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. **Journal of Animal Science**, Chapaingn, v.77, p.1572-1586, 1999.

MISLEVY, P.; MILLER, O. P.; MARTIN, F. G. Influence of grazing frequency on *Cynodon* grasses grown in peninsular Florida. **Forage and Grazinglands**, Madison, 2008. Disponível em:<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/fg/research/2008/cynodon/>. Acesso em: 21 mai. 2012.

MUIR, J.P.; LAMBERT, B.D.; GREENWOOD, A.; LEE, A.; ROJAS, A. Comparing repeated forage bermudagrass harvest data to single, accumulated bioenergy feedstock harvests. **Bioresource Technology**, New York, v.101, p.200–206, 2010.

MYSLEVY, P.; PATE, F.M. Establishment, management and utilization of Cynodon grasses in Florida. In: Workshop sobre o potencial forrageiro do gênero Cynodon, Juíz de Fora, 1996. **Anais...** Juíz de Fora: Embrapa, CNPGL, 1996. p.127-138.

PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E. MISLEVY, P. Productivity and nutritive value of `Florakirk' bermudagrass as affected by grazing management. **Agronomy Journal,** Madison, v.91, p.796-801, 1999.

PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.313-326, 1994.

PRINE, G.M.; BURTON, G.W. The effect of nitrogen rate and clipping frequency upon the yield, protein content and certain morphological characteristics of coastal bermudagrass (*Cynodon dactylon*, (L) pers.). **Agronomy Journal,** Madison, v.48, p.296-301, 1956.

REDFEARN, D.; NELSON, C.J. Grasses for Southern Areas. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; COLLINS, M.; MOORE, K.J. (Ed.). **Forages Volume I:** An Introduction to Grassland Agriculture. 6th ed. Ames: Iowa State Univ. Press. chap 7, 2003. p. 149-171.

RODRIGUES, L.R.A; REIS, R.A.; SOARES FILHO, C.V. Estabelecimento de pastagens de *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.115-128.

SBRISSIA, A.F. **Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de *Cynodon* spp.** 2000. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SOARES FILHO, C.V; RODRIGUES, L.R.A.; PERRI, S.H.V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região noroeste do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Animal Sciences,** Maringá, v. 24, n. 5, p.1377-1384, 2002.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy.** 4th ed. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute State University Press, 1990. 422p. (Soil Management Support Services Technical Monograph, 19).

TONATO, F. **Determinação de parâmetros produtivos e qualitativos de *Cynodon* spp. em função de variáveis climáticas.** 2003. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

VENDRAMINI, J.M.B.; ADESOGAN, A.T.; SILVEIRA, M.L.A.; SOLLENBERGER, L.E.; QUEIROZ, O.C.; ANDERSON, W.E. Nutritive value and fermentation parameters of warm-season grass silage. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v.26, p.193–200, 2010.

WELLES, J.M.; NORMAN, J.M. Instrument for indirect mensurement of canopy architecture. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, p.818-825, 1991.

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

4 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DOS CAPINS JIGGS E TIFTON 85 EM RESPOSTA À FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO

Resumo

O estudo do crescimento das plantas cultivadas pode ajudar a explicar diferenças de produção entre espécies ou cultivares mantidos na mesma condição de clima e manejo. A análise de crescimento permite a integração de processos como, fotossíntese, respiração, alocação de fotoassimilados, a partir da estimativa de índices morfológicos e fisiológicos que indicam diferenças no potencial de crescimento entre plantas em resposta a épocas do ano e práticas de manejo utilizadas. O objetivo deste trabalho foi descrever e explicar padrões de crescimento dos capins Tifton 85 e Jiggs, em resposta a três frequências de desfolhação nas quatro estações do ano. O experimento foi realizado na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", campus da USP, localizado em Piracicaba - SP, no período de 21 de dezembro de 2010 a 21 de dezembro de 2011. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos, correspondendo a combinação entre dois cultivares e três frequências de desfolhação, com quatro repetições. Foram avaliadas características morfofisiológicas utilizando a análise clássica de crescimento. A taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), variáveis morfológicas e eficiência de colheita (EC) sofreram efeito da interação cultivar × frequência × estação. Independente da frequência de desfolhação, o capim Jiggs apresentou maior taxa de assimilação líquida (TAL). Os maiores valores de TAL para os capins foram observados na frequência de 14 dias (11,51 g m^2 dia^{-1}). O corte aos 42 dias resultou em maior eficiência de colheita de forragem nas estações do ano. Características morfológicas e estruturais do dossel fazem com que o Jiggs tenha maiores de taxas de crescimento relativo (TCR) para atingir os níveis de produção do Tifton 85 no verão e primavera nas frequências de corte estudadas.

Palavras-chave: Frequência de corte; Taxa de crescimento; Taxa de assimilação líquida

Abstract

Studies of crop growth help explain yield differences among species or cultivars kept under the same condition of climate and management. Growth analysis allows the integration of processes such as photosynthesis, respiration, and allocation of photoassimilates from estimates of physiological and morphological indices that explain differences in growth potential between forage plants across seasons and in response to harvest management. The aim of this study was to describe and explain patterns of growth of Tifton 85 and Jiggs bermudagrasses, in response to three frequencies of defoliation (14, 28 and 42 days) across seasons of the year. The trial was carried out at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, in Piracicaba - SP, from December 21, 2010 through December 21, 2011. A completely randomized design was used with six treatments, representing a combination of two cultivars and three frequencies of defoliation, and four replications. Morphological and physiological characteristics were evaluated using classic growth analysis. Crop growth rate (CGR), relative growth rate (RGR), morphological traits and harvest efficiency (HE) were under the effect of the cultivar × frequency × season interaction. Regardless of clipping frequency, Jiggs bermudagrass had higher net assimilation rate (NAR). Highest NAR values

for the grasses were measured under the 14-d frequency (11.51 g m^2 day^{-1}). Clipping at 42 days resulted in greater harvest efficiency across seasons. Morphological and canopy structure make for the high relative growth rates (RGR) of Jiggs, which had the same yield characteristics of Tifton 85 in spring and summer under the clipping frequencies studied.

Keywords: Clipping frequency; Growth rate; Net growth rate

4.1 Introdução

O crescimento de uma planta pode ser definido como o aumento em tamanho, volume e massa de um ou mais de seus órgãos ao longo do tempo (HUNT, 1990), e pode ser quantificado utilizando-se métodos destrutivos, nos quais se avalia, por exemplo, o acúmulo de biomassa da planta ou do estande de plantas, ou por métodos não-destrutivos, determinando-se o aumento em altura e volume, ou ainda estimando-se o índice de área foliar de maneira não destrutiva.

O estudo do crescimento das plantas cultivadas pode ajudar a explicar diferenças de produção entre espécies ou cultivares mantidos na mesma condição de clima e manejo (GRIME; HUNT, 1975). Nesse sentido, a análise de crescimento tem sido utilizada por proporcionar a descrição de padrões de crescimento e desenvolvimento das culturas (BENINCASA, 1998), contribuindo para entendimento de mecanismos que interferem no processo de acúmulo de fitomassa (BEADLE, 1993). As informações obtidas advém da integração e expressão quantitativa de processos como, fotossíntese, respiração, alocação de fotoassimilados, a partir da estimativa de índices morfológicos e fisiológicos que indicam diferenças no potencial de crescimento entre plantas em resposta a épocas do ano e práticas de manejo utilizadas (GOMIDE, 1996).

Com a descrição matemática de variações no peso seco de plantas e de culturas ou ainda de componentes estruturais como altura e volume, e de área foliar num determinado intervalo de tempo, torna-se possível descrever o crescimento de uma comunidade vegetal, a partir da estimativa de taxas de crescimento e índices morfofisiológicos (RADFORD, 1967), possibilitando inferências sobre a produtividade de uma comunidade vegetal, partição de fotoassimilados e eficiência do aparato fotossintético da planta. Essas informações podem ser integradas nas estimativas da taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e relações entre área foliar e peso do material produzido que permitem a estimativa da área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e a taxa de assimilação líquida (TAL).

A taxa de crescimento da cultura (TCC) pode ser usada como um indicador da velocidade de crescimento e potencial de produção da comunidade de plantas, ou indicar a capacidade de plantas individuais em competir por recursos disponíveis para o crescimento em uma comunidade heterogênea, sendo definida como o aumento do peso seco, área ou volume por unidade de tempo. A taxa de crescimento relativo (TCR) descreve o aumento do peso seco por unidade de peso seco presente, que corresponde a um indicador de eficiência de conversão da massa de forragem (no caso de pastagens) existente no pasto, e que possui dois componentes principais, a taxa de assimilação líquida (TAL), e a razão de área foliar (RAF) obtida através da relação entre área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF). A TAL é um componente fisiológico porque indica a taxa de fotossíntese líquida da planta (MCKENNA; SHIPLEY, 1999), a AFE é um componente morfológico, pois é determinada pelo peso seco de folhas e espessura da lâmina foliar (SHIPLEY, 1995; WITKOWSKI; LAMONT, 1991) e a RPF mede a alocação de fotoassimilads às folhas em comparação a outras partes da planta.

Alguns trabalhos já foram realizados no Brasil para descrever padrões de crescimento e respostas fisiológicas de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidos a distintas condições de manejo (GOMIDE, 1996; OLIVEIRA et al., 2000; RODRIGUES et al., 2006; TONATO, 2003; CARVALHO, 2011; PEREIRA et al., 2011). No entanto, considerando variações de manejo e ambiente, ainda se fazem necessárias informações sobre ajustes morfofisiológicos de plantas manejadas sob diferentes frequências de desfolação ao longo de estações de crescimento, especialmente de materiais recentemente disponibilizados no mercado, no sentido de assegurar a produtividade e perenidade em condições de manejo diversas.

O objetivo deste trabalho foi descrever e explicar padrões de crescimento dos capins Tifton 85 e Jiggs, em resposta a três frequências de desfolhação durante as quatro estações do ano.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Local do experimento

O estudo foi conduzido em área experimental pertencente ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba-SP, (22°42′30" S, 47°30′00" W, altitude 580m), com clima classificado como Cwa (mesotérmico úmido subtropical com inverno seco), temperatura superior a 22°C no mês

mais quente e inferior a 18°C e precipitação anual média é 1247 mm/ano (CERVELLINI et al., 1973). Os dados climáticos do período de coleta de dados foram obtidos no posto meteorológico do Departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ, situado a 1 km da área experimental (Tabela 1).

Tabela 1 - Preciptação pluvial, temperatura média durante o período experimental e média histórica (1918-2010)

Mês†	Precipitação		Temperatura média	
	Média histórica	Ano experimental	Média histórica	Ano experimental
	---------- mm ----------		---------- °C ----------	
Dez	200,0	244,1	24,0	25,3
Jan	229,8	421,7	24,4	25,6
Fev	182,4	145,5	24,7	26,0
Mar	142,7	222,2	24,1	23,8
Abr	63,0	76,4	22,0	23,0
Mai	53.6	28,7	19,1	19,0
Jun	42,0	49,3	17,7	16,8
Jul	29,0	3,0	17,5	19,7
Ago	29,6	31,5	19,2	20,5
Set	62,2	1,7	20,8	21,4
Out	109,8	203,1	22,4	23,2
Nov	130,6	157,1	23,2	22,8
Dez	200,0	175,3	24,0	24,5

†período de 21 dezembro 2010 a 21 de dezembro de 2011

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférrico típico (EMBRAPA, 1999) de alta fertilidade (Tabela 2) ou Kandiudalfic Eutrudox (SOIL SURVEY STAFF, 1990).

Tabela 2 - Análise de terra do solo da área experimental

pH (CaCl2)	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	- - - - - - - - - - $mmol_c$ dm^{-3} - - - - - - - - - -						%
5,1	22	14	3,5	49	16	0	69	107	64

†P Resina; SB = soma de bases; T = Capacidade de Troca Catiônica total; V% = saturação por bases

Para que a água não fosse fator limitante ao crescimento das plantas, a área experimental contava com um sistema de irrigação por aspersão (Figura 1). Para acionamento do sistema, eram monitoradas as condições hídricas do solo com a utilização de oito tensiômetros

instalados a 30 cm de profundidade e um tensímetro digital. Sempre que a leitura média do potencial hídrico do solo atingisse -30 kPa, o sistema de irrigação era acionado com a finalidade evitar déficit hídrico, sendo o tempo de irrigação registrado, evitando-se escoamento superficial. A área também era irrigada após cada adubação, e tempo de irrigação registrado. O balanço hídrico foi calculado com base nas informações coletadas posto meteorológico e dados da lâmina de água aplicada no campo (Figura 1).

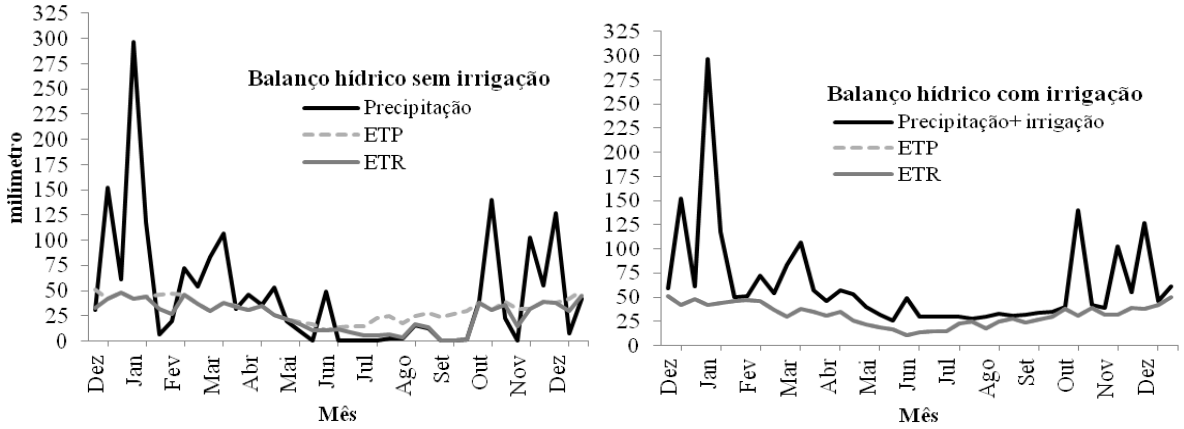

Figura 1 – Balanço hídrico sem e com irrigação (dezembro de 2010 a dezembro de 2011
ETP =evapotranspiração potencial; ETR = Evapotranspiração real.

4.2.2 Gramíneas estudadas, tratamentos e delineamento experimental

Foram estudados dois genótipos de *Cynodon* spp. propagados por mudas (Tifton 85 e Jiggs) (Figura 2) submentidas a três frequências de desfolhação (14, 28 e 42 dias). Os capins Tifton 85 (*Cynodon* spp. - híbrido F1 interespecífico entre o Tifton 68 [*Cynodon nlemfuënsis* Vanderyst.] e um acesso denominado P290884 (introdução sul-africana)) e Jiggs [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.], mesmo sendo espécies diferentes, serão ao longo do trabalho, tratados como cultivares, referindo-se ao grupo das gramas bermudas.

Figura 2 – Cultivares de *Cynodon* utilizados

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em um arranjo fatorial (2 x 3), com tratamentos correspondendo a todas as combinações possíveis entre dois capins (Tifton 85 e Jiggs) e as três frequências de desfolhação (14, 28 e 42 dias de rebrotação), com 4 repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Cada unidade experimantal correspondeu a uma parcela de 4 x 3 m e eram separadas por corredores de aproximadamente 1 m de largura. O corte da forragem acumulada era realizada com o auxílio de uma motossegadora com barra de corte de 1 m de largura, e regulada na altura de 7 cm.

Foi realizada a aplicação de fertilizante equivalente a 400 kg de N e K_2O ha^{-1} ano^{-1}, utilizando como fertilizante o sulfato de amônio $(NH_4)_2\ SO_4$ (22% de N e 18% de S) e cloreto de potássio, KCl (65% de K_2O). A aplicação foi realizada de forma manual imediatamente após cada corte, aplicando-se a quantidade ponderada da dose anual ao período de rebrotação de cada parcela em cada tratamento.

4.2.3 Amostragens para análise de crescimento

Foi escolhido um ciclo de rebrotação representativo de cada estação do ano, considerando-se o início do ciclo o corte realizado na segunda semana dentro de cada estação do ano, que de acordo com o cronograma pré-estabelecido, era realizado o corte da forragem acumulada em todos os intervalos de desfolhação, marcando o início do ciclo de representativo. A data inicial e final de cada estação foi a seguinte: 21 de dezembro a 21 de março para o verão; 22 de março a 21 de junho para o outono; 22 de junho a 23 de setembro para o inverno; e 24 de setembro a 21 de dezembro para a primavera. No início de cada um dos ciclos representativos das estações foram coletadas duas amostras do resíduo por unidade experimental, colhendo-se a forragem do interior de uma moldura de 0,1 m^2 até o nível do

solo com o auxílio de uma tosqueadeira elétrica (Figura 3). A partir de então, eram realizadas amostragens da MF total, desde o nível do solo, no dia médio do período de rebrotação (7º,14º e 21º dias, para os intervalos de 14, 28 e 42 dias de rebrotação, respectivamente) e no último dia, imediatemante antes da colheita seguinte. As amostras foram acondicionadas para evitar a desidratação das folhas e comprometimento das medidas de área foliar, e em seguida levadas ao laboratório e congeladas a -5 ^{o}C até a separação dos componentes morfológicos em folha, colmo + bainha vascular, e material morto.

Figura 3 - Corte de amostra ao nível do solo utilizando moldura e tosqueadeira elétrica

Para a separação de componentes morfológicos foi feita subamostragem representativa do material colhido, sendo essa subamostra separada nos coponentes e o restante levados para secar em estufa de circulação forçada a 60 ^{o}C por 72 h. Da fração folha, 30 folhas eram escaneadas ainda verdes num integrador de área foliar modelo LI 3100 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA), e em seguida levadas a estufa de circulação forçada a 60^{o}C por 72 h e posteriormente pesadas em balança de precisão. O valor de peso específico dessa fração (cm^{2} g^{-1}) foi usado para calcular o IAF da parcela naquela data.

4.2.4 Cálculo das variáveis da análise de crescimento

A partir das informações da separação de componentes morfológicos e da diferença de peso seco de forragem nos intervalos de amostragens foram calculadas as variáveis da análise de crescimento. Essas incluíram taxa de crescimento da cultura (TCC; g m^{-2} dia^{-1}), taxa de crescimento relativo (TCR; g g^{-1} dia^{-1}), taxa de assimilação líquida (TAL; g m^{-2} de área foliar dia^{-1}) e razão de área foliar (RAF; m^{2} g^{-1}) calculadas a partir dos valores de massa de forragem (MF) e índice de área foliar (IAF), conforme Radford (1967), e a razão de peso

foliar (RPF; g g^{-1}) segundo Benincasa (1998). As fórmulas utilizadas para o cálculo das variáveis da análise de crescimento foram:

$TCC = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)$

$TCR = (\log_e P_2 - \log_e P_1) / (t_2 - t_1)$

$TAL = [(P_2 – P_1) / (IAF_2 – IAF_1)] * [(\log_e IAF_2 – \log_e IAF_1) / (t_2 – t1)]$

$RAF = ½ [(IAF_1 / P_1) + (IAF_2 / P_2)]$

$RPF = MSF / MF$

Onde P_1 e P_2 são os valores do peso seco (MF) nos tempos t_1 (pós-corte, ou resíduo) e t_2 (pré-corte, ou MF total no último dia de rebrotação, antes da colheira seguinte); IAF_1 e IAF_2 são os valores de índice de área foliar nos tempos t_1 e t_2, respectivamente, MSF, a massa seca de folhas e $\log_e$ o logarítmo natural.

No verão e na primavera, na estimativa da TAL, quando no resíduo não existia área foliar remanescente o $\log_e IAF_1$, foi substituido por $\log_e$ (1), para permitir o cálculo dessa variável na análise de crescimento, conforme (WILHELM; NELSON, 1978).

4.2.5 Eficiência de colheita

A eficiência de colheita foi calculada através da relação percentual entre a massa de forragem acumulada e a massa do resíduo, através da seguinte fómula:

$EC = (MF_a/MF_t)*100$

Onde MF_a corresponde ao peso seco da massa de forragem acumulada e MF_t ao peso seco da massa de forragem total (incluindo o resíduo).

4.2.6 Análise dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (*Statistical Analysis System*), (LITTEL et al., 2006). Os valores médios das variáveis da análise clássica de crescimento foram submetidos à análise de variância usando-se um modelo de medidas repetidas, sendo os efeitos de genótipos, frequência de corte, época do ano e suas interações considerados como efeitos fixos (LITTEL et al., 2006). Na escolha da matriz de variância e covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o "LSMEANS" e a comparação entre elas por meio da probabilidade da diferença ("PDIFF"), usando o teste de "Tukey" e um nível de significância de 5%.

4.3 Resultados

4.3.1 Taxa de crescimento da cultura (TCC)

A taxa de crescimento da cultura (TCC) sofreu efeito da interação cultivar × frequência × estação (P=0,0003). Na primavera, as maiores TCCs foram medidas sob a frequência de 42 dias para Tifton 85, e nas de 28 e 42 dias para o Jiggs. No verão, não houve diferença entre o Tifton 85 cortado na frequência de 42 dias e o Jiggs cortado a cada 28 e 42 dias (Tabela 3). No outono, o capim Jiggs apresentou maior TCC aos 42 dias, mas não diferiu do Tifton 85 cortado a cada 14 dias, equanto que no inverno, não houve diferença entre as frequências de desfolhação para o capim Jiggs.

Tabela 3 - Taxa de crescimento da cultura (TCC) de dois cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte

Cultivar	**Frequência (dias entre corte)**		
	14	**28**	**42**
	---------- g MS m^{-2} dia^{-1} ----------		
		Verão (EPM= 0,47)	
Jiggs	5,37 C	13,32 A	15,54 A
Tifton 85	6,33 C	10,34 B	13,64 A
		Outono (EPM=0,46)	
Jiggs	8,04 BC	6,46 C	13,80 A
Tifton 85	11,72 AB	5,89 C	6,69 C
		Inverno (EPM= 0,35)	
Jiggs	6,76 AB	5,67 ABC	8,28 A
Tifton 85	5,41 BC	3,93 C	4,68 BC
		Primavera (EPM= 0,54)	
Jiggs	11,03 BC	14,28 AB	14,66 A
Tifton 85	12,63 ABC	10,53 C	11,62 ABC

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

4.3.2 Taxa de crescimento relativo (TCR)

A TCR sofreu efeito da interação cultivar × frequência × estação (P=0,0001). No verão, os maiores valores de TCR foram medidos no capim Jiggs colhido a cada 28 e 42 dias, enquanto na primavera, as TCRs do Tifton 85 e Jiggs não apresentaram diferenças entre as frequências de desfolhação. Na primavera, o Tifton 85 apresentou os menores valores de TCR em todos os intervalos de desfolhação (Tabela 4). No outono, as TCRs para os capins Jiggs e Tifton 85 foram semelhantes na frequência de 14 dias de desfolhação e não diferiram do

capim Jiggs cortado a cada 42 dias. No inverno, os valores de TCR do Jiggs não diferiram entre frequencias e foram superiores àqueles do Tifton 85 nas frequências de 28 e 42 dias.

Tabela 4 - Taxa de crescimento relativo (TCR) de dois cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte

Cultivar	**Frequência de corte (dias)**		
	14	**28**	**42**
	----------g g^{-1} dia^{-1} ----------		
	Verão (EPM= 0,01)		
Jiggs	0,25 B	0,43 A	0,39 A
Tifton 85	0,16 C	0,28 B	0,29 B
	Outono (EPM=0,01)		
Jiggs	0,36 A	0,24 B	0,42 A
Tifton 85	0,36 A	0,20 B	0,21 B
	Inverno (EPM= 0,01)		
Jiggs	0,21 A	0,19 AB	0,24 A
Tifton 85	0,12 BC	0,08 C	0,09 C
	Primavera (EPM=0,02)		
Jiggs	0,32 A	0,33 A	0,36 A
Tifton 85	0,21 B	0,17 B	0,16 B

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

4.3.3 Taxa de assimilação líquida (TAL)

A TAL foi influenciada pelas interações cultivar × frequência (P=0,0001), frequência × estação (P<0,0001) e cultivar × estação (P<0,0001). O capim Tifton 85 apresentou os menores valores de TAL nas frequências de 42 e 28 dias (Tabela 5). O Jiggs também apresentou os maiores valores de TAL em todas as estações do ano, com excessão do verão (Tabela 6). Quando comparado os valores de TAL entre frequências nas estações do ano, a TAL foi maior na frequência de 14 dias no verão e outono (Tabela 7), não diferindo entre frequências no inverno e primavera.

Tabela 5 - Taxa de assimilação líquida em função da interação cultivar × frequência de desfolhação

Cultivar	Frequência (dias entre corte)			Média
	14	28	42	
	----------g m^2 dia^{-1}----------			
Jiggs	13,0 (0,26) Aa	9,65 (0,26) Ba	9,03 (0,26) Ba	10,56
Tifton 85	9,97 (0,26) Ab	5,05 (0,26) Bb	4,00 (0,26) Cb	6,34
Média	11,49	7,35	6,52	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05). Números dentro de parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Tabela 6 - Taxa de assimilação líquida em função da interação cultivar × estação do ano

Estação	Cultivar		Média
	Jiggs	Tifton 85	
	----------g m^2 dia^{-1}----------		
Verão	7,38 (0,31) A	6,87 (0,31) A	7,13
Outono	11,60 (0,34) A	9,40 (0,34) B	10,5
Inverno	8,03 (0,22) A	2,71(0,22) B	5,37
Primavera	15,30 (0,34) A	6,38 (0,34) B	10,84
Média	10,58	6,34	

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05). Números dentro de parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Tabela 7 - Taxa de assimilação líquida em função da interação frequência × estação do ano

Estação	Frequência (dias entre corte)			Média
	14	28	42	
	----------g m^2 dia^{-1}----------			
Verão	12,17 (0,39) A	3,91 (0,39) C	5,29 (0,39)B	7,12
Outono	18,21 (0,42) A	9,60 (0,42) B	3,68 (0,42) C	10,44
Inverno	5,84 (0,27) A	4,90 (0,27) A	5,37 (0,27) A	5,37
Primavera	9,80 (0,41) A	11,00 (0,41) A	11,72 (0,41) A	10,84
Média	11,51	7,35	6,52	

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05). Números dentro de parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.3.4 Razão de área foliar (RAF)

A RAF sofreu efeito da interação cultivar × frequência × estação (P<0,0001). No verão, a maior RAF foi registrada no Tifton 85 colhido a cada 42 e 28 dias de rebrotação (Tabela 8) A RAF do Jiggs colhido a cada 14 e 42 dias foi igual à do Tifton 85 colhido a cada 28 dias. Na primavera, não houve diferenças de RAF entre frequências de colheita, nem no Tifton 85 nem no Jiggs, mas as RAFs dos capins diferiram nas frequências de 14 e 28 dias. O capim Jiggs

apresentou menor RAF quando colhido a cada 42 dias no outono, enquanto que no inverno, não houve diferenças de RAF entre frequências de corte, mas o Tifton 85 apresentou sempre maior RAF.

Tabela 8 - Razão de área foliar (RAF) de dois cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte

Cultivar	**Frequência (dias entre corte)**		
	14	**28**	**42**
	---------- $m^2\ g^{-1}$ ----------		
		Verão (EPM= 0,01)	
Jiggs	0,20 AB	0,16 C	0,17 BC
Tifton 85	0,13 D	0,20 AB	0,22 A
		Outono (EPM=0,01)	
Jiggs	0,20 B	0,23 AB	0,16 C
Tifton 85	0,20 B	0,27 A	0,23AB
		Inverno (EPM= 0,01)	
Jiggs	0,25 B	0,25 B	0,28 B
Tifton 85	0,35 A	0,36 A	0,40 A
		Primavera (EPM=0,01)	
Jiggs	0,25 BC	0,21 C	0,20 C
Tifton 85	0,32 A	0,28 AB	0,25 ABC

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

4.3.5 Razão de peso foliar (RPF)

A RPF sofreu efeito da interação cultivar × frequência × estação (P<0,0001). O capim Tifton 85 apresentou maiores valores de RPF na frequência de 42 dias na maioria das estações, com exceção do verão e outono, quando não diferiu do Jiggs cortado na frequência de 28 dias (Tabela 9). No inverno a menor RPF foi a do Jiggs colhido a cada 14 dias e a do Tifton 85 colhido a cada 28 dias foi a maior. Sob o intervalo de 28 dias na primavera, o Jiggs apresentou a maior RPF.

Tabela 9 - Razão de peso foliar (RPF) de dois cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte

Cultivar	Frequência (dias entre corte)		
	14	**28**	**42**
	----------g g^{-1} ----------		
		Verão (EPM= 0,01)	
Jiggs	0,27 B	0,35 A	0,25 B
Tifton 85	0,20 C	0,34 A	0,34 A
		Outono (EPM=0,01)	
Jiggs	0,26 CD	0,30 AB	0,30 BC
Tifton 85	0,24 D	0,44 A	0,42 A
		Inverno (EPM= 0,02)	
Jiggs	0,25 C	0,28 BC	0,29 ABC
Tifton 85	0,33 AB	0,35 A	0,33 AB
		Primavera (EPM=0,01)	
Jiggs	0,27 B	0,37 A	0,27 B
Tifton 85	0,31 AB	0,32 AB	0,28 B

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

4.3.6 Área foliar específica (AFE)

A AFE sofreu efeito da interação cultivar × frequência × estação (P=0,0070). A AFE do Tifton 85 foi a mesma quando a colheita foi feita a cada 28 ou 42 dias no verão, sendo nessas frequências, semelhante ao Jiggs colhido em intervalos de 42 dias (Tabela 10). A AFE foi a mesma para cultivares e frequências no outono e no inverno. Na primavera, a AFE do Tifton 85 colhido a cada 42 dias foi maior que a AFE do Jiggs colhido sob qualquer das frequências de desfolhação.

Tabela 10 - Área foliar específica (AFE) de dois cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte

Cultivar	Frequência (dias entre corte)		
	14	**28**	**42**
	----------$cm^2\ g^{-1}$ ----------		
		Verão (EPM= 4,91)	
Jiggs	93,24 BC	91,64 C	137,95 A
Tifton 85	81,77 C	119,31 AB	126,81 A
		Outono (EPM=4,56)	
Jiggs	113,59 A	101,66 A	107,69 A
Tifton 85	113,66 A	96,69 A	110,45 A
		Inverno (EPM= 7,60)	
Jiggs	114,68 A	110,97 A	127,39 A
Tifton 85	113,33 A	114,65 A	149,24 A
		Primavera (EPM=4,16)	
Jiggs	100,92 BC	78,10 C	97,16 BC
Tifton 85	109,43 AB	111,62 AB	124,59 A

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

4.3.7 Índice de área foliar destrutivo (IAF)

O IAF sofreu efeito da interação cultivar x frequência x estação (P=0,0025). O IAF foi diferente entre as frequências de 28 e 42 dias em cada um dos capins, sendo os maiores valores registrados no intervalo de 42 dias no verão (Tabela 11). No outono, o IAF do Tifton 85 diferiu do IAF do Jiggs no regime de colheita de 14 dias, mas não nas demais frequências. O capim Jiggs apresentou os menores valores de IAF no inverno na maioria das frequências de desfolhação. Na primavera, o IAF do Jiggs colhido a cada 28 e 42 dias foi semelhante ao do Tifton 85 colhido a cada 14 dias.

Tabela 11 - Índice de área foliar (IAF) de dois cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte

Cultivar	**Frequência (dias entre corte)**		
	14	**28**	**42**
		Verão (EPM= 0,05)	
Jiggs	0,65 E	1,70 D	2,41 B
Tifton 85	0,75 E	2,17 C	3,52 A
		Outono (EPM=0,08)	
Jiggs	0,82 D	1,32 BC	2,25 A
Tifton 85	1,10 C	1,61 B	2,23 A
		Inverno (EPM= 0,08)	
Jiggs	1,09 C	1,16 C	1,96 B
Tifton 85	1,76 B	2,13 B	2,98 A
		Primavera (EPM= 0,08)	
Jiggs	1,20 D	1,89 C	2,05 C
Tifton 85	2,33 BC	2,75 B	3,45 A

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

4.3.8 Eficiência de colheita (EC)

A EC sofreu efeito da interação cultivar x frequência x estação do ano (P<0,0001). No verão, os valores de EC aumentaram conforme foi reduzida a frequência de desfolhação, sem diferenças entre cultivares na mesma frequência de corte (Tabela 12). No outono, o Tifton 85 cortado a cada 28 dias apresentou EC semelhante ao Jiggs cortado na frequência de 14 dias. No inverno, o maior EC foi obtida para Jiggs aos 42 dias e a menor EC para o Tifton 85 colhido a cada 14 dias. Na primavera, não houve diferenças entre a EC dos capins nas frequências de 14 e 28 dias, mas no regime de 42 dias, a EC do Tifton 85 foi inferior ao Jiggs cortado nessa frequência de desfolhação.

Tabela 12 - Relação percentual entre a massa de forragem colhida e a massa remanescente de dois cultivares de *Cynodon* submetidos a três frequências de corte

Cultivar	Frequência (dias entre corte)		
	14	**28**	**42**
	----------% ----------		
		Verão (EPM= 4,64)	
Jiggs	13,88 C	30,84 B	65,82 A
Tifton 85	10,68 C	26,98 B	69,82 A
		Outono (EPM=4,97)	
Jiggs	15,29 D	51,56 BC	60,61 AB
Tifton 85	12,48 D	43,64 C	54,30 AB
		Inverno (EPM= 3,50)	
Jiggs	10,57 C	27,01 B	57,02 A
Tifton 85	5,29 D	14,82 C	27,54 B
		Primavera (EPM= 4,36)	
Jiggs	14,87 C	33,54 B	50,60 A
Tifton 85	12,86 C	28,66 B	33,01 B

Médias dentro de estação seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).
EPM = Erro padrão da média.

4.4 Discussão

A manutenção de taxas elevadas de crescimento e a colheita eficiente da forragem produzida dependem da compreensão e utilização do conhecimento de processos fisiológicos, bem como de adaptações morfológicas da planta durante seu crescimento e desenvolvimento (BIRCHAM; HODGSON, 1983). A frequência de desfolhação adotada nas estações de crescimento pode levar a variações importantes na estrutura do dossel, requerendo adaptações morfofisiológicas e estruturais. A análise do crescimento de plantas forrageiras pode ajudar no entendimento de características morfofisiológicas, auxiliando na definição de estratégias de manejo.

As taxas de crescimento, componentes morfofisiológicos, partição de fotoassimilados e eficiência de colheita (Tabelas 3, 4, 8-12) foram afetados pela interação cultivar × frequência × estação, indicando que variações na disponibilidade de fatores climáticos, associados a características genéticas e manejo de desfolhação, apresentam um papel importante na determinação de padrões de crescimento dos capins Tifton 85 e Jiggs.

A TCC corresponde ao resultado líquido de processos fisiológicos, como fotossíntese, respiração, crescimento e senescência, que determinam a velocidade que a cultura consegue aumentar sua massa, a partir do balanço desses processos. A velocidade de crescimento dos capins estudados, expressa através da TCC, mostrou semelhanças entre eles quando colhidos

a intervalos de 42 dias quando as condições ambientais são mais favoráveis ao crescimento (verão e primavera). O Jiggs consegue, entretanto, atingir TCC mais elevada que Tifton 85, quando sob o regime de 28 dias de rebrotação (Tabela 3). Especificamente na primavera, os capins diferiram entre si apenas na frequência de 28 dias, evidenciando que, independente da frequência de corte adotada, as mudanças resultantes da transição entre inverno e primavera (aumento da temperatura e disponibilidade de luz) reduziram as diferenças de TCC entre as frequências de desfolhação. No outono, a TCC foi elevada na frequência de 14 dias para os dois capins, o que possivelmente está relacionado ao ciclo de rebrotação utilizado para descrever essa caraterística, considerando que o início das avaliações se deu na segunda semana após o início de cada estação, e com o curto intervalo de corte, as características climáticas poderiam não ser típicas da estação, e ter levado a maior variação de massa de forragem nessa frequência de desfolhação. Menores valores de TCC medidos para o Tifton 85 em comparação ao Jiggs na frequência de 42 dias no outono e no inverno, sugerem que o capim Jiggs consegue manter TCC mais elevada sob menor frequência de desfolhação, indicando que menores frequências pode favorecer o crescimento nessas estações. Essas diferenças podem ser reflexo de características genéticas dos cultivares, que resultam em diferentes mecanismos adaptativos a variações de fatores de crescimento (COOPER, 1983).

A TCC é considerada um parâmetro de uso limitado na análise de crescimento pois considera apenas a variação de massa em função do tempo (CAIRO; OLIVEIRA; MESQUITA, 2008), sem considerar variações nas características iniciais do material que podem ser importantes na determinação da velocidade do crescimento de plantas, como maior área foliar residual. Isso faz com que a TCR seja um melhor indicador para descrever diferenças no crescimento de culturas relacionando características morfológicas e fisiológicas sob diferentes condições ambientais e de manejo, (GRIME; HUNT, 1975). A TCR estebelece a relação entre o crescimento da cultura a suas características no instante em que se inicia o período de crescimento, levando em conta o peso inicial, a área foliar útil para fotossíntese e a taxa assimilatória líquida (BENINCASA, 1998). A TCR pode ser obtida através da fórmula: TCR= RAF × TAL, em que a RAF é o componente morfológico e a TAL o componente fisiológico. A contribuição do componente fisiológico e do morfológico na determinação de TCR tem sido usada para tentar explicar variações observadas no crescimento de culturas. De acordo com Villar et al. (2005), a importância da RAF e da TAL depende de variáveis ambientais, características genéticas do material, mas também da escala de tempo de crescimento. À medida que a planta vai avançando em idade, aumenta a importância do componente morfológico. O capim Jiggs apresentou maiores valores de TCR nas frequências

de 28 e 42 dias no verão e em todas as frequências na primavera (Tabela 4). Os maiores valores de TCR observados para o capim Jiggs estão relacionados a combinação entre os maiores de valores de TAL para essas frequências (Tabela 5), considerando os menores valores de RAF do Jiggs em comparação ao Tifton 85 (Tabela 8). No outono, a TCR foi menor para a frequência de 28 dias nos dois capins e para a frequência de 42 dias no Tifton 85. No inverno, de maneira geral, a maior TCR foi a do Jiggs. Isso indica que, embora existam alguns padrões de crescimento semelhantes, os capins diferem na TCR ao longo das estações do ano, que pode explicar diferenças na produção de forragem. A TAL foi maior para o Jiggs no outono, no inverno e na primavera (Tabela 6), mas os maiores valores entre frequência de corte foram registrados na frequência de 14 dias no verão e no outono (Tabela 7). Isso pode significar que em situações em que a desfolhação é frequente, a TAL pode assumir maior importância que a RAF, uma vez que com a redução do intervalo de corte, o aumento da área foliar é limitado. Assim, um possível mecanismo de compensação resultaria no aumento da taxa de assimilação de carbono. Por outro lado, os dados de produção (acúmulo) de forragem dos dois capins (capítulo 3, Tabela 4) e EC (Tabela 12) no verão e na primavera, sugerem que diferenças entre a TCR dos dois capins podem estar associadas a características do resíduo na fase inicial do crescimento, onde os menores valores de TCR do Tifton 85 estariam relacionados a características morfológicas do resíduo, como maior massa de forragem e área foliar. Dessa forma, os valores relativamente maiores de TCR para o Jiggs, estariam relacionados a utilização de menor massa inicial e área foliar residual, para atingir níveis de acúmulo de forragem semelhante ao Tifton 85, resultanto em maiores taxas de crescimento relativo.

No capim Tifton 85, de maneira geral, os valores de RAF foram mais altos (Tabela 8) que os do Jiggs em todas as frequências de corte no inverno. Nessa estação os valores de TCR foram os menores (Tabela 3), mostrando que embora existisse área foliar disponível para fotossíntese (Tabela 10), as taxas de assimilação líquida foram baixas (Tabela 6), possivelmente em virtude das limitações ambientais, especialmente luz e temperatura, reduzindo assim as taxas de crescimento, resultando em menor produção de forragem. Os menores valores de RAF do Jiggs podem indicar a necessidade de menor área foliar para produzir a mesma quantidade de matéria seca que o Tifton 85, sugerindo maior eficiência fotossintética de folhas. Nesse sentido, menores valores de IAF foram observados para o Jiggs no inverno, verão e primavera (Tabela 11). Carvalho (2011) não observou diferenças entre a produção de forragem do Jiggs e do Tifton 85 colhidos nas frequências de 14, 28 e 42 dias, mas a forragem do capim Jiggs apresentou menor proporção de folhas que a do Tifon 85.

Considerando-se que as folhas são as partes da planta responsáveis pela assimilação de carbono (fotossíntese) e que o resto da planta depende da exportação de fotoassimilados da folha, a RPF reflete a partição de fotoassimilados na planta, sendo, portanto um componente fisiológico. A RPF foi semelhante entre os capins aos 28 dias de rebrotação no verão, porém no Tifton 85 não houve diferenças de RPF entre as frequências de 28 e 42 dias, sugerindo que mesmo em cortes realizados mais tardiamente, ainda não existiam diferenças no direcionamento de fotoassimilados para produção de colmos, enquanto que para o Jiggs, em maiores intervalos de desfolhação, houve modificações na partição de fotoassimilidos entre folhas e colmos, expresso por menores RPF (Tabela 9), e maior proporção de colmos na forragem colhida.

Variações na AFE apontam para adaptações morfológicas e anatômicas da planta a condições a ela impostas, através da modificação da espessura da lâmina foliar. Maiores valores de AFE foram medidos no capim Jiggs sob a frequência de 42 dias e no Tifton 85 colhido a cada 28 e 42 dias no verão (Tabela 10). De acordo com Whatley e Whatley (1982), maiores valores de AFE são geralmente associados à adaptação da área de superfície de folhas para aumentar a capacidade de interceptação de luz, resultando em menor espessura da lâmina foliar, sobretudo quando há limitação de luminosidade. Nesse sentido, podem ter ocorrido compensações que resultaram em ajustes na AFE nas estações em função de variações ambientais, especialmente no outono e inverno, diminuindo o prejuízo relativo decorrente do maior sobreamento de folhas localizadas na base do dossel. Com o aumento progressivo da massa de forragem, seguido pelo aumento nas taxas de respiração e senescência, a manutenção do crescimento depende da eficiência da planta em captar luz. O aumento da AFE também foi relatado por Pereira et al. (2011), trabalhando com o capim Coastcross-1 sob doses de N e frequências de 28 e 42 dias de desfolhação, que reportaram incrementos na AFE com o aumento da dose de N, o que foi atribuido à produção de folhas mais compridas e finas. Condições mais favoráveis ao crescimento com a chegada da primavera podem ter levado à minimização dos efeitos da frequência de corte e evidenciou diferenças entre cultivares dentro das condições de manejo e ambiente vigentes.

A eficiência de colheita (EC) estabelece uma relação percentual entre a massa de forragem efetivamente colhida e a massa de resíduo. Quando a disponibilidade de fatores de crescimento é maior, a EC aumentou com a redução da frequência de desfolhação, não tendo sido observadas diferenças entre cultivares dentro de frequências de desfolhação no verão (Tabela 12). Isso pode ser resultado da provável redução da densidade populacional de perfilhos e maior crescimento vertical (SBRISSIA et al., 2003) do dossel à medida que o

tempo de crescimento é maior, reduzindo assim a massa de forragem do resíduo e com isso sua proporção em relação ao total de forragem colhida. Isso também aconteceu no outono, quando ainda foram observados altos valores de EC, uma vez que nessa época, ocorrem adaptações do dossel a modificação das condições ambientais, e mesmo com a produção de forragem reduzida, a forragem colhida ainda representou um elevado percentual em relação a forragem total presente no estande. À medida que a planta se adapta às limitações ambientais, reduzindo seu crescimento, menores proporções da forragem produzida são colhidas, como observado no inverno para o Tifton 85. Na primavera, no entanto, a EC foi menor no Tifton 85 do que no Jiggs sob a frequência de 42 dias, embora o Tifton 85 não tenha diferido do Jiggs em total de forragem colhida (Capítulo 3, Tabela 4). Isso sugere que mesmo colhendo quantidades expressivas de forragem, o resíduo ainda representa uma proporção elevada da massa total, onde possivelmente há grande quantidade de material morto resultante do crescimento e senescência acelerados nessa época, além do sobreamento de parte da massa que não foi colhida no inverno. No verão, com a decomposição do material morto, a EC do Tifton 85 colhido a cada 42 dias passa a ser semelhante ao do Jiggs.

4.5 Conclusões

Características morfológicas e estruturais do dossel fazem com que o Jiggs tenha maiores de taxas de crescimento relativo para atingir os níveis de produção do Tifton 85 no verão e primavera nas frequências de corte estudadas.

A manutenção de taxas de crescimento mais elevadas do Jiggs na frequência de 42 dias no outono e no inverno, asseguram maior produção total de forragem durante o ano sob esse regime de desfolhação.

Referências

BEADLE, D.L. Growth analysis. In: HALL, D.O.; BOLHARNORDENKAMPF, H.R.; LEEGOOD, R.C.; LONG, S.P. **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and a laboratory manual.** London: Pergamon Press, 1993. p. 36-46.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 41p.

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, 1983.

CAIRO, P.A.R.; OLIVEIRA, L.E.M.; MESQUITA, A.C. **Análise de crescimento de plantas**. Ed. Conquista: Edições UESB, 2008. 71p.

CARVALHO, M.S.S. **Desempenho agronômico e análise do crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de corte.** 2011. 61p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CERVELLINI, A.; SALATI, E.; FERRAZ, E.S.B.; VILLA NOVA, N.A.; REICHARDT, K.; DEDICO, A.; OMETTO, J.C.; PEDRO JUNIOR, M.J. **Análise dos dados meteorológicos de Piracicaba**,SP., Piracicaba: ESALQ/USP, 1973. 26p (Boletim Científico, 36).

COOPER, J.P. Physiological and morphological advances for forage improvement. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981. Lexington. **Proceedings...** Boulder: Westview Press, 1983. p.69-76

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

GOMIDE, C.C.C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon*.** 1996. 100**p.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1996.

GRIME, J.P.; HUNT, R. Relative growth rate: its range and adaptive significance in a local flora. **Journal of Ecology**, London, v.63, p.393–422, 1975.

HUNT, R. **Basic growth analysis.** London: Unwin Hyman. 1990. 110p.

LITTEL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGUER, R.D.; SCHABENBERGER, O. **Sas for Mixed Models**. 2nd.ed. Cary: SAS Institute, 2006. 813p.

MCKENNA, M.F.; SHIPLEY, B. Interacting determinants of interspecific relative growth: empirical patterns and a theoretical explanation. **Ecoscience,** Washington, v. 6, p.286–296, 1999.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M.; GARCIA, R.; CECON , P.R. Análise de Crescimento do Capim-Bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v.29, p.1930-1938, 2000.

PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA,M.A.; PINTO, J.C.; SANTOS, M.E.R.; RIBEIRO, K.G.; CECON, P.R. Análise de crescimento do capim Coastcross-1 sob adubação nitrogenada em duas idades de rebrotação. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v.40, p.2121-2128, 2011.

RADFORD, P.J. Growth analysis formula – their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v.7, p. 171-175, 1967.

RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES,T.J.D.; REIS, R.A.; SOARES FILHO, C.V. Avaliação de características fisiológicas de cinco cultivares de *Cynodon.* **Acta Sciatiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 28, p. 245-250, 2006

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

SHIPLEY, B. Structured interspecific determinants of specific leaf area in 34 species of herbaceous angiosperms. **Functional Ecology**, Oxford, v. 9, p.312–319, 1995.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy.** 4th ed. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute State University Press, 1990. 422p. (Soil Management Support Services Technical Monograph, 19).

TONATO, F. **Determinação de parâmetros produtivos e qualitativos de *Cynodon* spp. em função de variáveis climáticas.** 2003. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

VILLAR, R.; MARAÑON, T.; QUERO, J.L.; PANADERO, P.; ARENAS, F.; LAMBERS, H. Variation in relative growth rate of 20 Aegilops species (Poaceae) in the field: The importance of net assimilation rate or specific leaf area depends on the time scale. **Plant and Soil**, Oxford, v.272, p.11–27, 2005.

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EDU / EDUSP, 1982. 101p.

WILHELM W.W.; NELSON C.J. Growth analysis of Tall Fescue genotypes differing in yield and leaf photosynthesis. **Crop Science,** Madison, v.18, p.1951-1954, 1978.

WITKOWSKI, E.T.F.; LAMONT, B.B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia**, Berlin, v.88, p.486–493, 1991.

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