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

**Desempenho agronômico e análise de crescimento de capins do gênero
Cynodon em resposta à frequência de corte**

Marcos Schleiden Sousa Carvalho

**Dissertação apresentada para obtenção do Título de
Mestre em Ciências. Área de Concentração: Ciência
Animal e Pastagens**

**Piracicaba
2011**

Marcos Schleiden Sousa Carvalho
Engenheiro Agrônomo

**Desempenho agrônômico e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em
resposta à frequência de corte**

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
2011

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

Carvalho, Marcos Schleiden Sousa

Desempenho agrônômico e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de corte / Marcos Schleiden Sousa Carvalho. - - Piracicaba, 2011. 95 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Capins - Crescimento 2. Corte 3. Forragem - Produção 4. Pastagens 5. Plantas forrageiras I. Título

CDD 633.26
C331d

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

Minha mãezinha "Dona Remédio" - O maior exemplo da minha vida

Minha tia Socorro - Quem primeiro me ensinou a ler e escrever

Minha irmã Mara Lidianne - Pela alegria e apego

Minha pequena e adorável esposa Edjane - Pelo amor, carinho e enorme dedicação

Dedico

Ofereço

A minha família

A Dr^a Socorro Bona

Ao prof. Antônio Bianchi

Ao prof. Cristóvam Colombo

Ao prof. Carlos G. S. Pedreira

*Mãe, eu tenho certeza de duas coisas na minha vida:
uma que um dia irei morrer e outra que vou amar a senhora até esse dia.*

Minha Gratidão

*Mama told me when I was young
 Come sit beside me, my only son
 And listen closely to what I say
 And if you do this it will help you some sunny day*

*Take your time, don't live too fast
 Troubles will come and they will pass
 Go find a woman and you'll find love
 And don't forget, son there is someone up above*

*And be a simple kind of man
 Be something you love and understand
 Be a simple kind of man
 Won't you do this for me, son?
 If you can?*

*Forget your lust for the rich man's gold
 All that you need is in your soul
 And you can do this if you try
 All that I want for you my son?
 Is to be satisfied*

*And be a simple kind of man
 Be something you love and understand
 Be a simple kind of man
 Won't you do this for me, son?
 If you can?*

*Boy, don't you worry, you'll find yourself
 Follow you heart and nothing else
 And you can do this if you try
 All I want for you my son
 Is to be satisfied*

*And be a simple kind of man
 Be something you love and understand
 Be a simple kind of man
 Won't you do this for me, son?
 If you can?*

*Be a simple man
 Be something you love and understand
 Be a simple man*

*Simple Man
 Lynurd Skynurd*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pai todo poderoso, que do alto de sua infinita bondade e amor me deu a vida e me escolheu, dentre tantos, a escrever essa dissertação.

Aos meus pais, irmãos e esposa por serem a base de tudo e por sempre estarem ao meu lado. Eu amo muito vocês.

A Igreja Católica Paróquia de Cristo Rei que acompanho desde criança e considero minha segunda casa.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) pelo curso de mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira pela oportunidade, por sua inigualável educação, bom humor, investimento de tempo, paciência, sugestões, pelo auxílio ensinando a tomar consciência da sistemática de pesquisa e principalmente por me fazer apreciar o desafio do projeto. Obrigado por todo o processo e crescimento profissional que consegui sob sua orientação. Agradeço também pela vez que me disse “Have fun”.

Ao professor Antônio Augusto Bianchi pelo exemplo de vida, ensinamentos, amizade e enorme alegria que proporcionou ao longo do curso, mostrando aos alunos o quanto é importante o aprendizado da língua inglesa. Muito obrigado professor Bianchi por tudo que o senhor me ensinou.

Ao Prof. Dr. Cristóvam Colombo Belfort (Universidade Federal do Piauí - UFPI) e a Dr^a Maria do Perpetuo Socorro Cortez Bona Nascimento (EMBRAPA MEIO-NORTE) que acreditaram em mim e sempre me apoiaram na realização desse sonho.

Ao prof. Dr. Moacyr Corsi, pela amizade e pelas excelentes aulas na disciplina Fisiologia de Plantas Forrageiras II do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, estimulando os alunos a debater, pensar, enfim, expor o senso crítico dos alunos e sempre mostrando a maneira de “ver” o que muitas vezes não estava na literatura. Obrigado Prof. Corsi pela sua sabedoria e ensinamentos.

Aos Professores: Carlos Guilherme Silveira Pedreira, Patrícia Menezes Santos, Moacyr Corsi, Claudio Maluf Haddad, Sonia Maria de Stefano Piedade, José Eurico Possebon Cyrino, Luiz Gustavo Nussio e Wilson Roberto Soares Mattos, pela excelente competência, conduta

profissional e moral que possuem, pelo convívio de harmonia, amizade e por terem sido muito educados comigo.

Aos grandes amigos que sempre terei em minha memória: Diego Noleto Luz Pequeno, Marcio André Stefanelli Lara, Salim Jacaúna de Souza Júnior, Jorge Nunes Portela, Rodrigo Silva Goulart, Adenilson José Paiva, Márcia Cristina Teixeira da Silveira e Carlindo Santos Rodrigues pela ajuda e por sempre terem dado força, respeito e ensinamentos ao longo do curso.

Aos amigos de república Rogério Lorençoni (o cachorrão), Leonardo Cirilo da Silva Soares (o fanfarrão zero dois), Fábio Henrique Takahashi (o Taka) e Francisco Guilhien Gomes Júnior (o Chiquinho), pela agradável companhia, convivência alegre e pela forte união.

Ao grande amigo Felipe Tonato, por tudo que me ensinou, ajudou e brigou ao longo do curso. Tonato, muito do que aprendi aqui eu devo a você também. Pode ter certeza disso. Muito obrigado pela sua companhia, pelos vários momentos de descontração que tivemos no laboratório e pelo companheirismo que lhe é peculiar. Obrigado querido “Professor Pardal”.

Aos amigos e colegas Veridiana Limão, Leandro Barbero, Karine Pena, Bráulio Maia, Murilo Guimarães, Guilherme Congio, Aliedson Sampaio, Vítor Guarda, Delci Nepomuceno, Leandro Galzerano, Flavia M^a Gimenes, Lucas Chagas, Edward García, Valdson José, Débora Bastos, Damião Nguluve, Renan Parmejiani e Thiago Martins. O meu abraço.

A todos os integrantes do GP² (Grupo de Pesquisas em Pastagens), em especial aos estagiários da ESALQ: De-k, Menóti, Aluá, Mavi, Bidé, bokinã, Pi-cilídio e aos estagiários Camila Vasconcelos (UFG) e Bruno Damasceno “violeta” (Unicastelo), pela grande ajuda nas coletas, medições e separações de amostras. Muito Obrigado.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da ESALQ: Juscelino e Emerson, pelos inúmeros consertos das máquinas de trabalho que utilizei no experimento. Agradeço pela grande ajuda que sempre me deram.

Agradeço a Diego Noleto Luz Pequeno, Márcio André Stefanelli Lara e ao funcionário do CIAGRI/USP, Marcelo Corrêa Alves pela ajuda nas análises estatísticas.

A todos que convivi ao longo do curso independente de área de pesquisa ou departamentos do campus. Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	15
ABSTRACT	17
1 INTRODUÇÃO.....	19
Referências	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 O gênero <i>Cynodon</i> : origem, caracterização e desenvolvimento de cultivares	23
2.2 Determinantes morfofisiológicos da produção em plantas forrageiras	27
2.2.1 Índice de área foliar	27
2.2.2 Interceptação luminosa pelo dossel e a produção de forragem	28
2.3 Manejo da desfolhação e seus efeitos na produção do pasto.....	29
2.4 Análise de crescimento no manejo de plantas forrageiras.....	31
Referências	34
3 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUÇÃO DE PASTAGENS DO GÊNERO <i>Cynodon</i> EM RESPOSTA A FREQUÊNCIA DE CORTE	41
Resumo	41
Abstract.....	42
3.1 Introdução.....	43
3.2 Material e métodos	45
3.2.1 Local, delineamento experimental e tratamentos	45
3.2.2 Massa e acúmulo de forragem	48
3.2.3 Composição morfológica.....	50
3.2.4 Interceptação luminosa do dossel	51
3.2.5 Análise dos dados	53
3.3 Resultados.....	53
3.3.1 Acúmulo de forragem.....	53
3.3.2 Composição morfológica.....	55
3.3.2.1 Proporção de folha na forragem acumulada	55
3.3.2.2 Proporção de colmo na forragem acumulada	57
3.3.2.3 Proporção de material morto na forragem acumulada.....	59

3.3.2.4 Índice de área foliar do dossel.....	61
3.3.2.4.1 Índice de área foliar pré-corte	61
3.3.2.4.2 Índice de área foliar pós-corte.....	62
3.3.2.5 Altura pré-corte do dossel	64
3.3.2.6 Intercepção luminosa pelo dossel.....	65
3.3.2.6.1 Intercepção luminosa no pré-corte	65
3.3.2.6.2 Intercepção luminosa no pós-corte.....	67
3.4 Discussão	69
3.5 Conclusões	74
Referências	74
4 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE CAPINS DO GÊNERO <i>Cynodon</i> EM RESPOSTA À FREQUÊNCIA DE COLHEITA	79
Resumo.....	79
Abstract	80
4.1 Introdução	81
4.2 Material e métodos	83
4.2.1 Estimativa das variáveis na análise de crescimento.....	83
4.3 Análise dos dados.....	85
4.4 Resultados	85
4.4.1 Taxa de crescimento da cultura.....	85
4.4.2 Taxa de crescimento relativo	86
4.4.3 Taxa de assimilação líquida	87
4.4.4 Razão de área foliar.....	88
4.4.5 Razão de peso foliar	89
4.5 Discussão	90
4.6 Conclusões	94
Referências	94

RESUMO

Desempenho agronômico e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de corte

O presente trabalho teve o objetivo geral de estudar as respostas produtivas de capins do gênero *Cynodon* em resposta a estratégias de corte. O experimento foi conduzido no campus da ESALQ em Piracicaba, SP. Foram avaliados três cultivares, Tifton 85 e Jiggs (estabelecidos vegetativamente) e Vaquero (propagado por sementes) submetidos a três intervalos de corte, 14, 28 e 42 dias. O delineamento experimental foi completamente casualizado com arranjo fatorial completo. Foram medidas a produção de forragem, composição morfológica da forragem produzida, o índice de área foliar (IAF), a interceptação luminosa (IL) e altura do dossel. Foi feito também um estudo de análise de crescimento. Os cultivares Jiggs (22,6 Mg MS ha⁻¹) e Tifton 85 (21,8 Mg MS ha⁻¹) apresentaram os maiores acúmulos de forragem total na média das frequências de 28 e 42 dias de rebrotação. Na frequência de 14 dias de rebrotação, não houve diferença para o acúmulo total de forragem entre os cultivares com média de 13,3 Mg MS ha⁻¹. A proporção de folhas, em média, foi maior nas frequências de 14 (69,6%) e 28 (55,2%) dias de colheita no verão. No inverno a proporção de folhas foi de 57,6% e 59,8% para as frequências de 14 e 28 dias de corte, respectivamente. Tifton 85 e Vaquero apresentaram maior porcentagem de folhas no verão, com médias de 63,3% e 56,0%, respectivamente. No inverno o Tifton 85 apresentou maior porcentagem de folha, com média de 63%. As frequências de 14 e 28 dias resultaram em maiores porcentagens de folha. O Jiggs apresentou maior porcentagem de colmo (46,7%) no verão e no inverno (40,0%). A frequência de 42 dias de corte no verão resultou em maior porcentagem de colmo (51,2%) e maior IAF no pré-corte (4,8). No inverno, a porcentagem de colmo (43,9%) e o IAF pré-corte (3,9) também foram maiores sob a frequência de 42 dias de colheita. A altura pré-corte no verão foi maior na frequência de 42 dias com média de 32,7 cm e o cultivar Jiggs foi o que apresentou maior altura pré-corte com média de 26, 5 cm nessa estação. A frequência de 28 dias de colheita no verão resultou em IL de 93,4%. A frequência de 42 dias de colheita gerou maior taxa de crescimento de cultura, TCC (30,9 g MS m⁻² dia⁻¹) no verão. Maior taxa de crescimento relativo, TCR, ocorreu nas frequências de 28 (0,26 g g⁻¹ dia⁻¹) e 42 dias (0,32 g g⁻¹ dia⁻¹) também no verão. No inverno, maior TCR foi medida na frequência de 28 dias (0,21 g g⁻¹ dia⁻¹). Maiores razão de área foliar, RAF, e razão de peso foliar, RPF, ocorreram na frequência de 28 dias no verão. Jiggs e Tifton 85 são os cultivares mais recomendados para produção de forragem e a frequência de desfolhação a cada 28 dias é a que garante melhor produção quando o objetivo é produzir massa de forragem com uma proporção maior de folhas.

Palavras-chave: Tifton 85; Jiggs; Vaquero; Produção de forragem; Composição morfológica; Análise de crescimento

ABSTRACT

Agronomic performance and growth analysis of *Cynodon* grasses in response to harvest frequency

The objectives in this study were to investigate the productive responses of *Cynodon* grasses to a range of defoliation strategies. The field trial was conducted at ESALQ-USP in Piracicaba, SP, Brazil. Three commercial *Cynodon* cultivars (Tifton 85 and Jiggs, vegetatively propagated; and Vaquero, a seeded type) were mechanically harvested every 14, 28, and 42 days under a completely randomized design in a complete factorial arrangement with four replicates. Responses measured included forage accumulation (yield), plant-part composition in the accumulated forage, leaf area index (LAI), sward light interception (LI), and sward height. A classical growth analysis study was also carried in the same field plots. Jiggs (22.6 Mg DM ha⁻¹) and Tifton 85 (21.8 Mg DM ha⁻¹) were the highest yielding materials under the 28- and 42-d schedules. Under the 14-d frequency, total forage accumulation did not differ among cultivars, averaging 13.3 Mg DM ha⁻¹. On average, leaf percentage in the accumulated forage was higher in plots clipped every 14 (69.6%) and 28 (55.2%) days. In the cool-dry season, with irrigation, leaf percentage in the harvested forage was 57.6 and 59.8% in plots harvested every 14 and 28 days, respectively. Tifton 85 and Vaquero forage had more percent leaves in the warm-rainy season (63.3 and 56 %, respectively). In the cool season, Tifton 85 forage was leafier, at 63%. The 14- and the 28-d harvest schedules resulted in leafier forage. Jiggs forage had more % stem both in the warm (46.7) and in the cool (40) seasons. The 42-d harvest schedule resulted in highest stem percentage (51.2%) but also higher LAI (4.8) at harvest during the warm season. In the cool season, stem percentage (43.9%) and LAI at harvest (3.9) were also highest in plots clipped every 42 days. Sward height at harvest during the warm season was greater in plots clipped every 42 days, averaging 32.7 cm, with Jiggs being the tallest grass in the warm season, on average (26.5 cm). The 28-d schedule resulted in mean sward LI of 93.4 % on average. Crop growth rate (CGR) was highest (30.9 g DM m⁻² d⁻¹) under the 42-d frequency in the warm season. Higher warm-season relative growth rates (RGR) were registered under the 28- and the 42-d schedule (0.26 and 0.32 g g⁻¹ d⁻¹, respectively). In the cool season, the highest RGR (0.21 g g⁻¹ d⁻¹) was measured under the 28-d schedule. The highest leaf area ratio (LAR) and leaf weight ratio (LWR) were measured in the 28-d treatment during the warm-season. Jiggs and Tifton 85 are recommended for their high yield potential under a 28-d harvest schedule, which ensures the production of leafy forage.

Keywords: Tifton 85; Jiggs; Vaquero; Herbage production; Morphological composition; Growth analysis

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os sistemas pecuários são caracterizados fundamentalmente pela utilização de pastagens como fonte principal de alimento para o rebanho bovino. As gramíneas forrageiras de clima tropical são uma alternativa altamente viável na alimentação animal, em virtude de seu alto potencial de produção e baixo custo. O manejo adequado dessas gramíneas deve ser feito com base em técnicas e estratégias que considerem a aplicação de princípios de fisiologia e morfologia das plantas forrageiras visando não só assegurar a produção animal, mas também garantir o vigor e consequentemente a perenidade da pastagem (QUEIROZ et al., 2005).

No manejo de pastagens, deve-se buscar colher o máximo da forragem produzida, conciliando quantidade e qualidade. Apesar do grande potencial produtivo das espécies forrageiras tropicais, observa-se que os níveis de produtividade, valor nutritivo e qualidade da forragem, além de taxas de lotação, desempenho e a produtividade animal apresentados pela agropecuária brasileira são bastante inferiores aos níveis possíveis de serem obtidos, tanto do ponto de vista biológico como do ponto de vista operacional (PEDREIRA, 2005).

A produtividade das plantas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante na restauração da área foliar, sob condições de corte ou pastejo. As condições de meio ambiente a que essas gramíneas são submetidas podem influenciar os principais processos fisiológicos, a fotossíntese e a respiração, que são determinantes da produtividade dessas plantas. Por serem submetidas constantemente ao estresse da colheita, existe a necessidade de se conhecer a capacidade dessas plantas para se recuperarem da ação do pastejo ou do corte.

Dentre as várias espécies de plantas forrageiras utilizadas na alimentação de ruminantes, destacam-se as gramíneas do gênero *Cynodon*. Nos últimos anos, tem havido renovado interesse por esses capins, graças ao surgimento no mercado de novos cultivares originários de programas de melhoramento genético em Universidades e centros de pesquisa, principalmente nos Estados Unidos, que desenvolveram materiais de elevada produtividade e alto valor nutritivo. Em vários países de clima tropical, o gênero *Cynodon* é reconhecido como recurso forrageiro valioso e de grande versatilidade para uma vasta gama de empreendimentos pecuários (CORSI; MARTHA Jr., 1998), Segundo Monteiro (1996) esses capins são, em geral, exigentes e responsivos à

fertilidade do solo. Haddad e Castro (1988) realizaram extensa revisão sobre a produção de feno de gramíneas do gênero *Cynodon* e concluíram que praticamente todas as espécies se adaptam à fenação.

Os capins *Cynodon* dividem-se em dois grupos: as gramas chamadas “bermudas” e as “estrelas”, sendo que as gramíneas do primeiro grupo apresentam rizomas e estolões, enquanto as do segundo possuem apenas estolões (NASCIMENTO et al., 2002). Estolões é um tipo de caule que cresce paralelamente ao chão, produzindo gemas de espaço em espaço (nós). Essas gemas podem formar raízes e folhas e originar novas plantas. Os rizomas são diferenciações do sistema radicular. No Brasil, apesar da retomada dos trabalhos de pesquisa com cultivares de *Cynodon* (Tifton 68, Tifton 85, Florona, Florakirk, Coast-cross, por exemplo) nos últimos 10-15 anos, pouco ainda se conhece sobre as características morfofisiológicas de novos capins desse gênero, lançados continuamente no mercado. É necessário, portanto, que se dê continuidade às pesquisas que visem elucidar os processos ecofisiológicos relativos às respostas dessas novas plantas à desfolhação, seja por máquinas ou por animais (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010). Como resultado do estudo desses novos cultivares, é possível não apenas planejar a produção de alimento dentro do sistema, mas também aferir com maior exatidão a viabilidade técnica e econômica de práticas que visem à intensificação da produção, como a adubação e a irrigação de pastagens e de áreas destinadas à conservação de forragem (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010). A análise de crescimento é outra ferramenta que facilita a compreensão das respostas morfofisiológicas das plantas às condições de meio e de manejo a que são submetidas. Segundo Benincasa (2003), a análise de crescimento quantifica e descreve os padrões de crescimento e de desenvolvimento das plantas de maneira organizada. Conforme Beadle (1993), a maneira como a análise de crescimento define esses padrões de crescimento permite que os mecanismos que interferem no processo de acúmulo de forragem possam ser compreendidos e interpretados.

O objetivo no presente trabalho foi descrever comparativamente o desempenho produtivo e quantificar os parâmetros de análise de crescimento de pastos dos capins Tifton 85 Jiggs e Vaquero sob corte, simulando produção intensiva de feno, em resposta à frequência de colheita.

Referências

- BEADLE, D.L. Growth analysis. In: HAL, 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.
- BENICASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 55-83.
- FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, 2010. v. 1. 537 p.
- 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.
- MONTEIRO, F.A. *Cynodon*: exigências minerais e adubação. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa, CNPGL, 1996. p. 24-44.
- NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; NASCIMENTO, H.T.S.; LEAL, J.A. **Comportamento de Cultivares de *Cynodon* no Piauí**. Teresina: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2002. 3 p. (Comunicado Técnico, 146).
- PEDREIRA, C.G.S. Capins do gênero *Cynodon*: histórico e potencial para a pecuária brasileira. In: DUARTE VILELA; J.C.R.; JOSIANE, L. (Org.). ***Cynodon*: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora: EMBRAPA, 2005. p. 33-58.
- QUEIROZ, D.S.; FONSECA, D.M.; MOREIRA, L.M. Importância do manejo do pastejo sobre a persistência e a sustentabilidade da pastagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 226, p. 54-64, 2005.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Gênero *Cynodon*: origem, caracterização e desenvolvimento de novos cultivares

Os capins do gênero *Cynodon* têm sido objeto de renovado interesse na literatura mundial, e isso se deve não apenas às suas características de versatilidade e flexibilidade de uso, mas também ao contínuo lançamento de materiais comerciais no mercado. Um exame da literatura evidencia que esse grupo de capins possui características bastante atraentes para a produção animal, o que torna o gênero uma importante opção para a atividade pecuária (VILELA et al., 2005). Sob o aspecto botânico e taxonômico, o gênero *Cynodon* representa um grupo de gramíneas pequeno e sistematicamente distinto dentro da família *Chloridoideae*. Na década de 1970, Clayton e Harlan, elaboraram uma chave para a identificação das espécies africanas tropicais de *Cynodon*, usando a presença de rizomas como principal característica de diferenciação entre *C. dactylon* (as gramas ou capins bermuda com rizomas) e *C. plectostachyus*, *C. aethiopicus* e *C. nlemfuensis* (estas três, gramas ou capins-estrela, sem rizomas), enfatizando, entretanto, que dentro de *C. dactylon* existe ainda grande variabilidade (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010).

A pesquisa de Clayton e Harlan (1970) forneceu uma importante contribuição para a classificação taxonômica da espécie. Oito espécies de *Cynodon* foram agrupadas de acordo com sua distribuição geográfica. As espécies estudadas, na maioria, incluindo *C. dactylon*, *C. nlemfuensis*, *C. plectostachyus*, e *C. aethiopicus*, encontram-se distribuídas por grande parte da porção tropical e às vezes subtropical do leste da África. *C. incompletus* e *C. barbieri* (as duas últimas estando completamente isoladas geneticamente uma da outra e de outras espécies de *Cynodon*) ocorrem predominantemente no sul da Ásia e ilhas do Pacífico Sul. Os especialistas elaboraram uma chave para a identificação das espécies africanas tropicais de *Cynodon* usando a presença de rizomas como principal característica de diferenciação entre *C. dactylon* (as gramas ou capins bermuda, com rizomas) e *C. plectostachyus*, *C. aethiopicus* e *C. nlemfuensis* (estas três, gramas ou capins estrela, sem rizomas).

Os *Cynodons* apresentam uma grande capacidade de adaptação a diferentes ambientes, vegetando principalmente entre os paralelos 35°N a 35°S (PEDREIRA et al., 1998) sendo descritos como “uma invasora onipresente e cosmopolita” por Harlan e Wet (1969). Até o

lançamento de Coastal, o primeiro cultivar melhorado em 1943 pelo Dr. Glenn Burton do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA-ARS) as gramíneas do gênero *Cynodon* eram consideradas invasoras, configurando-se em um grande problema à agricultura americana (PEDREIRA et al., 1998). O lançamento do cultivar Coastal representou uma revolução na pecuária do sul dos EUA, pois evidenciou a viabilidade das gramíneas desse gênero como espécie forrageira, sendo a partir de então seguida pelo lançamento de diversos outros materiais híbridos advindos de programas de seleção e avaliação das Universidades da Geórgia e da Flórida no sudeste úmido dos EUA.

As gramíneas do gênero *Cynodon*, principalmente as bermudas são consideradas a base da exploração pecuária no sudeste dos EUA, onde na primavera/verão são o principal recurso forrageiro, e nos meses de restrição alimentar os fenos delas confeccionados são uma importante fonte de suplemento volumoso (HILL et al., 1998). Nas condições brasileiras estas espécies têm sido empregadas principalmente em explorações leiteiras e para a produção de forragem conservada (fenação) e em menor escala em explorações de gado de corte (VILELA; ALVIM, 1998). Capins do gênero *Cynodon* apresentam em nossas condições um elevado potencial de produção por animal e por área (CORSI; MARTHA Jr., 1998) e grande flexibilidade de manejo (NUSSIO et al., 1998), com elevada produção de matéria seca (superando as 20 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹).

Nas duas últimas décadas, principalmente nos EUA, tem surgido um grande interesse por *Cynodons* que sejam multiplicados por sementes ao invés de mudas (YERRAMSETTY et al., 2005). As variedades propagadas por mudas são, na maioria, as híbridas, que foram desenvolvidas em programas de melhoramento. Os cultivares propagados por sementes são variedades botânicas, que não são produto de cruzamento ou hibridização. O interesse por esse tipo de propagação é justificado pela maior facilidade e rapidez na implantação e também pela possibilidade de estabelecimento de novas áreas em condições ou situações adversas como terrenos de grande declividade, 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).

O uso de sementes como forma de multiplicação também tem viabilizado uma prática que não existe entre os cultivares de propagação vegetativa, a mistura física de diferentes cultivares em uma mesma área, já que novos cultivares comerciais implantados por sementes são misturas

físicas de materiais diversos combinados em diferentes proporções. Segundo Evers e Parsons (2002) isso é feito buscando complementaridade entre materiais em relação à velocidade de “fechamento” do terreno, persistência e produtividade. De acordo com Yerramsetty et al. (2005) grande parte dos cultivares propagados por sementes estão geneticamente relacionados ao cultivar hoje denominado como “comum”, uma *C. dactylon* L. Pers. introduzida e bem aclimatada à região do estado do Arizona e Califórnia, nos EUA, em meados do século XIX, e que provavelmente no Brasil é conhecida como “grama seda”. Assim, existe hoje no mercado americano um grande número de *Cynodons* estabelecidos por sementes onde os principais cultivares comerciais são: Common (comum), Giant (*C. dactylon* var. *aridus*), Cheyenne, Wrangler, KF CD194, Morhay, Texas Tough, Tierra Verde, Ranchero Frio, Sungrazer e Vaquero. Mas de forma geral, mesmo nos EUA os dados de pesquisa a respeito desses cultivares parecem ser escassos.

No Brasil, esses cultivares ainda são novidade e até o momento não se tem conhecimento de áreas comerciais significativas formadas com esses materiais. Evers (2007) conduzindo um estudo em condições norte-americanas demonstrou que a produção de forragem de dez cultivares multiplicadas por sementes de *Cynodon* e uma propagada por mudas, por cinco anos, foi menor do que a dos propagados por mudas, onde o Tifton 85 apresentou produção variando de 5.600 kg ha⁻¹ no primeiro ano até mais de 17.500 kg ha⁻¹ no quinto ano, ao passo que o cultivar CD 90160, por exemplo, variou de pouco mais de 3.000 kg ha⁻¹ para 15.000 kg ha⁻¹, respectivamente.

O capim Tifton 85 (*Cynodon spp*), um cultivar propagado por mudas, por exemplo, é uma introdução relativamente recente no Brasil. É um híbrido F1 entre Tifton 68 e um acesso denominado PI 290884 (uma introdução sul-africana), lançado pela Universidade da Geórgia em 1993 (BURTON et al., 1993). Segundo Hill et al.(1998) e Sollenberger et al. (1995), o Tifton 85 é tido como o melhor híbrido desenvolvido até o momento, caracterizando-se por ser bastante produtivo e de elevado valor nutritivo. É um material de introdução relativamente recente no Brasil e tendo sido trazido por produtores particulares na década de 1990, e parece ser hoje a preferida por produtores na formação de novas áreas de *Cynodon* em nosso país.

Um novo cultivar, o Jiggs, uma variedade de grama bermuda (*Cynodon dactylon*), tem suas origens de certa forma desconhecidas. Acredita-se hoje que tenha sido desenvolvida por produtores americanos (lançamento particular), provavelmente um pecuarista do oeste do Texas chamado J. C. Riggs (BADE, 2006). O que se sabe é que essa variedade tem se disseminado

rapidamente pelo oeste dos EUA. Assim como para outros cultivares de *Cynodon*, não se tem registros oficiais da introdução do cultivar Jiggs em nosso país.

O Vaquero, outro novo cultivar, é uma mistura física de sementes de dois cultivares originalmente comercializados como ornamentais (“*turfgrass*”), Pyramid e Mirage, ambos *Cynodon dactylon*, e um terceiro cultivar, CD 90160, também um *C. dactylon*, próprio para produção de forragem que ainda é considerado experimental, não tendo sido oficialmente liberado para uso em fazendas, mas que obteve bons resultados em testes realizados nas universidades de Oklahoma, Georgia, Kansas, Virginia e Kentucky. O Vaquero é tolerante ao frio e ao déficit hídrico. Sua capacidade de cobrir o solo também é grande, formando um estande bastante denso (EVERS, 2007).

De acordo com Pedreira e Tonato (2006) o gênero *Cynodon*, atualmente, possui um pequeno número de cultivares com aplicação para alimentação animal em condições tropicais, e em comparação às *Brachiarias* e aos *Panicums*, é o gênero que ocupa a menor área cultivada no território brasileiro. Para que possa ser utilizado de maneira eficiente e seu potencial produtivo seja expresso, é necessário conhecer os mecanismos fisiológicos que interferem e determinam seus padrões de crescimento e desenvolvimento. Isso poderá permitir que práticas de manejo do pastejo ou corte sejam desenvolvidas e assegurem alta produtividade e perenidade dos pastos.

2.2 Determinantes morfofisiológicos da produção em plantas forrageiras

O estudo e a avaliação de respostas morfofisiológicas e morfogênicas das plantas forrageiras tropicais têm papel central no entendimento e planejamento de estratégias e práticas de manejo do pastejo, uma vez que definem os limites de flexibilidade e de uso tanto de plantas como de animais na composição de sistemas de produção animal em pastagens (Da SILVA; NASCIMENTO Jr., 2007). Esses estudos evidenciam que a recuperação de uma pastagem após desfolhação é influenciada por suas características morfológicas, tais como área foliar remanescente e o número de pontos de crescimento capazes de promover a rebrotação (RODRIGUES; RODRIGUES, 1987).

Historicamente, o manejo de plantas forrageiras sob condições de desfolhações sucessivas, e suas respostas a essa modalidade de uso, tem sido objeto de muita pesquisa. Diversas linhas foram, ao longo dos anos, desenvolvidas com o intuito de racionalizar os

processos de rebrotação a partir de um evento de desfolhação, objetivando esclarecer e identificar os fatores fundamentais que garantiriam o vigor de recuperação ao longo de colheitas sucessivas.

Uma das primeiras propostas foi a de Graber (1917, apud VOLENEC et al., 1995), que foi um dos primeiros a relatar que a concentração de carboidratos não-estruturais (CNE) nas raízes diminuía imediatamente após desfolhação, durante a fase inicial de rebrotação, em plantas de alfafa (*Medicago sativa* L.). Mais tarde, Watson (1947) demonstrou que uma medida do tamanho do aparato fotossintético das plantas seria relevante para a comparação de produtividades agrícolas, desenvolvendo o conceito de índice de área foliar (IAF). Um terceiro marco importante foi a publicação dos resultados dos experimentos de Brougham (1955, 1956, 1967), demonstrando a importância do IAF para a compreensão das relações entre interceptação luminosa (IL) pelo dossel e acúmulo de forragem, além da interação entre frequência e intensidade de desfolhação nos estudos sobre produção e manejo de plantas forrageiras em pastagens, submetidas a desfolhações sucessivas.

Atualmente, reconhece-se a importância do conhecimento e aplicação de conceitos como índice de área foliar (IAF) e interceptação luminosa no estudo das respostas de plantas forrageiras a combinações entre intensidade e frequência de desfolhação, uma vez que a produtividade de uma gramínea forrageira decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante na restauração da área foliar, sob condições de corte ou pastejo.

2.2.1 Índice de área foliar

Quando se estuda comunidades vegetais, agrícolas ou não, a área foliar útil é expressa pelo índice de área foliar (IAF). Conceitualmente, o IAF é a relação entre a área foliar (uma das duas faces do limbo ou da lâmina) e a área do solo ocupada pelas mesmas, e foi descrito por Watson (1947) que citou que essa relação possibilita melhor entendimento das relações entre a interceptação de luz e o acúmulo de forragem.

À medida que a área foliar cresce o IAF também cresce, até atingir um ponto “ótimo”, a partir do qual o auto-sombreamento passa a ser prejudicial, diminuindo as taxas fotossintéticas especialmente das folhas basais. O IAF é chamado “ótimo” ($IAF_{ótimo}$) quando a interceptação de aproximadamente toda a luz incidente com um mínimo de autosombreamento proporciona o máximo valor de taxa de crescimento da cultura (WATSON, 1956; BROWN; BLASER, 1968;

RHODES, 1973) e crítico quando 95 % da luz é interceptada pelo dossel (BROUGHAM, 1958; PARSONS et al., 1983; KING et al., 1984). Gomide (1994) escreveu que aumentos no IAF proporcionam aumentos na proporção da luz incidente que é interceptada, mas que o aumento demasiado provoca o auto-sombreamento, acarretando diminuição na taxa fotossintética média por unidade de área foliar.

O IAF é um atributo estreitamente relacionado com o manejo da pastagem e com a capacidade potencial de rebrotação da planta forrageira. Cabe ressaltar que valores baixos de IAF estão normalmente associados a pastos com baixa massa de forragem, enquanto que valores altos a pastos com alta massa de forragem. Para cada espécie forrageira e condições de crescimento existe um IAF que promove um nível ótimo de crescimento, pois este possibilita máxima interceptação da luz e maior taxa de fotossíntese (Da SILVA et al., 2008).

Discutindo o conceito de IAF no desenvolvimento e manejo do pasto, como uma ferramenta capaz de facilitar o entendimento das relações entre as propriedades físicas e fisiológicas da comunidade vegetal, Brown e Blaser (1968) argumentaram que a importância do conceito de IAF na taxa de crescimento do pasto está relacionada à IL. Segundo os autores, elevações nos valores de IAF determinam aumentos nos valores de IL e, conseqüentemente, nas taxas fotossintéticas do dossel.

2.2.2 Interceptação luminosa pelo dossel e a produção de forragem

Em pastagem, a interceptação luminosa depende da superfície captadora (folhas), cujo tamanho e eficiência de transformação da energia luminosa em energia química depende da disponibilidade de nutrientes assegurada pelos processos de absorção (raízes) e reciclagem de nutrientes no sistema (NABINGER, 1997). Além disso, existe também a questão da geometria e arquitetura do dossel, ou seja, uma comunidade vegetal com $IAF = 1$ será ótima se apresentar folhas completamente planas que não se sobreponham umas às outras. Uma comunidade com $IAF = 3$ será melhor se for mais ereta, de modo que todas as folhas sejam iluminadas.

A taxa máxima de crescimento da cultura é atingida quando as folhas menos iluminadas encontram-se no ponto de compensação luminosa, o que geralmente acontece quando cerca de 95-100% da luz incidente é interceptada Korte e Harris (1987 apud Da SILVA; SBRISSIA, 2001). O ponto de compensação é a intensidade luminosa na qual a folha se encontra em balanço

nulo de carbono, absorvendo CO₂ via fotossíntese e perdendo CO₂ por respiração com taxas iguais.

Cooper (1983) relatou que a eficiência das plantas forrageiras na conversão de energia luminosa em matéria seca é dependente da eficiência fotossintética, arranjo espacial das folhas no dossel e da natureza da produção por plantas individuais (partição dos fotoassimilados). O aumento da biomassa de uma cultura depende do desenvolvimento de sua área foliar. Segundo Loomis e Williams (1969), a arquitetura do dossel interfere tanto na distribuição da luz dentro da população de plantas como na circulação de ar, afetando os processos de transferência de CO₂ e evapotranspiração. Esses mesmos autores frizaram que os ângulos foliares (um componente do arranjo espacial das folhas) são importantes na caracterização da arquitetura do dossel, pois não afetam somente a iluminação relativa de uma folha totalmente exposta, mas também, a sombra projetada e o fluxo de radiação disponível às folhas inferiores. É importante frisar, também, que o ritmo de crescimento das plantas pode variar em função de vários aspectos como, por exemplo, uso de fertilizantes, corretivos, irrigação e clima (variações entre locais e entre anos). Em pastagens, desfolhações mais frequentes e intensas diminuem a área foliar, reduzindo, dessa maneira, a interceptação luminosa e o crescimento das plantas forrageiras Brougham (1956 apud Da SILVA; SBRISSIA, 2001).

2.3 Manejo da desfolhação e seus efeitos na produção do pasto

O manejo da desfolhação, através do controle da frequência e da intensidade com que é realizada, tem impacto direto sobre a condição das plantas que compõem a pastagem, determinando sua velocidade de crescimento, sua produtividade e sua persistência (NABINGER, 2002). Portanto, o controle da desfolhação, como fator de manejo, torna-se o centro do processo de tomada de decisão, visando otimizar a produtividade e a sustentabilidade do ecossistema pastagem, com importantes consequências econômicas.

As plantas forrageiras podem se adaptar a diferentes condições no manejo de pastagens. Quando uma área é pastejada ou quando é feito corte com máquinas, independente da situação que o dossel forrageiro se encontra, algumas plantas podem sobreviver não sendo recolhida pelo bocado ou pelo corte. Os indivíduos sobreviventes geralmente respondem à desfolhação através de mudanças de forma e até mesmo função. O grau de adaptação dessas plantas pode variar entre

espécie. Segundo Da Silva e Pedreira (1997), enquanto algumas espécies mostram adaptação natural, outras se tornam adaptadas ao alterar sua forma de crescimento. Dentro do contexto fisiológico de produção de forragem em pastagens, o acúmulo de massa é o resultado de interações complexas que combinam atributos genéticos e efeitos do ambiente sobre os processos fisiológicos e características morfológicas na determinação da produtividade. Pensando assim, percebe-se que a distribuição do IAF pelo perfil do dossel, em variedades com diferentes morfologias, pode explicar parcialmente as diferenças em produção embora esteja comprovada a existência de interações entre a morfologia e o regime de desfolhação (RHODES, 1971).

Quando os intervalos de desfolhações sucessivas são curtos, o cultivar com maior proporção do IAF na parte inferior do dossel apresenta o maior IAF residual, o que assegura uma rápida recuperação inicial após a desfolhação através de uma interceptação luminosa eficiente, mesmo se a área foliar remanescente for velha e tiver ficado bastante tempo no escuro. Se o período de rebrotação é longo, cultivares de crescimento mais alto e ereto, com maiores proporções de IAF nas regiões intermediárias e superiores do dossel, terão tempo suficiente para acumular maior IAF, sendo, conseqüentemente, mais produtivos. Mesma situação também ocorre com os cultivares de porte baixo, pois estes podem acumular mais IAF se deixados crescer por tempo longo.

Em dosséis mantidos a baixo IAF, folhas jovens estão expostas a altas intensidades luminosas e isso evita que haja decréscimo no potencial fotossintético, característico das folhas velhas e sombreadas encontradas em dosséis desfolhados com baixa frequência, onde o IAF é alto durante a estação de crescimento (PARSONS et al., 1983). Todavia, a adaptação estrutural e o alto potencial fotossintético das folhas nos dosséis mantidos a baixo IAF, não são capazes de compensar a reduzida área foliar. Grande parte da luz incidente é interceptada por bainhas de folhas, que escapam da desfolhação. Porém, em virtude de ser o tecido das bainhas jovens incluso dentro dos tecidos (às vezes mortos) de bainhas mais velhas, sua contribuição para a fotossíntese do dossel é pequena. Portanto, reduções progressivas nas taxas de fotossíntese do dossel são observadas à medida que a intensidade de desfolhação aumenta Parsons et al. (1983 apud Da SILVA; PEDREIRA, 1997); King et al. (1984 apud Da SILVA; PEDREIRA, 1997).

Para o gênero *Cynodon* em condições favoráveis de clima e solo, em aproximadamente 90 a 120 dias após o plantio, as plantas ficam disponíveis para o pastejo ou corte. De forma geral, para essas plantas forrageiras, a altura residual do dossel deve ser de 7 a 10 cm, para garantir o

vigor na rebrotação (ALVES et al., 2008), diferentemente de espécies forrageiras que tem crescimento ereto, alto e entouceirado, onde cortes ou pastejos rentes ao solo podem eliminar grande parte da área foliar, além de destruir um número elevado de meristemas apicais, o que implica em menor vigor de rebrotação e menor produção total (PAULA et al., 1967).

Nos *Cynodons*, o intervalo entre cortes é um fator de manejo importante, pois esses capins podem ser utilizados para a produção de feno, operação em que a frequência de colheita afeta não apenas a quantidade e a qualidade da massa colhida, mas também os cronogramas operacionais e a logística das operações. A fenação é uma modalidade importante de conservação de forragem e é usada em muitos sistemas de produção animal (REIS et al., 2001). Para esse manejo de produção é importante atentar a reposição de nutrientes para as produções seguintes. Ramos (1982 apud MONTEIRO, 1996), estabeleceu que a produção do capim Coastcross e da grama Estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) dependiam da relação entre as doses de nitrogênio e a frequência de corte, encontrando os melhores resultados quantitativos com 400 kg de N/ha e 35 dias de descanso. Alvim et al. (1998) recomendaram para o cultivar “Coastcross”, também em condições de corte, a aplicação de 500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. Segundo esses autores, cortes mais frequentes resultam em menor produção total de forragem, porém de maior valor nutritivo do que cortes menos frequentes, que proporcionam produções mais elevadas, porém de qualidade inferior. Além disso, deve-se considerar que a frequência de colheita pode interferir na persistência das forrageiras. Se for praticado um manejo com realização de cortes muito frequentes, a população de plantas forrageiras diminui e a de invasoras pode vir a aumentar.

2.4 A análise de crescimento no manejo de plantas forrageiras

A análise de crescimento das culturas permite conhecer diferenças funcionais e estruturais entre espécies, de forma a identificar respostas à aplicação de diferentes tratamentos e/ou selecionar genótipos mais eficientes (RADFORD, 1967). A análise de crescimento é uma ferramenta que pode ser usada para a investigação do efeito de fenômenos ecológicos sobre o crescimento, tais como a adaptabilidade de espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva, influências de práticas agronômicas sobre o crescimento, dentre outros (MAGALHÃES, 1985).

Como o crescimento é quantificado através de variações em tamanho de algum aspecto da planta, geralmente morfológico, em função da acumulação de material resultante da fotossíntese líquida que é a diferença entre a fotossíntese bruta (tudo o que é literalmente produzido pela fotossíntese no interior dos cloroplastos) e o que é consumido pela respiração. A respiração é o processo de combustão lenta dos carboidratos produzidos pela fotossíntese, resultando na liberação da energia armazenada nestes compostos, a qual é utilizada para a manutenção do metabolismo vegetal e, conseqüentemente, de todos os processos fisiológicos (BENINCASA, 2003).

O fundamento principal da análise de crescimento é a medida sequencial do acúmulo de matéria orgânica e a sua determinação é feita, normalmente, considerando o peso seco da planta (MAGALHÃES, 1985). Devido ao fato deste procedimento ser destrutivo, as plantas tomadas como amostra, a cada tempo, devem representar a população em estudo, a fim de que técnicas estatísticas apropriadas possam ser utilizadas. Geralmente, além das determinações de peso seco, as áreas foliares são também calculadas. A técnica de análise do crescimento pode ser empregada mais eficientemente em plantas de crescimento rápido, que possuam folhas de forma regular e que persistam por tempo relativamente longo. Aí podem ser incluídas as plantas forrageiras, pois a secagem de partes lenhosas de plantas diferentes das gramíneas forrageiras, tais como frutíferas, por exemplo, normalmente apresenta dificuldades experimentais tornando-se fonte de erros nos cálculos. Plantas que possuem raízes volumosas, tubérculos, bulbos, etc, são difíceis de serem processadas em termos de secagem e não são apropriadas para utilização em análise de crescimento convencional (MAGALHÃES, 1985).

Segundo Clement e Bovi (2000), o crescimento da planta pode ser avaliado por meio de medidas de diferentes tipos, sendo os mais comuns as medidas numéricas, lineares, superficiais e de massa. Segundo os autores, o uso de uma e/ou de outro depende principalmente dos objetivos do pesquisador, bem como da disponibilidade de material, mão-de-obra, tempo e equipamentos necessários para a realização das medidas. A seguir, conforme os autores, o conceito de cada medida:

Medidas numéricas - (nº de unidades estruturais) correspondem ao número de folhas e de perfilhos. O número de perfilhos por planta ao longo do ciclo da cultura é fundamental, pois expressa a capacidade de regeneração da planta, sendo ainda afetado pela densidade do plantio (MOREIRA GOMES et al., 1988).

Medidas Lineares - correspondem à altura e diâmetro do colmo principal, bem como comprimento e largura das folhas e suas partes. Essas medidas são amplamente usadas com palmeiras (*Bactris gasipaes* Kunth) (CLEMENT, 1995; YUYAMA, 1997), podendo ser usadas, também, em plantas forrageiras quando se estuda a morfogênese. São medidas de natureza não destrutiva, facilmente obtidas, especialmente nos estádios iniciais de crescimento.

Medidas de superfície - dizem respeito à área foliar, pela qual se estima teoricamente a superfície fotossinteticamente ativa.

Medidas de massa - estão relacionadas à massa seca que é utilizada preferencialmente à massa fresca, pois o teor de água é variável, dependendo das condições de cultivo, colheita e armazenamento pós-amostragem. A biomassa pode ser estimada para a planta inteira ou para seus componentes.

Entre as medidas de massa e superfície, as mais usadas ao longo do tempo para estimar alguns índices fisiológicos clássicos (RADFORD, 1967) são:

Índice de área foliar (IAF) - a relação entre a área de folhas (uma superfície) e a área do solo ocupada pelas mesmas.

Taxa de crescimento da cultura (TCC) - variação da massa seca ao longo do tempo, correspondendo a um indicador de produtividade das plantas. A taxa de crescimento da cultura é o resultado da fotossíntese líquida durante as horas claras do dia menos as perdas respiratórias do dia e da noite.

Taxa de crescimento relativo (TCR) - a taxa de crescimento da cultura dividida pela massa seca. A taxa de crescimento relativo corresponde a um indicador de eficiência de conversão da massa de forragem existente no pasto, podendo descrever a fase exponencial do crescimento de uma planta anual, sendo uma medida da eficiência da produção de uma nova matéria seca sobre a já existente. A taxa de crescimento relativo possui dois componentes principais:

Taxa de assimilação líquida (TAL) - razão entre taxa de crescimento da cultura e o índice de área foliar; e

Razão de área foliar (RAF) - o quociente entre área foliar e a massa seca total da forragem. A taxa de assimilação líquida (TAL) é uma medida da eficiência fotossintética da planta (FITTER; HAY, 1981), tendo sido proposto por Briggs et al. (1920). Representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido através da respiração, não sendo

uma medida das taxas de troca de carbono, mas podendo ser usada para propósitos comparativos. A razão de área foliar (RAF) representa a área foliar útil para crescimento e fotossíntese, e reflete, de certo modo, a partição dos carboidratos assimilados. A razão de área foliar é considerada uma medida da capacidade fotossintética da planta (FITTER; HAY, 1981). Essa medida, por sua vez, pode ser desmembrada em outros dois componentes: a área foliar específica e a razão de peso foliar.

Área foliar específica (AFE) - o quociente entre área foliar e massa seca das folhas. É uma medida da expansão média das folhas, em área, por unidade de massa seca foliar.

Razão de peso foliar (RPF) - o quociente entre massa seca das folhas e massa seca total da cultura. A razão de peso foliar identifica a porcentagem de tecido assimilatório na fitomassa total. A área foliar específica e a razão de peso foliar podem ser combinadas para obter a razão de área foliar ($RAF = AFE \times RPF$). Essas variáveis, assim definidas e utilizadas na análise de crescimento, variam com as condições ambientais, com as características genéticas de cada cultivar forrageiro e com as práticas de manejo empregadas, permitindo que informações básicas acerca da ecologia das plantas e suas respostas ao pastejo sejam avaliadas em condições de campo. Segundo Limão (2010), o entendimento da dinâmica dos processos de crescimento e desenvolvimento de plantas forrageiras e sua relação com a produção de forragem permitem uma melhor interpretação dos resultados de análise de crescimento e suas inter-relações com os processos fisiológicos das plantas.

Referências

- ALVES, S.J.; MORAES, A.; CANTO, M.W.; SANDINI, I. **Espécies forrageiras recomendadas para a produção animal**. Londrina: Fundep, 2008. Disponível em: <<http://www.fundep.org.br/tev/palestras/palestras10.doc>>. Acesso em: 10 jul. 2011.
- ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; BOTREL, M.A.; MARTINS, C.E. Resposta do coast-cross” (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) a diferentes doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 829- 836, 1998.
- BADE, D.H. **Bermudagrass varieties - Tifton 85, Jiggs, World Feeder**. Disponível em: <[http:// spfcic.okstate.edu/proceedings/2000/extension/bade.pdf](http://spfcic.okstate.edu/proceedings/2000/extension/bade.pdf) >. Acesso em: 28 set. 2006.
- BENICASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BRIGGS, G.E.; KIDD, F.A.; WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 7, p. 202-223, 1920.

BROUGHAM, R.W. A study in rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 6, p. 804-812, 1955.

_____. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 7, p. 377-387, 1956.

BROUGHAM, R.W.; GLENDAY, A.C. Grass growth in midsummer: a reinterpretation of published data. **Journal of British Grassland Society**, London, v. 22, p. 100-107, 1967.

BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, Canberra, v. 38, p. 1-9, 1968.

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

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

CLEMENT, C.R. **Growth and genetic analysis of pejibaye (*Bactris gasipes* Kunth, *Palmae*) in Hawaii**. 1995. 221 p. Dissertation (PhD) - University of Hawaii at Mamo, Honolulu, 1995.

CLEMENT, C.R.; BOVI, M.L.A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 349-362, 2000. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 2000, Petrolina.

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

CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 55-83.

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

DA SILVA, S.C.; SBRISIA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 17., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 71-88.

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

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

EVERS, G.W. **Seeded Bermudagrasses**. Disponível em: <<http://overton.tamu.edu/evers/Seeded%20Bermudagrasses.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2007.

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

FITTER, A.H.; HAY, R.K.M. **Environmental physiology of plants**. New York: Academic Press, 1981. 355 p.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, 2010. v. 1, 537 p.

GRABER, L.F.; NELSON, N.T.; LEUKEL, W.A.; ALBERT, W.B. **Organic food reserves in relation to the growth of alfalfa and other perennial herbaceous plants**. Madison: University of Wisconsin, Agricultural Experiment Station, 1917. 80 p. (Research Bulletin, 80).

GOMIDE, J.A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FURLAN, R.S.; FARIA, V.P. de. (Ed.). **Pastagens**: fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 1-14.

HARLAN, J.R.; WET, J.M.J. Sources of variation in *Cynodon dactylon* (L.) Pers. **Crop Science**, Madison, v. 9, p. 774-778, 1969.

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

KING, J.; SIM, E.M.; GRANT, S.A. Photosynthetic rate and carbon balance of grazed ryegrass pastures. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 39, p. 81-92, 1984.

KORTE, C.J.; HARRIS, W. Effects of grazing and cutting. In: SNAYDON, R.W. **Managed grasslands**: analytical studies. Amsterdam: Elsevier Science, 1987. p. 71-79. (Ecosystems of the World, v. 17B).

LIMÃO, V.A. **Padrões de crescimento de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo**. 2010. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Productivity and the morphology of crop stands: patterns with leaves. In: EASTIN, J.D. **Physiological aspects of crop yield**. Madison: ASA; CSSA; SSA, 1969. p. 27-47.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: GUIMARÃES, M. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: EPU, 1985. p. 333-350.

MONTEIRO, F.A. *Cynodon*: exigências minerais e adubação. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO CYNODON, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa, CNPGL, 1996. p. 24-44.

MOREIRA GOMES, J.B.; MENEZES, J.M.T.; VIANA FILHO, P. Efeito de níveis de adubação e espaçamento na produção de palmito de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K) em solo de baixa fertilidade na região de Ouro Preto D'Oeste, Rondônia. **Documentos EMBRAPA CNPF**, Curitiba, n. 19, p. 261-266, 1988. Apresentado no ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO, 1., 1988, Curitiba.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 213-251.

_____. Manejo da desfolha. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 133-158.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 203-242.

PARSONS, A.J. The physiology of grass production under grazing. I. Characteristic of leaf and canopy photosynthesis of continuously grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 20, p. 117-126, 1983.

PAULA, R.R., GOMIDE, J.A.; SYKES, D. Influência de diferentes sistemas de cortes sobre capim Gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) Ver. **Ceres**, Viçosa, v. 14, n. 80, p. 157-186, 1967.

PEDREIRA, C.G.S.; TONATO, F. Bases ecofisiológicas para o manejo de gramíneas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV; DZO, 2006. p. 93-116.

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

PEDREIRA, C.G.S.; NUSSIO, L.G.; DA SILVA, S.C. Condições edafo-climáticas para produção de *Cynodon spp*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba. FEALQ, 1998. p. 85-114.

RADFORD, P.J. Growth analysis formulae – their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.

RAMOS, N.; HERRERA, R.S.; CURBELO, F. Edad de rebrote Y niveles de nitrógeno en pasto estrella (*Cynodon nlenfuensis*). 1. Componentes Del rendimiento y eficiencia de utilización del nitrógeno. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, La Habana, v. 16, n. 3, p. 305-312, 1982.

REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de feno de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Eduem, 2001. p. 1–39.

RHODES, I. The relationship between productivity and some components of canopy structure in ryegrass (*Lolium spp.*). II. Yield, canopy structure, and light interception. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 77, p. 283–292, 1971.

_____. Relationship between canopy structure and productivity in herbage grasses and its implication for plant breeding. **Herbage Abstracts**, Camberra, v. 43, p. 129-133, 1973.

RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção Agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. p. 203-230.

SOLLEMBERG, L.; PEDREIRA, C.G.S.; MISLEVY, P.; ANDRADE, I.F. New *Cynodon* forages for the subtropics and tropics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIVESTOCK IN THE TROPICS, 1995, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1995. p. 22–26.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 23–54.

VILELA, D.; RESENDE, J.C.; LIMA, J. ***Cynodon*: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. 250 p.

VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Forage crop management: applications of emerging technologies. In: HEATH, M.E.; METCALFE, D.S.; BARNES, R.F. (Ed.). **Forages: the science of grassland agriculture**. 3rd ed. Ames: The Iowa State University Press, 1995. v. 1, p. 3-20.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, Oxford, v. 11, p. 41-76, 1947.

_____. The dependence of net assimilation on leaf area index. **Annals of Botany**, Oxford, v. 22, p. 37-54, 1958.

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.

YUYAMA, K. Sistemas de cultivo para produção de palmito da pupunheira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 191–198, 1997. Suplemento.

3 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUÇÃO DE PASTAGENS DO GÊNERO *Cynodon* EM RESPOSTA À FREQUÊNCIA DE CORTE

Resumo

Plantas forrageiras são extremamente responsivas às condições climáticas, e ao manejo (técnicas agronômicas) a elas imposto. O objetivo do presente trabalho foi descrever e explicar as respostas de três gramíneas do gênero *Cynodon*, Tifton 85 e Jiggs (estabelecidos vegetativamente), Vaquero (propagado por sementes) a três frequências de colheita, 14, 28 ou 42 dias, relativas às características produtivas e de estrutura de dossel. O delineamento experimental foi completamente casualizado com quatro repetições e arranjo fatorial completo. O período experimental foi de Abril de 2009 a Abril de 2010. Os cultivares Jiggs (22,6 Mg MS ha⁻¹) e Tifton 85 (21,8 Mg MS ha⁻¹) apresentaram, em média, os maiores acúmulos de forragem total na média das frequências de 28 e 42 dias de rebrotação. Na frequência de 14 dias de rebrotação, não houve diferença para o acúmulo total de forragem entre os cultivares apresentando uma média de 13,3 Mg MS ha⁻¹. A proporção de folhas, em média, foi maior nas frequências de 14 (69,6%) e 28 (55,2%) dias de colheita no verão. No inverno a proporção de folhas foi de 57,6% e 59,8% para as frequências de 14 e 28 dias de corte, respectivamente. Os cultivares Tifton 85 e Vaquero apresentaram maior porcentagem de folhas no verão, com médias de 63,3% e 56,0%, respectivamente. No inverno o cultivar Tifton 85 apresentou maior porcentagem de folha entre os cultivares, com média de 63% de folha. As frequências de 14 e 28 dias resultaram em maiores porcentagens de folhas. O cultivar Jiggs apresentou maior porcentagem de colmo (46,7%) no verão e no inverno (40,0%). A frequência de 42 dias de corte no verão resultou em maior porcentagem de colmo (51,2%) e maior IAF no pré-corte (4,8). No inverno, a porcentagem de colmo (43,9%) e o IAF pré-corte (3,9) também se destacaram na frequência de 42 dias de colheita. A altura pré-corte no verão foi maior na frequência de 42 dias de colheita apresentando uma média de 32,7 cm e o cultivar Jiggs foi o que apresentou maior altura pré-corte com média de 26,5 cm nessa estação. A frequência de 28 dias de colheita no verão resultou em IL de 93,4%. Jiggs e Tifton 85 são os cultivares mais recomendados para produção de forragem e a frequência de desfolhação a cada 28 dias é a mais recomendada para produção de forragem. Frequências de desfolhação de 42 dias prejudica a estrutura do dossel estreitando a relação folha/colmo.

Palavras-chave: Acúmulo de forragem; Composição morfológica; Frequência de desfolhação; Estações do ano; Manejo do pastejo

Abstract

Forages are extremely responsive to climatic conditions and to management (agronomic techniques) that is imposed on them. The objective in the present study was to describe and explain the responses of three *Cynodon* grasses (Tifton 85 and Jiggs, vegetatively propagated; and Vaquero, a seeded type) to three frequencies of defoliation (14, 28, or 42 days), with respect to their productive characteristics and sward structure. The experimental design was completely randomized with four replications. The experimental period was from April 2009 to April 2010. Jiggs (22.6 Mg DM ha⁻¹) and Tifton 85 (21.8 Mg DM ha⁻¹) had the highest total annual accumulation, averaging the 28 and 42 harvest schedules. Under the 14-d frequency there was no difference among cultivars in total forage yield, which averaged 13.3 Mg DM ha⁻¹. Leaf proportion in the accumulated forage was higher under the 14- (69.6%) and the 28-d (55.2%) schedules in the warm rainy season. In the cool dry season it was 57.6 and 59.8% for the 14- and 28-d frequencies, respectively. Tifton 85 and Vaquero had the highest leaf percentage in the accumulated forage in the warm season, averaging across frequencies 63.3 and 56% respectively. Tifton 85 forage had the highest leaf percentage in the cool season, averaging 63% across frequencies. The 14- and the 28-d harvest schedules resulted in highest leaf percentages in the accumulated forage. Jiggs forage had the highest stem percentage both in the warm (46.7%) and in the cool season (40%). The 42-d schedule in the warm season resulted in more stem (51.2%) but also in higher LAI (4.8) at harvest. In the cool season, stem (43.9%) and LAI at harvest were also highest under the 42-d schedule. Sward height at harvest was greater in the 42-d treatment, averaging 32.7 cm and Jiggs had the tallest swards (26.5 cm) in the warm season. Plots clipped every 28 d had an average sward LI of 93.4%. Jiggs and Tifton 85 are recommended for their high yield potential under a 28-d harvest schedule, which ensures the production of leafy forage. Clipping every 42 days decreases leaf stem ratio and deteriorates sward structure, compared with more frequent harvest.

Keywords: Herbage accumulation; Morphological composition; Defoliation frequencies; Seasons; Grazing management

3.1 Introdução

A bovinocultura no Brasil se baseia na exploração de pastagens, pois estas apresentam menor custo econômico para a alimentação. Em anos recentes, o manejo de pastagens e do pastejo, juntamente com a introdução e avaliação de novos cultivares de gramíneas dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, por exemplo, têm sido alvos prioritários da experimentação com plantas forrageiras tropicais no Brasil. Até recentemente, novos cultivares do gênero *Cynodon* oriundos dos EUA tem sido introduzidos no Brasil na tentativa de otimizar o manejo de pastagens desse gênero. Dentre alguns cultivares de *Cynodon* como o cultivar Tifton 85, que é hoje o preferido na formação de novas áreas desse gênero no País (PEDREIRA et al., 1998), outros novos cultivares tais como o Jiggs (*Cynodon dactylon*) que também é implantado por mudas e o Vaquero (*Cynodon dactylon*) propagado por sementes, tem surgido nesses últimos anos chamando o interesse de produtores e pesquisadores. Esse interesse por novos cultivares reflete a demanda por aumento de produtividade. É natural que cultivares superiores sejam buscadas, quer seja para renovação de áreas degradadas ou para ampliação de áreas, quer para intensificação de sistema de produção.

Segundo Redfearn e Nelson (2003) nos Estados Unidos, a grama-bermuda (*Cynodon dactylon*) é utilizada em aproximadamente 12 milhões de ha⁻¹ e a grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vandyke, *Cynodon plectostachyus*, *Cynodon aethiopicus*) está plantada em cerca de 50 mil ha⁻¹ no sul da Flórida, uma vez que não possui tolerância ao frio intenso (temperaturas inferiores a -6°C). No geral, a maioria dos estudos de avaliação de produção e qualidade de forragem do gênero *Cynodon* foi realizada na Geórgia e Flórida (sul dos EUA). Nessa região, com intervalo entre cortes ou pastejo de 4 a 5 semanas, a grama-estrela, por exemplo, tem apresentado excelente persistência, alta produção de forragem (12,5 t ha⁻¹ a 17,5 t ha⁻¹), elevados teores de proteína bruta (11% a 16%) e de digestibilidade in vitro da matéria orgânica (55% a 60%), segundo Mislevy (2006).

No Brasil, (LIMA; VILELA, 2005) estudos têm demonstrado que o período de descanso recomendado para os capins *Cynodon*, sob pastejo, está em torno de 25–30 dias na época chuvosa e de 35–40 dias na estação seca. Rodrigues et al. (2006) acompanharam a variação semanal do acúmulo de forragem e de aspectos fisiológicos e qualitativos de cinco cultivares de *Cynodon*, ao longo de 12 semanas de rebrotação. Constataram que o dossel dessas gramíneas continuava

acumulando forragem até 84 dias, porém, notaram que a partir do 28º dia de rebrotação ocorria redução na taxa de crescimento relativo e intensificação do processo de senescência e morte de folhas, aumento da proporção de colmos e redução progressiva do valor nutritivo da forragem (aumento das frações fibrosas e redução dos teores protéicos). Em função disso, os autores recomendaram que o manejo sob lotação rotativa dessas gramíneas seja baseado em períodos de descanso não superiores a 28 dias.

Mislevy et al. (1989a, 1989b) estudando os cultivares Florico e Florona, respectivamente, demonstraram que o manejo sob lotação rotativa dessas gramíneas, visando assegurar a persistência do estande e alta produção de forragem de boa qualidade, deve ser feito com altura de 30 a 65 cm para entrada dos animais nos piquetes e altura de saída (resíduo pós-pastejo) de 15 a 25 cm. Os autores enfatizaram que o uso de alturas residuais inferiores a 15 cm prejudica a persistência do estande, levando à degradação da pastagem. No Brasil, de forma geral, para essas plantas forrageiras, a altura residual do dossel deve ser de 7 a 10 cm, para garantir o vigor na rebrotação (ALVES et al., 2008). Apesar do hábito de crescimento dos *Cynodons* ser, em geral, prostrado e estolonífero, indicando uma alta tolerância a pastejos intensos, os estudos mostram que a produção de raízes dessa gramínea pode ser reduzida em até 97% quando o pasto é submetido à superpastejo (MISLEVY et al., 1993).

A quantidade de área foliar pós-pastejo é função da intensidade da desfolhação determinada pela pressão de pastejo imposta ou da altura do corte no caso de uma desfolhação mecânica. Numa desfolhação severa em que a maior parte do tecido fotossintetizante é removido, a fixação do C proveniente da fotossíntese pode ser insuficiente para assegurar a manutenção dos tecidos remanescentes e para a síntese de nova área foliar. Nesta condição a produção de novas folhas necessita ser suportada inicialmente pelo aporte de reservas. Uma vez que ocorrem “perdas” de C pela respiração determinada pela síntese dos novos tecidos há uma perda inicial de massa da vegetação (balanço de C negativo). Este balanço de C apenas se tornará positivo depois que a área de folhas produzidas a partir das reservas seja suficiente para assimilar uma quantidade de carbono que exceda as perdas por respiração e senescência. Como resultado, quanto mais severa é a desfolhação mais longa é a fase de balanço negativo (NABINGER, 2002).

O objetivo com esse trabalho foi descrever comparativamente a produtividade, composição morfológica e a relação altura e interceptação luminosa de plantas forrageiras do gênero *Cynodon* estabelecidas por mudas e sementes em resposta à frequência de corte.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Local, delineamento experimental e tratamentos

O estudo foi conduzido em uma área experimental do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, no município de Piracicaba – SP (22°42’30’’S e 47°30’W, altitude de 580 m). O clima do local é classificado (Sistema Koppen) como Cwa (mesotérmico úmido subtropical de inverno seco), onde a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio é inferior a 18°C (CERVELLINI et al., 1973). Os dados climáticos referentes ao período experimental (Tabela 1) foram obtidos no posto meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ, distante cerca de 1 km da área experimental. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo vermelho eutroférico com horizonte A moderado e de textura argilosa/muito argilosa (EMBRAPA, 1999), de alta fertilidade (Tabela 2).

Tabela 1 – Precipitação pluvial e temperatura média diária durante o período experimental (2009-2010) e a média histórica (1918-2010)

Mês/ano	Precipitação		Temperatura média	
	Média histórica	Ano experimental	Média histórica	Ano experimental
	----- mm -----		----- °C -----	
Abr/09	63,3	21,8	21,9	21,1
Mai/09	53,6	10,6	19,1	19,9
Jun/09	42,3	55,1	17,7	15,9
Jul/09	29,1	61,6	17,5	17,7
Ago/09	29,9	61,4	19,2	19,2
Set/09	61,7	143,8	20,8	21,3
Out/09	110,1	56,7	22,4	22,0
Nov/09	131,6	196,5	23,2	25,0
Dez/09	199,5	274,3	23,9	23,7
Jan/10	250,2	250,2	25,3	23,8
Fev/10	158,6	158,6	26,0	25,1
Mar/10	99,0	99,0	24,9	24,1
Abr/10	76,4	76,4	22,5	21,9

Foram utilizados três cultivares de gramíneas do gênero *Cynodon*: Tifton 85 e Jiggs (ambos propagados por mudas) e o cultivar Vaquero (semeado). As parcelas experimentais foram estabelecidas entre março e abril de 2008. O delineamento experimental utilizado foi o

inteiramente casualizado em um arranjo fatorial (3 x 3), correspondendo a todas as combinações possíveis entre três cultivares (Tifton 85, Jiggs e Vaquero) e três frequências de corte (14, 28 e 42 dias de rebrotação), com 4 repetições, totalizando 36 unidades experimentais (parcelas). Cada parcela mediu 4 x 3 m (12 m²), com corredores de aproximadamente 1 m de largura entre parcelas (Figura 1).

Tabela 2 – Análise de terra da área experimental

pH	M.O	P*	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
CaCl ₂									
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						%
5,5	29	32	3,9	57	25	26	86,6	112,6	77

P* Resina. S.B.=soma de bases. T = CTC. V = saturação por bases.

O manejo da fertilidade consistiu da adubação equivalente a 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e K₂O na forma de sulfato de amônio (SA) e cloreto de potássio (KCl). Os fertilizantes foram aplicados em cada parcela conforme a frequência de corte, sendo que para a frequência de 14 dias a dose foi equivalente a 92,5 g de SA e 31 g de KCl por parcela, para a frequência de 28 dias as doses foram de 185 g de SA e 62 g de KCl por parcela e para a frequência de 42 dias, as doses foram de 277,2 g de SA e 92,5 g de KCl por parcela.

O experimento teve um cronograma de corte pré-estabelecido, com data inicial em 7 de Abril de 2009 com as coletas de dados estendendo-se até 7 de Abril de 2010 (Tabela 3).

Figura 1 - Vista da área experimental

A área foi irrigada em média a cada dois dias ou conforme as condições climáticas. O balanço hídrico foi calculado com base nos dados coletados na estação experimental e dados da lâmina de água aplicada no campo (Figura 2) de forma que não houve deficiência hídrica.

Figura 2 – Balanço hídrico ao longo do período experimental

3.2.2 Massa e acúmulo de forragem

Para as medições de massa de forragem (MF) ao final de cada período de rebrotação, cada unidade experimental teve primeiramente uma bordadura de 0,5 m de largura removida com moto-segadora de barra. A moto-segadora teve a barra de corte ajustada para a altura de aproximadamente 7 cm do nível do solo. Em seguida, cortava-se uma faixa central da parcela com a própria moto-segadora, colhendo uma área de 3 m². A forragem proveniente destes 3 m² era recolhida e pesada verde no campo, consistindo no peso verde da amostra. Em seguida era retirada uma sub-amostra de cerca de 500 g que era pesada verde e em seguida levada à estufa de ar forçado a 65°C até atingir peso constante.

Tabela 3 – Cronograma de colheita da forragem durante o período experimental

14 dias				28 dias				42 dias			
Corte de uniformização		07/04/09		07/04/09		07/04/09		07/04/09			
Cortes	dias	%		Cortes	dias	%		Cortes	dias	%	
Inverno				Inverno				Inverno			
1	21/04/09	14	100	1	06/05/09	29	100	1	20/05/09	43	100
2	06/05/09	15	100	2	02/06/09	27	100	2	30/06/09	41	100
3	20/05/09	14	100	3	30/06/09	28	100	3	11/08/09	42	100
4	02/06/09	13	100	4	29/07/09	29	100	4	21/09/09	41	93
5	17/06/09	15	100	5	25/08/09	27	100	Verão	21/09/09		
6	30/06/09	13	100	6	21/09/09	27	90	4	24/09/09	3	7
7	13/07/09	13	100	Verão	21/09/09			5	05/11/09	42	100
8	29/07/09	16	100	6	24/09/09	3	10	6	15/12/09	40	100
9	11/08/09	13	100	7	21/10/09	27	100	7	30/01/10	46	100
10	25/08/09	14	100	8	17/11/09	27	100	8	10/03/10	39	100
11	08/09/09	14	100	9	15/12/09	28	100	9	23/03/10	13	46
12	21/09/09	13	81	10	14/01/10	30	100	Inverno	23/03/10		
Verão	21/09/09			11	12/02/10	29	100	9	07/04/10	15	54
12	09/10/09	3	19	12	10/03/10	26	100	Total		365	
13	21/10/09	15	100	13	23/03/10	13	46	Verão		183	
14	05/11/09	12	100	Inverno	23/03/10			Inverno		182	
15	15/12/09	15	100	13	07/04/10	15	54				
16	30/12/09	12	100	Total		365					
17	14/01/10	17	100	Verão		183					
18	30/01/10	11	100	Inverno		182					
19	12/02/10	15	100								
20	24/02/10	15	100								
21	10/03/10	16	100								
22	23/03/10	13	100								
23	23/03/10	12	100								
24	24/03/10	14	100								
25	07/04/10	13	93								
Inverno	23/03/10										
25	24/03/10	1	7								
26	07/04/10	14	100								
Total		365									
Verão		183									
Inverno		182									

A sub amostra era então novamente pesada para determinação do peso seco e cálculo do teor de MS. O teor de MS era aplicado à amostra colhida dos 3 m² e assim era calculada a massa de forragem (MF) relativa a cada amostragem (período de rebrotação), sendo esta considerada

igual ao acúmulo de forragem (AF), uma vez que os cortes sucessivos eram sempre feitos na mesma altura. Após cada amostragem, toda a parcela era cortada a 7 cm (mesma altura da amostragem) e a forragem descartada. Para cada período de rebrotação, além da MF (e AF) foram calculadas as taxas médias diárias de acúmulo de forragem (TMDAF), dividindo-se o AF pelo número de dias correspondentes ao respectivo período de rebrotação. Ao final do experimento, os AFs referentes a cada rebrotação foram somados para a geração do acúmulo de forragem total (AFT) referente a cada parcela. Também foram calculados os AFs estacionais, de “verão” (AFV) e “inverno” (AFI), conforme descrito a seguir.

Para o cálculo do AFV e do AFI convencionou-se que as estações climáticas de primavera e verão configurariam o “verão agrostológico”, e o outono e inverno o “inverno agrostológico”, sendo os valores de AFV a somatória de todos os cortes compreendidos entre 21 de dezembro de 2009 a 22 de março de 2010. Para o AFI, foi considerado o total de todos os cortes correspondentes ao período entre 23 de março e 20 de setembro de 2009, mais o período entre os dias entre 23 de março e 7 de abril de 2010 (Tabela 3). O AFV e AFI foram calculados para a obtenção das taxas médias diárias de acúmulo de forragem para o “verão” (TMDAFV) e para o “inverno” (TMDAFI). Ainda em função dos AFs de cada uma das estações foram gerados os valores de distribuição estacional de “verão” (DISTV) e de “inverno” (DISTI) como proporções da produção total anual, dividindo-se os respectivos AF das estações pelo AFT.

3.2.3 Composição morfológica

Para determinar a proporção dos componentes morfológicos na forragem foram acompanhados dois ciclos representativos do verão e dois do inverno. Nesses ciclos, as amostras foram coletadas em duas molduras de $0,1\text{ m}^2$ ao nível do solo por parcela. Essas amostras foram retiradas de pontos nas parcelas de modo que não comprometessem a área útil de 3 m^2 usados para obtenção da produção total de forragem. Essas amostragens foram retiradas no dia “zero” da rebrotação, ou seja, imediatamente após o corte completo da parcela e no último dia de rebrotação, ou seja, imediatamente antes do corte. Devido às folhas dos cultivares serem finas, ocorria o enrolamento das mesmas durante o processo de amostragem, pois a desidratação era rápida. Dessa forma, para o cálculo de área foliar específica, optou-se por retirar, previamente, 30 folhas frescas de cada amostra recolhida nas parcelas sendo acondicionadas em sacos plásticos

com papel umedecido e enviadas para o laboratório. Essas folhas tiveram suas áreas escaneadas em um integrador de área foliar modelo LI-3100 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA). Em seguida, cada amostra de $0,1 \text{ m}^2$ foi sub-amostrada, sendo $\frac{1}{4}$ separada em seus componentes morfológicos (folha, colmo e material morto) acondicionado cada componente separadamente, além da íntegra, em saco de papel, em seguida secas a 65°C por 72 h em estufas, e pesadas em balança analítica.

3.2.4 Intercepção luminosa e altura do dossel

Para caracterizar possíveis contrastes na estrutura do dossel causados pela imposição dos tratamentos e/ou variações dentro de cada tratamento durante o período experimental, o monitoramento da intercepção luminosa (IL) e do IAF (não destrutivo), foi feito imediatamente antes (pré-corte) e imediatamente depois (pós-corte) de cada corte, utilizando um analisador de dossel modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA), que permite amostragens rápidas e não destrutivas. O aparelho é constituído de uma unidade de controle e de um sensor acoplado a uma barra articulada. O sensor consiste em um conjunto de lentes tipo “olho de peixe”, que projeta uma imagem hemisférica de baixo para cima do dossel, por meio de detectores de sílica. A técnica combina medidas tomadas com sensor acima do dossel (I_o) com medidas tomadas sob o dossel próximas ao nível do solo (I). A partir dessas medidas, a inversão de um modelo de transferência de luz permite o cálculo do IAF (WELLES; NORMAN, 1991). Foram amostradas oito estações representativas da média do dossel em cada parcela, na proporção de uma leitura acima do dossel para quatro leituras ao nível do solo, sempre utilizando um padrão visual que englobasse estações de leitura entre plantas que estivessem dentro de um mesmo padrão de altura e densidade de folhas. Essas leituras foram feitas semanalmente ao longo do experimento. A altura do dossel também foi medida com a mesma frequência das avaliações com o analisador de dossel. Foram tomadas 12 leituras de altura em cada parcela sempre antes do corte (pré-corte). Para obter essas alturas, foi usado um bastão graduado (1 m) e uma folha de acetato que continha um orifício central por onde corria o bastão graduado. Após a colheita da forragem das parcelas, novas leituras de intercepção luminosa e altura eram realizadas caracterizando o resíduo. A figura 3 ilustra as etapas aqui citadas e desenvolvidas no período experimental.

Figura 3 – Figura 3 – Corte da forragem das parcelas (A). Aspecto das parcelas após a colheita de 3m² (B). Adubação das parcelas (C). Detalhe das parcelas sob diferentes frequências de corte(D). Medição de altura (E). Medição de IL (F). Irrigação da área (G). Amostragem da forragem para composição morfológica (H)

3.2.5 Análise dos dados

O período experimental foi dividido em duas épocas distintas e, com isso, utilizou-se uma análise de variância simples para cada época, utilizando o PROC MIXED do pacote estatístico SAS®, versão 9.2 para Windows®, (SAS INSTITUTE, 2008). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”), realizando-se as comparações de médias pelo teste de Tukey-Kramer ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Resultados

3.3.1 Acúmulo de forragem

O acúmulo total de forragem sofreu efeito da interação entre frequência x cultivar ($P=0,0155$). Os cultivares Jiggs e Tifton 85 apresentaram os maiores acúmulos de forragem total nas frequências de 28 e 42 dias de rebrotação, já na frequência de 14 dias de rebrotação, não houve diferença no acúmulo total de forragem entre os cultivares (Tabela 4).

Tabela 4 – Acúmulo total de forragem de três capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte

Cultivar	Frequência de corte (dias)			Média
	14	28	42	
	----- Mg MS ha ⁻¹ -----			
Jiggs	14,3 Ca (0,92)	20,9 Ba (0,92)	32,7 Aa (0,92)	22,6 (0,53)
Tifton 85	14,2 Ca (0,92)	20,7 Ba (0,92)	30,5 Aa (0,92)	21,8 (0,53)
Vaquero	11,4 Ca (0,92)	16,2 Bb (0,92)	23,1 Ab (0,92)	16,9 (0,53)
Média	13,3 (0,53)	19,2 (0,53)	28,8 (0,53)	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

No verão, houve efeito da interação frequência x cultivar ($P=0,0069$). Os cultivares Jiggs e Tifton 85 apresentaram maior massa de forragem no verão na frequência de 42 dias de

rebrotção, sendo os mais produtivos. Já na frequência de 14 dias de rebrotção, não houve diferença no acúmulo de forragem entre os três cultivares (Tabela 5).

Tabela 5 – Acúmulo de forragem de três capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

Cultivar	Frequência de corte (dias)			Média
	14	28	42	
	----- Mg MS ha ⁻¹ -----			
Jiggs	9,0 Ca (0,82)	13,3 Ba (0,82)	22,6 Aa (0,82)	15,0 (0,47)
Tifton 85	9,5 Ca (0,82)	14,0 Ba (0,82)	21,7 Aa (0,82)	15,1 (0,47)
Vaquero	6,6 Ba (0,82)	9,3 Bb (0,82)	13,8 Ab (0,82)	9,9 (0,47)
Média	8,3 (0,47)	12,2 (0,47)	19,4 (0,47)	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

O acúmulo de forragem no inverno sofreu efeito apenas da frequência de corte ($P < 0,0001$), sendo que a frequência de 42 dias de rebrotção apresentou maior acúmulo de forragem (Figura 4).

Figura 4 – Acúmulo de forragem de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

3.3.2 Composição morfológica

3.3.2.1 Proporção de folha na forragem acumulada

A porcentagem de folhas no verão sofreu efeito da interação frequência x cultivar ($P=0,0035$). A proporção de folhas foi maior na frequência de 14 dias de rebrotação apresentando uma média acima de 60% de folhas. Ocorreu redução da porcentagem de folhas entre as frequências de corte com mais de 14% entre a frequência de 14 e 28 dias de colheita e de 12% entre a frequência de 28 e 42 dias de colheita, respectivamente. Esse resultado mostra uma diminuição na proporção de folhas, de 69,6% na frequência de 14 dias para 43% na frequência de 42 dias. Entre os cultivares, o Tifton 85 apresentou maior proporção de folhas na frequência de 42 dias (Tabela 6).

Tabela 6 – Porcentagem de folha de três capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

Cultivar	Frequência de corte (dias)			Média
	14	28	42	
	----- % -----			
Jiggs	66,3 Aa (1,92)	47,3 Bb (1,92)	32,1 Cc (1,92)	48,6 (1,11)
Tifton 85	74,0 Aa (1,92)	60,7 Ba (1,92)	55,2 Ba (1,92)	63,3 (1,11)
Vaquero	68,6 Aa (1,92)	57,7 Ba (1,92)	41,8 Cb (1,92)	56,0 (1,11)
Média	69,6 (1,11)	55,2 (1,11)	43,0 (1,11)	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

A porcentagem de folhas no inverno foi afetada por cultivar ($P<0,0001$) e frequência de corte ($P=0,0039$). O cultivar Tifton 85 apresentou maior porcentagem de folhas no inverno (Figura 5) enquanto as frequências de 14 e 28 dias de rebrotação resultaram em maior porcentagem de folhas na mesma estação (Figura 6).

Figura 5 – Porcentagem de folha de três capins do gênero *Cynodon* no inverno

Figura 6 – Porcentagem de folha de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

3.3.2.2 Proporção de colmo na forragem acumulada

A porcentagem de colmo no verão sofreu efeito de cultivar ($P < 0,0001$) e de frequência de corte ($P < 0,0001$). Dos cultivares, o Jiggs apresentou maior porcentagem de colmos (Figura 7). Maior porcentagem de colmos foi apresentado na frequência de 42 dias de rebrotação (Figura 8).

Figura 7 – Porcentagem de colmo de três capins do gênero *Cynodon* no verão

Figura 8 – Porcentagem de colmos de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

No inverno, a porcentagem de colmos sofreu efeito de cultivar ($P = 0,0002$) e de frequência de corte ($P < 0,0001$). Os cultivares Jiggs e Vaquero apresentaram maior porcentagem de colmo no inverno (Figura 9) e a frequência de corte que resultou em maior porcentagem de colmo foi a de 42 dias de rebrotação (Figura 10).

Figura 9 – Porcentagem de colmos de três capins do gênero *Cynodon* no inverno

Figura 10 – Porcentagem de colmo de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

3.3.2.3 Proporção de material morto na forragem acumulada

A porcentagem de material morto foi influenciada pela frequência de corte no verão ($P = 0,0015$) e no inverno ($P < 0,0001$). No verão, a frequência de 42 dias de rebrotação resultou em maior porcentagem de material morto (Figura 11), enquanto que no inverno a maior porcentagem de material morto ocorreu na frequência de 14 dias de rebrotação (Figura 12).

Figura 11 – Porcentagem de material morto de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

Figura 12 – Porcentagem de material morto de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

3.3.2.4 Índice de área foliar do dossel

3.3.2.4.1 Índice de área foliar pré-corte

O índice de área foliar (IAF) pré-corte sofreu efeito da frequência no verão ($P < 0,0001$) e no inverno ($P < 0,0001$). A frequência de 42 dias de colheita resultou em maior IAF no verão (Figura 13) e no inverno (Figura 14).

Figura 13 – Índice de área foliar pré-corte de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

Figura 14 – Índice de área foliar pré-corte de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

3.3.2.4.2 Índice de área foliar pós-corte

O índice de área foliar no pós-corte no verão sofreu efeito de cultivar ($P = 0,0027$) e de frequência de corte ($P < 0,0001$). O Tifton 85 apresentou o maior IAF no pós-corte no verão (Figura 15). A frequência de corte que resultou em maior IAF no verão foi a frequência de 42 dias de rebrotação (Figura 16).

Figura 15 – Índice de área foliar pós-corte de três capins do gênero *Cynodon* no verão

Figura 16 – Índice de área foliar pós-corte de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

O índice de área foliar pós-corte no inverno sofreu efeito de cultivar ($P < 0,0001$), sendo o Tifton 85 o capim que apresentou maior IAF (Figura 17).

Figura 17 – Índice de área foliar pós-corte de três capins do gênero *Cynodon* no inverno

3.3.2.5 Altura pré-corte do dossel

A altura pré-corte no verão sofreu efeito da interação frequência x cultivar ($P < 0,0001$). Entre os cultivares, o Jiggs apresentou maiores alturas nas frequências de 28 e 42 dias de rebrotação ao passo que o cultivar Vaquero apresentou a menor altura para essas duas frequências de corte. Não houve diferença na altura do dossel entre os cultivares na frequência de 14 dias de rebrotação (Tabela 7).

Tabela 7 – Altura pré-corte de três capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

Cultivar	Frequência de corte (dias)			Média
	14	28	42	
	----- cm -----			
Jiggs	12,4 Ca (1,13)	25,4 Ba (1,13)	41,6 Aa (1,13)	26,5 (0,65)
Tifton 85	11,6 Ca (1,13)	21,2 Bab (1,13)	31,2 Ab (1,13)	21,3 (0,65)
Vaquero	9,6 Ca (1,13)	16,6 Bb (1,13)	25,2 Ac (1,13)	17,1 (0,65)
Média	11,2 (0,65)	21,1 (0,65)	32,7 (0,65)	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

No inverno também houve efeito de interação frequência x cultivar ($P < 0,0001$). O Jiggs também apresentou maior altura na frequência de 42 dias de rebrotação (Tabela 8). O Tifton 85 foi o único que apresentou a mesma altura de corte nas frequências de 28 e 42 dias de rebrotação.

Tabela 8 – Altura pré-corte de três capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

Cultivar	Frequência de corte (dias)			Média
	14	28	42	
	----- cm -----			
Jiggs	10,4 Ca (0,42)	18,9 Ba (0,42)	28,2 Aa (0,42)	19,2 (0,24)
Tifton 85	10,1 Ba (0,42)	14,4 Ab (0,42)	16,1 Ac (0,42)	13,5 (0,24)
Vaquero	9,7 Ca (0,42)	14,7 Bb (0,42)	21,5 Ab (0,42)	15,3 (0,24)
Média	10,1 (0,24)	16,0 (0,24)	21,9 (0,24)	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

3.3.2.6 Interceptação luminosa pelo dossel

3.3.2.6.1 Interceptação luminosa no pré-corte

A interceptação luminosa pré-corte no verão sofreu efeito de cultivar ($P = 0,0039$) e frequência de corte ($P < 0,0001$). Os cultivares Jiggs e Tifton 85 apresentaram maior IL no pré-corte no verão (Figura 18). A frequência de corte aos 42 dias de rebrotação apresentou maior IL no pré-corte no verão (Figura 19).

Figura 18 – Interceptação luminosa pré-corte de três capins do gênero *Cynodon* no verão

Figura 19 – Interceptação luminosa pré-corte de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

A interceptação luminosa pré-corte no inverno sofreu efeito de cultivar ($P = 0,0402$) e de frequência de corte ($P < 0,0001$). O cultivar Tifton 85 apresentou maior IL, não diferindo do cultivar Jiggs (Figura 20). As frequências de corte de 28 e 42 dias geraram maior IL pré-corte no inverno (Figura 21).

Figura 20 – Interceptação luminosa pré-corte de três capins do gênero *Cynodon* no inverno

Figura 21 – Interceptação luminosa pré-corte de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

3.3.2.6.2 Interceptação luminosa no pós-corte

A interceptação luminosa no pós-corte no verão sofreu efeito da interação entre frequência x cultivar ($P < 0,0001$). O cultivar Tifton 85 apresentou maior IL na frequência de 28 dias de rebrotação (Tabela 9), sendo o cultivar que obteve maior média de IL (54,8 %) dentre os

três cultivares estudados. No resíduo dos capins Tifton 85 e Vaquero houve maior quantidade de massa para as frequências de 14 e 28 dias de rebrotação.

Tabela 9 – Interceptação luminosa pós-corte de três capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

Cultivar	Frequência de corte (dias)			Média
	14	28	42	
	----- % -----			
Jiggs	50,4 Ab (1,09)	45,7 Ac (1,09)	47,8 Aa (1,09)	47,9 (0,63)
Tifton 85	56,2 Aa (1,09)	56,6 Aa (1,09)	51,5 Aa (1,09)	54,8 (0,63)
Vaquero	51,9 Aab (1,09)	51,4 Ab (1,09)	47,3 Aa (1,09)	50,2 (0,63)
Média	52,9 (0,63)	51,2 (0,63)	48,9 (0,63)	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

A interceptação luminosa pós-corte no inverno sofreu efeito de cultivar ($P < 0,0001$) e de frequência de corte ($P = 0,0207$). O cultivar Tifton 85 apresentou maior IL pós-corte no inverno (Figura 22) e as frequências de 14 e 28 dias de rebrotação resultaram em maior IL pós-corte no inverno (Figura 23).

Figura 22 – Interceptação luminosa pós-corte de três capins do gênero *Cynodon* no inverno

Figura 23 – Interceptação luminosa pós-corte de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

3.4 Discussão

Os cultivares Jiggs e Tifton 85 apresentaram maior acúmulo de forragem total (Tabela 4) ao longo do experimento e maior acúmulo de forragem no verão (Tabela 5). A frequência de colheita a cada 42 dias resultou em maior acúmulo de forragem para as duas estações (Tabela 5 e

figura 3). As parcelas cortadas a intervalos mais longos produziram no final mais forragem por haver mudanças na composição morfológica e estrutural do dossel forrageiro como consequência do maior tempo para esse acúmulo de plantas no dossel. Da mesma forma Mislevy et al (2001) trabalhando com gramíneas tropicais ao longo de dois anos, sob frequências de pastejo de 2, 4, 5 e 7 semanas, em duas variedades do capim de Rhodes (*Chloris gayana* cv. Rhodes e Callide), quatro estrelas (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv. Florona, Zimbabwe, Okeechobee e Rhodesian N° 2), uma bermuda (*C. dactylon* var. *dactylon* cv. Jiggs) e uma braquiária (*Brachiaria humidicola* CIAT 6369) utilizando o sistema *mob-grazing*, concluíram que a frequência de 7 semanas resultou em um aumento de produtividade de 18% relativo à frequência de 5 semanas, com Florona, Zimbabwe e gramas estrelas Okeechobee e bermuda Jiggs com a maior produção de forragem média de 1550 g m⁻². Frequência de pastejo entre 2-7 semanas resultou em um aumento linear da produção de forragem para todas as gramíneas, exceto para a braquiária. Na estação fria, as gramíneas que apresentaram maiores produções de forragem foram as cultivares Florona, grama estrela, gramíneas Rhodes e Jiggs ao longo dos dois anos do experimento.

Sob intervalos curtos de colheita existem maiores proporções de folha que sob intervalos mais longos, sendo que no menor intervalo de colheita os cultivares Tifton 85 e Vaquero produziram mais folhas (Tabela 6). O cultivar Jiggs, por apresentar menor porcentagem de folha, apresentou maior porcentagem de colmo nas duas estações (Figura 6 e 8) e maior altura (Figura 25), com média de 26,5 cm no verão e 19,2 cm no inverno, conforme tabelas 7 e 8, respectivamente. O aumento na produção de forragem está associado à crescente proporção de colmo na biomassa do dossel, pois, com o avanço do desenvolvimento da forrageira, a proporção de folhas diminui progressivamente, à medida que se intensifica o processo de alongamento do colmo, o que resulta em acentuado incremento na produção. O cultivar Tifton 85, nas duas estações, apresentou menor proporção de colmo que os outros dois. Essas características estruturais do dossel foram geradas pela combinação das características morfogênicas de cada cultivar sob a ação do ambiente (luz, temperatura, água e nutrientes). Deve-se salientar que a produção máxima não resulta em material de elevado valor nutritivo, uma vez que este decresce com a maturidade da planta. Stobbs (1973) estudando a estrutura do pasto de Setária (*Setaria anceps* Stapf) e capim de Rhodes (*Chloris gayana*) mostrou que intervalos de pastejo maiores estão associados a maiores acúmulos de forragem, mas geralmente à menor proporção de folhas.

Assim, o alongamento do colmo, apesar de aumentar o acúmulo de forragem, compromete a estrutura do dossel, diminuindo sua relação folha/colmo.

Randüz (2005), trabalhando com três cultivares de *Cynodon* (Jiggs, Tifton 85 e Tifton 68) com duas alturas (H1 com altura pretendida de 35 cm, e H2 com altura pretendida de 30% mais baixa que a altura H1, obtida por meio de roçadas intercaladas) conseguiu alcançar 35 cm para início do pastejo apenas para o cultivar Jiggs. Para os outros dois cultivares a altura máxima alcançada foi próxima de 30 cm. O mesmo autor avaliou a massa seca de folhas e de colmos para os cultivares estudados e reportou a inferioridade do cultivar Jiggs na relação folha/colmo em comparação aos cultivares Tifton 85 e Tifton 68. No presente estudo, o cultivar Jiggs apresentou menor porcentagem de folha e maior proporção de colmo, sendo esse dado semelhante ao estudo de Randüz. Tonato (2003) afirmou que o colmo é um componente importante em plantas do gênero *Cynodon* por ter uma grande participação na massa total. De acordo com Santos et al. (2004), trabalhando com capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq cv. Mombaça), o desenvolvimento de colmo favorece o aumento da produção de forragem nos meses mais quentes com períodos de descanso por volta de 28 dias, porém maiores intervalos podem resultar em efeitos negativos sobre o uso e a qualidade da forragem produzida. Oliveira et al. (2000) avaliando capim Tifton 85 colhido às idades de 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 e 70 dias de rebrotação afirmaram que a relação lâmina/colmo foi reduzida com o avanço da idade da planta, estimando-se valores de 1,39 e 0,45 aos 14 e 70 dias de idade, respectivamente. A partir dos 28 dias de idade, foram estimados valores para a relação lâmina/colmo inferiores a 1,0, o que segundo os autores pode comprometer a qualidade da forragem. O alongamento do colmo é de grande importância na produção animal nos trópicos, por ser característica marcante em forrageiras C₄, o que levou Sbrissia e Da Silva (2001) a proporem a inclusão dessa característica ao esquema de Chapman e Lemaire (1993).

No presente estudo, a porcentagem de material morto no verão foi proporcional à frequência de corte. O aumento da altura de dossel promoveu aumento da proporção de material morto. Aumentando a altura conforme diminuía a frequência de colheita no verão, (Figura 10) ocorreu aumento na proporção de material morto por mais que essa proporção tenha sido pequena (5,8% na frequência de 42 dias de corte) quando comparado aos componentes folha e colmo dos cultivares. A proporção de material morto foi maior no estrato que era recolhido com menor frequência no verão por esse fato ser atribuído às mudanças nas porções folha verde e colmo

verde das plantas e, conseqüentemente, no aumento de material senescente. Esse fato também foi observado por Cano et al. (2004), em pastagem de capim Tanzânia pastejado em diferentes alturas. Watkin e Clements (1978) argumentaram que outras perdas podem ocorrer durante a desfolhação em função da rápida renovação de tecido foliar e, em alguns casos, dos danos mecânicos causados por animais ou máquinas. Já Kays e Harper (1974), escreveram que perdas de matéria seca por morte podem ser significativas durante períodos de alto IAF no final do período de rebrotação, uma vez que, em dosséis densos, o auto-sombreamento excessivo pode acelerar a senescência de perfilhos jovens. No inverno, conforme figura 11, ocorreu maior acúmulo de material morto na frequência de 14 dias de rebrotação. O manejo utilizado para essas frequências quando colhidas a 7 cm de altura davam condições para que as folhas do dossel do resíduo pudessem crescer e manter uma massa diferente aos resíduos submetidos a cortes de 28 e 42 dias. Por ter uma massa residual com maior porcentagem de folhas, quando essas eram colhidas, outras folhas que não eram coletadas no corte começavam o processo de senescência e, conseqüentemente, aumento na porcentagem de material morto. Esse é o processo natural da fisiologia das plantas. Para as frequências de 28 e 42 dias de colheita houve menor proporção de material morto em virtude do processo de restauração da área foliar com o manejo adotado propiciando condições favoráveis ao crescimento de folhas jovens e de colmos. Quando as plantas são submetidas a desfolhações frequentes, caso das frequências de 14 dias de colheita há pouca competição por luz em razão da constante remoção de área foliar pela ação da colheita (LEMAIRE, 2001).

O acúmulo de forragem após o corte é proporcional à área foliar remanescente, intensificando-se à medida que aumenta a interceptação da radiação luminosa em decorrência do crescimento do IAF do dossel pré-corte no verão e pré-corte no inverno (Figuras 12 e 13). Segundo Mislevy e Dunavin (1993), gramas bermuda devem dispor de um período de descanso de quatro semanas entre pastejos e 4-5 semanas entre a colheita para produção de feno. No presente estudo, maiores valores de IAF pré-corte no verão e pré-corte no inverno foram obtidos nos tratamentos de 42 dias de corte que as frequências de colheita de 28 e 14 dias, demonstrando as diferenças na arquitetura do dossel. Pedreira et al. (2007) avaliaram três frequências de desfolha (95 e 100% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e intervalo fixo de 28 dias) para o capim Xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) e mediram maior acúmulo total de forragem, além de maiores acúmulos de colmos e material morto no resíduo pós-pastejo no

tratamento 100% IL. Apontaram também que a redução no intervalo de pastejo é uma importante ferramenta para melhorar a composição morfológica e estrutural da planta forrageira.

No presente estudo, o capim Tifton 85 apresentou maior IAF pós-corte no verão, apesar de não diferir do cultivar Vaquero (Figura 14). Esse resultado é coerente, uma vez que esses dois cultivares apresentaram maior proporção de folhas ao longo da rebrotação. A IL pré-corte no verão (Figura 18) esteve positivamente associada à altura e ao IAF ao longo da rebrotação em todas as frequências de corte. No crescimento do dossel forrageiro sob desfolhação intermitente, esse crescimento inicia a partir de um baixo IAF até alcançar um alto IAF. O incremento do IAF decorre da produção de novas folhas nos perfilhos sobreviventes ao corte e do surgimento de novos perfilhos. Com o aumento do IAF do dossel, cresce a interceptação luminosa, até atingir um máximo, a partir do qual, incrementos no IAF não proporcionam mais aumentos na interceptação luminosa. A taxa de acúmulo de forragem está relacionada com a porcentagem de luz interceptada e seu máximo ocorre quando a área foliar é suficiente para interceptar aproximadamente 95% da luz incidente, conforme Brougham (1956), que avaliou pastagens consorciadas de azevém perene (*Lolium perenne* L.), trevo-vermelho (*Trifolium pratense* L.) e trevo-branco (*Trifolium repens* L.), sob lotação intermitente com três intensidades de desfolhação. O autor descreveu um padrão semelhante de relação entre IL e IAF, mostrando que as taxas de acúmulo estavam relacionadas com a luz interceptada pelo dossel e com a área foliar. Neste estudo, o cultivar Jiggs apresentou maior média de IL (90,7%) pré-corte no verão. Na frequência de 28 dias de colheita, o valor de IL correspondeu a 93,4% IL em média, ocorrendo incremento em altura e IL até a frequência de 42 dias de corte com a IL ultrapassando 95% de IL (96,6%). Nesse momento a planta inicia o alongamento de colmos e aumenta o acúmulo de material morto na base do dossel. Qualquer que seja o manejo de desfolhação em uma área de pastagem existe um conflito fundamental que é a necessidade de manter ou acumular área foliar para permitir maximizar a interceptação da luz incidente e fazer a desfolhação pelo corte, pensando em atender a necessidade alimentar de ruminantes. Os cultivares e as frequências de colheitas apresentaram uma relação de produção com a IL (Figuras 17 e 18 para o pré-corte no verão e 19 e 20 para o pré-corte no inverno) e o IAF nas duas estações. No pós-corte do verão (Tabela 9) os cultivares Tifton 85 e Vaquero apresentaram melhor IL na frequência de 28 dias de colheita. De acordo com Lemaire e Chapman (1996), essas relações de IL com IAF além de altura do dossel só deveriam ser exploradas quando a pastagem estivesse sendo manejada com a

IL como critério para uma possível entrada de animais. Dessa maneira as plantas, através da própria composição morfológica, atingem seu crescimento adaptando-se aos impactos da desfolhação como resposta, mantendo um equilíbrio no crescimento conforme o manejo (desfolhação) adotado.

O IAF e a IL pré-corte foram proporcionais à duração dos períodos de rebrotação em cada estação. À medida que a massa de forragem aumentava por ocasião da menor frequência de colheita (frequência de 28 e 42 dias de corte) era possível observar variações no IAF, aumentando conseqüentemente a competição intensa por luz entre plantas. Cada frequência de corte representou uma mudança na estrutura do dossel e na produção de forragem por cultivar. Esse resultado demonstra que para os *Cynodons*, a frequência de colheita é determinante em variações nas características morfogênicas e estruturais dos cultivares.

3.5 Conclusões

Os cultivares Jiggs e Tifton 85 são mais recomendados para produção de forragem;

A frequência de desfolhação de 28 dias é a mais recomendada para produção de forragem entre os cultivares estudados;

Frequências de desfolhação de 42 dias modifica a estrutura do dossel estreitando a relação folha/colmo;

Para os *Cynodons*, a frequência de desfolhação é determinante em variações nas características morfogênicas e estruturais dos cultivares.

Referências

ALVES, S.J.; MORAES, A.; CANTO, M. W.; SANDINI, I. **Espécies forrageiras recomendadas para a produção animal**. Londrina: Fundep, 2008. Disponível em: <<http://www.fundep.org.br/tev/palestras/palestras10.doc>>. Acesso em: 10 jul. 2011.

BROUGHAM, R.W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 7, p. 377-387, 1956.

CANO, C.C.P.; CECATO, U.; RODRIGUES, A.B.; CANTO, M.W. do; JOBIM, C.C.; RODRIGUES, A.M.; GALBEIRO, S.; NASCIMENTO, W.G. do. Produção de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.cv. Tanzânia-1) manejado em diferentes alturas de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1959-1969, 2004.

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

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.

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

KAYS, S.; HARPER, J.L. The regulation of plant and tiller density in a grass sward. **Journal of Ecology**, London, v. 62, p. 97-105, 1974.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamics aspects of forage plant populations in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 29-37.

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

LIMA, J.A; VILELA, D. Formação e manejo de pastagens de *Cynodon*. In: VILELA, D; RESENDE, J.C.; LIMA, J. **Cynodon: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p. 11-32.

MISLEVY, P. **Stargrass**. Gainesville: University of Florida, 2006. (University of Florida. IFAS Extension SS-AGR-62). Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/AG154>>. Acesso em: 05 jun. 2009.

MISLEVY, P.; DUNAVIN, L.S. Management and utilization of Bermudagrass and Bahiagrass in South Florida. In: ANNUAL FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE, 42., 1993, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1993. p. 84-95.

MISLEVY, P.; MARTIN, F.G.; PATE, F.M.; RETHMAN, N.F.G. Influence of grazing frequency on biomass production using several selected tropical grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** São Pedro: FEALQ, 2001. p. 294.

MISLEVY, P.; BROWN, W.F.; DUNAVIN, L.S.; HALL, D.W.; KALMBACHER, R.S.; OVERMAN, A.J.; RUELKE, O.C.; SONODA, R.M.; STANLEY JUNIOR, R.L.; WILLIAMS, M.J. **Florona stargrass**. Gainesville: University of Florida, 1989a. 13 p. (University of Florida. Circular S-362).

MISLEVY, P.; BROWN, W.F.; CARO-COSTAS, R.; VICENTE-CHANDLER, J.; DUNAVIN, L.S.; HALL, D.W.; KALMBACHER, R.S.; OVERMAN, A.J.; RUELKE, O.C.; SONODA, R.M.; SOTOMAYOR-RIOS, A.; STANLEY JUNIOR, R.L.; WILLIAMS, M.J. **Florico stargrass**. Gainesville: University of Florida, 1989b. 15 p. (University of Florida. Circular S-361).

_____. Registration of 'Florico' stargrass. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 2, p. 358-359, Mar. 1993.

NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; PEDREIRA, C.G.S.; FARIA, V.P. de. **Inovações tecnológicas no manejo de pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 133-158.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; OBEID, J.A. ; CECON, P.R. ; MORAES, S.A ; SILVEIRA, P.R. Rendimento e valor nutritivo do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1949-1960, 2000.

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

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

RANDÜZ, E. **A estrutura de gramíneas do gênero *Cynodon* e o comportamento ingestivo de equinos**. 2005. 54 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

REDFEARN, D.D.; NELSON, C.J. Grasses for southern areas. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; COLLINS, M.; MOORE, K.J. (Ed.). **Forages: an introduction to grassland agriculture**. 6th ed. Ames: Blackwell, 2003. p. 149-169.

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 Sciences**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 245-250, 2006.

SANTOS, P.M.; BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M. Características morfogênicas e taxa de acúmulo de forragem do capim-mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 843-854, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS Systems for windows**: version 9.2. Cary, 2008.

SBRISSIA, A.F; Da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS; REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 731-754.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agriculture Research**, Melbourne, v. 24, p. 821-829, 1973.

TONATO, F. **Determinação de parâmetros produtivos e qualitativos de *Cynodon spp.* em função de variáveis climáticas**. 2003. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

WATKIN, B.R.; CLEMENTS, R.J. The effect of grazing animals on pastures. In: WILSON, J.R. **Plant relations in pastures**. Melbourne: CSIRO, 1978. p. 273–289.

WELLES, J.M.; NORMAN, J.M. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, n. 5, p. 818–825, 1991.

4 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE CAPINS DO GÊNERO *Cynodon* EM RESPOSTA À FREQUÊNCIA DE COLHEITA

Resumo

Se o índice de área foliar (IAF) do dossel de plantas forrageiras é conhecido e a variação da biomassa durante um dado intervalo de tempo, é calculada, torna-se possível avaliar a eficiência dessas folhas e sua contribuição para a produção primária do estande de plantas. Este trabalho teve como objetivo descrever e explicar o efeito de três frequências de colheita em três cultivares de gramíneas do gênero *Cynodon* sobre respostas descritoras da análise de crescimento dessas gramíneas. O delineamento experimental foi o completamente casualizado com nove tratamentos, correspondendo a todas as combinações entre três cultivares e três frequências de corte e quatro repetições. O período experimental foi de Abril de 2009 a Abril de 2010. A frequência de 42 dias de colheita resultou em maior taxa de crescimento de cultura, TCC ($30,9 \text{ g MS m}^{-2}\text{dia}^{-1}$) no verão. No inverno a TCC foi maior nas frequências de 14 ($11,6 \text{ g MS m}^{-2}\text{dia}^{-1}$) e 28 ($11,1 \text{ g MS m}^{-2}\text{dia}^{-1}$) dias. Maior taxa de crescimento relativo, TCR, ocorreu nas frequências de 28 ($0,26 \text{ g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$) e 42 dias ($0,32 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) também no verão. No inverno, maior TCR ocorreu na frequência de 28 dias ($0,21 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Maiores razão de área foliar, RAF, e razão de peso foliar, RPF, ocorreram na frequência de 28 dias no verão. Os três capins cortados a cada 28 dias de rebrotação garantiram melhor produção quando o objetivo é produzir forragem com alta proporção de folhas.

Palavras-chave: Análise de crescimento; Frequência de corte; Produtividade; Taxa de crescimento

Abstract

If the leaf area index (LAI) of a grass sward is known and the variation in biomass over a period of time can be calculated, it is possible to evaluate the efficiency of the leaf area and its contribution to the primary productivity of the crop stand. The objectives in this research were to describe and explain the effect of three harvest frequencies on the growth analysis descriptors of three *Cynodon* grasses. The trial was set in a completely randomized design with treatments corresponding to all possible combinations among three cultivars and three harvest schedules, and four replications. The experimental period was from April 2009 to April 2010. The 42-d schedule resulted in highest crop growth rate (CGR; 30.9 g DM m⁻² d⁻¹) in the warm rainy season. In the cool dry season, CGR was higher under the 14- (11.6 g DM m⁻² d⁻¹) and the 28-d (11.1 g MS m⁻² d⁻¹) schedules. Higher relative growth rate (RGR) was measured in plots clipped every 28 (0.26 g g⁻¹ d⁻¹) and 42 days (0.32 g g⁻¹ d⁻¹) in the warm season. In the cool season, higher RGR was measured in the 28-d treatment (0.21 g g⁻¹ d⁻¹). The highest leaf area ratio (LAR) and leaf weight ratio (LWR) were measured in the 28-d treatment during the warm-season. Jiggs and Tifton 85 are recommended for their high yield potential under a 28-d harvest schedule, which ensures the production of leafy forage.

Keywords: Growth analysis; Harvest frequency; Productivity; Growth rate

4.1 Introdução

A análise do crescimento é uma técnica usada para estudar as bases fisiológicas da produção das culturas e racionalizar sobre a influência exercida pelas variáveis ambientais, genéticas e agronômicas sobre as respostas das plantas em comunidade. Esta técnica descreve as características morfofisiológicas do estande de plantas em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas e propõe-se a acompanhar a dinâmica da produção fotossintética avaliada através da acumulação de fitomassa seca (SILVA et al., 2000). Esta ferramenta tem sido bastante utilizada para a investigação do efeito de fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como adaptabilidade de espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição de cultivares e influência de práticas agronômicas sobre o crescimento, além dos fatores intrínsecos que afetam o crescimento e que estão associados a fenômenos fisiológicos básicos como a fotossíntese, respiração, processos morfogênicos, entre outros. Além disso, a análise de crescimento incorpora os fatores ambientais associados às alterações do crescimento das plantas. Tais fatores como o suprimento de água, a radiação solar e a temperatura têm sido os mais estudados (BRIGGS et al., 1920; RADFORD, 1967; BLACKMAN, 1968; CLAWSON, 1983; VIEIRA et al., 1990) apud Silva et al. (2000).

O estudo do crescimento das plantas é importante porque, enquanto o acúmulo líquido de fitomassa mostra somente o resultado do balanço entre os processos de crescimento e senescência (HODGSON, 1990) e a composição morfológica o efeito da partição de fotoassimilados, a análise de crescimento mostra o resultado de processos fisiológicos que envolvem os efeitos de vários outros processos (fotossíntese, respiração, alocação de fotoassimilados etc.) a partir da estimativa de índices fisiológicos que indicam diferenças de potencial de crescimento entre plantas, épocas do ano e práticas de manejo (GOMIDE, 1997).

Radford (1967) propôs um método clássico para a análise de crescimento envolvendo uma descrição matemática que se baseia na variação na fitomassa seca e de área foliar em função do tempo. Segundo esse autor, as variáveis que descrevem a análise de crescimento são: taxa de crescimento da cultura (TCC), definida como o aumento em fitomassa seca por unidade de área por unidade de tempo, que corresponde a um indicador de produtividade; taxa de crescimento relativo (TCR), definida como o aumento na fitomassa seca por unidade de fitomassa seca presente, que corresponde a um indicador de eficiência de conversão da massa existente e que

possui dois componentes principais, a taxa de assimilação líquida (TAL) e a razão de área foliar (RAF). A TAL é definida como o aumento de fitomassa seca por unidade de material assimilatório (área foliar) por unidade de tempo, e reflete a eficiência do aparato fotossintético. Já a razão de área foliar (RAF) representa a área foliar útil para crescimento e fotossíntese, sendo considerado um componente morfofisiológico, pois corresponde à razão entre a área foliar (responsável pela captação de energia luminosa e CO_2) e a massa total da cultura e reflete, de certo modo, a partição dos carboidratos assimilados. A RAF, por sua vez, pode ser desmembrada em dois componentes: a área foliar específica (AFE), que relaciona a superfície com a massa seca de folhas; e a razão de peso foliar (RPF), que é a razão entre a massa seca de folhas e a massa seca total. Essas variáveis utilizadas na análise de crescimento variam com as condições ambientais, com as características genéticas de cada planta e com as práticas de manejo empregadas.

Giacomini (2007), em experimento com capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo, fez algumas inferências sobre as variáveis avaliadas no estudo de crescimento. Dentre elas, a autora demonstrou que entre a TAL e o IAF (índice de área foliar), a TAL foi mais importante 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 aperfeiçoar o aproveitamento da luz incidente pelas plantas. A autora comentou também que a RAF propicia ajustes fisiológicos e morfológicos na planta, existindo correlação positiva entre RAF e AFE, sendo um indicativo do acúmulo de MS nas folhas como forma de compensar reduções em TAL.

Portanto, a análise de crescimento é o meio mais acessível e preciso para avaliar o crescimento e inferir sobre a contribuição de diferentes processos fisiológicos para as respostas das culturas. Ela permite avaliar o crescimento da planta e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total. A partir dos dados de crescimento pode-se estimar de forma bastante precisa, as causas de variação em padrões de crescimento de plantas geneticamente diferentes ou crescendo em ambientes diferentes, ou ainda sob manejos diferentes. Do ponto de vista agrônomo, a análise de crescimento serve para conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie, favorecendo a seleção de materiais superiores dentro de um programa de melhoramento genético (BENINCASA, 2003).

O trabalho aqui desenvolvido objetivou analisar a produtividade de três cultivares de gramíneas forrageiras sob três estratégias de colheita, utilizando as premissas básicas da análise de crescimento proposta por Radford (1967).

4.2 Material e métodos

As informações referentes à caracterização da área de estudo e aos tratamentos foram descritas no item 3.2.1 deste trabalho.

4.2.1 Estimativa das variáveis na análise de crescimento

Durante o experimento quatro períodos de crescimento coincidiram (Tabela 3), correspondendo aos intervalos de rebrotação onde todas as parcelas foram colhidas na mesma data (30/06/2009, 21/09/2009, 15/12/2009 e 10/03/2010). Esses intervalos de rebrotação foram utilizados para a análise de crescimento, representando quatro épocas distintas (primavera, verão, outono e inverno), porém, para o cálculo destas respostas convencionou-se que as estações climáticas de primavera e verão (15/12/2009 e 10/03/2009) configurariam o “verão agrostológico” e o outono e inverno (30/06/2009 e 21/09/2009) o “inverno agrostológico”.

As amostragens para o estudo de análise de crescimento foram realizadas após a colheita da forragem acumulada a 7 cm de altura, colhendo a forragem do resíduo dentro de molduras de 0,10 m² ao nível do solo. Essas amostragens foram feitas imediatamente após o corte de produção, imediatamente antes do corte seguinte, e no ponto médio do período de rebrotação. Em cada ocasião de amostragem, duas molduras foram cortadas por parcela (Figura 27), de modo que esses cortes não comprometessem a área útil de 3 m². Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a -5°C para posterior processamento de separação dos componentes morfológicos.

Figura 27 – Visão de parcela experimental após coleta de amostras para análise de crescimento

As amostras foram sub-amostradas e as sub-amostras foram separadas nos seus componentes morfológicos: lâminas, colmos+bainhas e material morto. A fração folha foi sub-amostrada e a sub-amostra (30 folhas) foi escaneada em um integrador de área foliar modelo LI-3100 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA) para cálculo do IAF. Posteriormente, cada componente foi seco em estufa de ar forçado a 65°C, por 72 h e pesado. O valor de peso específico dessa fração ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) foi usado para calcular o IAF da parcela naquela data. Os valores de MF média em pré e pós-corte e IAF foram utilizados para a análise de crescimento, obtendo-se a massa seca média de folhas (MSF) e de colmos (MSC), sendo os dados de MSF e MSC correspondentes ao $\frac{1}{4}$ da amostra. Com esses dados foi possível calcular a área total de folhas e o índice de área foliar (IAF) correspondente (cm^2 de folha por cm^2 de solo).

As variáveis: taxa de crescimento da cultura (TCC; $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$), taxa de crescimento relativo (TCR; $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$), taxa de assimilação líquida (TAL; $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) e razão de área foliar (RAF; $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$) foram calculadas a partir dos valores de MST e IAF, conforme RADFORD (1967), e a razão de peso foliar (RPF; g g^{-1}) segundo BENINCASA (2003). As fórmulas utilizadas para o cálculo das variáveis da análise de crescimento (TCC, TCR, TAL, RAF e RPF) foram:

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

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

$$TAL = [(P_2 - P_1) / (IAF_2 - IAF_1)] * [(\log IAF_2 - \log IAF_1) / (t_2 - t_1)]$$

$$RAF = \frac{1}{2} [(IAF_1 / P_1) + (IAF_2 / P_2)]$$

$$RPF = MSF / MST$$

Onde: P_1 e P_2 são os valores de massa seca total colhida (MST) nos tempos t_1 (pós-corte anterior) e t_2 (pré-corte atual), respectivamente; IAF_1 e IAF_2 são os valores de índice de área foliar nos tempos t_1 e t_2 , respectivamente; MSF é a massa seca de folhas. Em função dos intervalos variáveis de corte para cada tratamento, consequência da forma como os tratamentos foram definidos, os dados foram agrupados em épocas do ano dentre as quais o comportamento das variáveis estudadas é relativamente uniforme, mas que, entre si, representam mudanças potencialmente importantes em padrão de resposta ao longo do período experimental.

4.3 Análise dos dados

O experimento foi dividido em duas épocas distintas, com isso, a análise dos dados foi realizada utilizando-se uma análise de variância simples para cada época, utilizando o PROC MIXED do pacote estatístico SAS®, versão 9.2 para Windows®, (SAS INSTITUTE, 2008). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIF”), realizando-se as comparações de médias pelo teste de Tukey-Kramer ao nível de 5% de probabilidade.

4.4 Resultados

4.4.1 Taxa de crescimento da cultura

A taxa de crescimento da cultura (TCC) sofreu efeito apenas da frequência de corte no verão ($P < 0,0001$) e no inverno ($P < 0,0001$). A frequência de 42 dias resultou em maior taxa de crescimento da cultura no verão (Figura 24). No inverno, a taxa de crescimento da cultura foi maior nas frequências de 14 e 28 dias de colheita (Figura 25).

Figura 24 – Taxa de crescimento da cultura de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

Figura 25 – Taxa de crescimento da cultura de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

4.4.2 Taxa de crescimento relativo

A taxa de crescimento relativo (TCR) sofreu efeito apenas da frequência de corte no verão ($P < 0,0001$) e no inverno ($P < 0,0001$). No verão, a frequência de 42 dias de corte apresentou maior taxa de crescimento relativo (Figura 26). No inverno, as frequências de 14 e 28 resultaram em maior taxa de crescimento relativo (Figura 27).

Figura 26 – Taxa de crescimento relativo de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

Figura 27 – Taxa de crescimento relativo de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

4.4.3 Taxa de assimilação líquida

A taxa de assimilação líquida (TAL) sofreu efeito apenas do cultivar ($P = 0,0220$) no verão, com superioridade para o Vaquero (Figura 28). No inverno, a taxa de assimilação líquida não foi afetada por nenhuma das causas de variação, apresentando a média de $31,62 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ entre frequências e cultivares.

Figura 28 – Taxa de assimilação líquida de três capins do gênero *Cynodon* no verão

4.4.4 Razão de área foliar

A razão de área foliar (RAF) sofreu efeito apenas de frequência no verão ($P = 0,0075$). Devido ao fato de que na frequência de 42 dias de colheita não havia área foliar residual, o IAF inicial (IAF_I) foi nulo e, assim sendo, não foi possível efetuar o cálculo de RAF. Por isso, apenas estão sendo apresentados os resultados das frequências 14 e 28 dias para esta variável (Figura 29). No inverno, a razão de área foliar não sofreu efeito das causas de variação com média de $0,22 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ entre as frequências e cultivares. No verão, a frequência de 28 dias de corte resultou em maior razão de área foliar.

Figura 29 – Razão de área foliar de capins do gênero *Cynodon* sob duas frequências de corte no verão

4.4.5 Razão de peso foliar

A razão de peso foliar (RPF) sofreu efeito da frequência de corte no verão ($P = 0,0006$) e no inverno ($P = 0,0251$). No verão, a frequência de 28 dias de corte resultou em maior razão de peso foliar (Figura 30). No inverno, a frequência de 28 dias de corte resultou em razão de peso foliar superior à de 14 dias, mas semelhante à de 42 dias de colheita (Figura 31).

Figura 30 – Razão de peso foliar de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no verão

Figura 31 – Razão de peso foliar de capins do gênero *Cynodon* sob três frequências de corte no inverno

4.5 Discussão

A frequência de 42 dias de rebrotação (Figura 24) apresentou maior TCC no verão por apresentar maior variação na proporção dos componentes morfológicos, principalmente a proporção colmo ao longo do experimento, influenciando na dinâmica dos processos fisiológicos

das plantas e refletindo em um maior acúmulo de massa para essa frequência de colheita. No inverno (Figura 25) a TCC reduziu da frequência de 14 dias de rebrotação para a frequência de 42 dias de rebrotação, sendo a estrutura residual para cada frequência o motivo para essa situação, uma vez que as parcelas a cada 14 dias de colheita apresentavam folhas e colmos após o corte diferentemente das parcelas cortadas a cada 42 dias que apresentavam apenas colmos. Essa redução da TCC no inverno ocorreu para os três cultivares estudados. Limão (2010), trabalhando com capim mulato (*Brachiaria brizantha*), avaliando duas alturas pós-pastejo (15 e 20 cm) e dois intervalos de pastejo de forma a atingir 95 e 100% de IL, em várias épocas do ano, reportou resultados de TCC com maior renovação de perfilhos e, conseqüentemente, maior presença de tecidos jovens mais eficientes fotossinteticamente no verão 1 no tratamento 100/20 e no verão 2 no tratamento 95/15. A TCR no verão (Figura 26) reduz com o avanço do processo de rebrotação, porque com o tempo, o acúmulo líquido de forragem tende a diminuir. A planta chega a um momento em que não tem mais crescimento acentuado quando começa a senescência de folhas e aumento da proporção de material morto na base do dossel. Gomide (1996) trabalhou com cinco cultivares do gênero *Cynodon*, (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst cv Tifton 68, *Cynodon spp.* cv Tifton 85, *Cynodon dactylon* cv Florakirk, *Cynodron nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv Florico e *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv Florona) em onze idades de crescimento (14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 e 84 dias) para estudo das características fisiológicas, e cinco idades (14, 28, 42, 56 e 70 dias). O autor registrou maiores valores de TCR nos períodos de 21 a 28 ($0,084 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e 28 a 35 dias ($0,026 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Oliveira et al. (2000) mediram redução da TCR no capim Tifton 85 de 0,12 a $0,026 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, dos 14 aos 70 dias, com queda mais acentuada até a idade de 35 dias. No presente estudo, as frequências de 14 dias de rebrotação ($0,18 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e 28 dias de rebrotação ($0,21 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) resultaram em maior taxa de crescimento relativo no inverno (Figura 27). Os valores de TCR encontram-se dentro do intervalo de 0,02 a $0,5 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ relatado por Beadle (1993) para a maioria das espécies de plantas C_4 sob diversas condições de ambiente. Conforme os resultados, a taxa de assimilação líquida (TAL) sofreu efeito apenas do cultivar ($P = 0,0220$) no verão, com superioridade para o cultivar Vaquero ($24,7 \text{ g m}^2 \text{ dia}^{-1}$). Para os cultivares Jiggs e Tifton 85 a TAL foi de $12,5 \text{ g m}^2 \text{ dia}^{-1}$ e $12,8 \text{ g m}^2 \text{ dia}^{-1}$, respectivamente. (Figura 28). Essa diferença provavelmente está associada com o aumento e tamanho de folhas, pois esse cultivar apresentou folhas pequenas e finas, grande quantidade de folhas por área, dossel mais baixo e, por isso, um pequeno auto-sombreamento de

folhas nas frequências de 28 e 42 dias de rebrotação, permitindo assim melhor eficiência do uso da luz incidente. No inverno, a taxa de assimilação líquida não foi afetada por nenhuma das causas de variação, apresentando a média de $31,62 \text{ g m}^2 \text{ dia}^{-1}$ entre frequências e cultivares. Bernardes (1987) ressaltou que a TAL não é determinada somente pela taxa fotossintética, mas também pela dimensão da área foliar, duração do período vegetativo, arquitetura do dossel, translocação e partição de assimilados. A taxa fotossintética da cultura não é necessariamente uma função direta de sua área foliar, visto a contribuição desigual de folhas de diversas idades e os atributos morfológicos, como ângulo de disposição de folhas, que interferem na interceptação luminosa. Desse modo, duas plantas com a mesma área de folhas podem interceptar mais ou menos luz, variando sua TAL, em função do ângulo de inserção das folhas (SANTOS Jr. et al., 2004). A TAL e a RAF, no inverno, apresentaram médias de $31,6 \text{ g m}^2 \text{ dia}^{-1}$ e $0,22 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ para todas as combinações frequência x cultivar. A diversidade genética entre plantas, condições climáticas (temperatura, umidade, luz) e o estágio de desenvolvimento das plantas, podem ter sido as possíveis causas de não existir diferenças entre frequência e cultivar para esta estação. No presente experimento, a TAL e a RAF para a frequência de 42 dias de colheita não foram calculadas porque as parcelas, logo após a colheita, não apresentavam área foliar no resíduo e, para o cálculo dessas variáveis, é necessário IAF_1 e IAF_2 nos tempos t_1 e t_2 , respectivamente. A RAF no verão (Figura 29) reflete o acréscimo na produção de folhas entre as frequências de 14 e 28 dias de colheita, o que representa maior capacidade fotossintética da planta, pois nesse estágio de crescimento vegetativo há um maior aporte de assimilados para a produção de folhas, a fim de aumentar a captura da luz incidente e promover rápido crescimento. Oliveira et al. (2000), estudando o cultivar Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrotação concluíram que a partir de 35 dias de rebrotação os valores de RAF começam a apresentar uma baixa de valores, pois a partir dessa data ocorre maior alocação de assimilados para o desenvolvimento de colmo, raízes e partes reprodutivas, em detrimento da produção de folhas, durante a fase linear de crescimento. Andrade et al. (2005), afirmaram que normalmente, a RAF é reduzida com o avanço da idade da planta devido a queda na relação fonte/dreno. Os autores afirmam ainda que essa queda nos valores de RAF com a maturidade da planta está relacionada com variações na razão de peso foliar (RPF) e área foliar específica (AFE). Redução na RAF durante o desenvolvimento reflete maior alocação de assimilados para o desenvolvimento de colmos, raízes e partes reprodutivas, em detrimento da produção de folhas durante a fase linear de crescimento. Oliveira

et al. (2000) observaram redução na RPF e na RAF em capim-bermuda “Tifton 85” (*Cynodon spp.*) com a idade de rebrotação, estimando-se valores entre 0,59 e 0,27 g/g, no período de 14 e 70 dias de rebrotação. No presente estudo, a partição de assimilados das raízes para a parte aérea entre as frequências de 14 e 28 dias de rebrotação pode estar relacionado ao crescimento da planta por meio da captura de luz incidente. No verão, a frequência de 28 dias de rebrotação resultou em maior razão de peso foliar (Figura 30). No inverno, a frequência de 28 dias de rebrotação resultou em razão de peso foliar superior à frequência de 14 dias, mas semelhante à de 42 dias (Figura 31). Da mesma forma que ocorre um aumento da RAF entre as frequências de 14 e 28 dias de rebrotação no verão, a RPF também aumenta entre essas duas frequências. Na frequência de 42 dias de rebrotação no verão, a RPF decresce, sendo a provável causa desse decréscimo a maior alocação de assimilados para o colmo e partes reprodutivas da planta, em detrimento da produção de folhas, durante a fase linear de crescimento.

Segundo Gomide (1997), enquanto a variação na RPF tem efeito direto na produção de massa seca, a variação na AFE contribui indiretamente, via interceptação de luz, para o crescimento da planta. Rodrigues et al. (2006) relataram, em *Cynodon*, valores médios de RPF em onze idades da planta, com melhor desempenho entre 28 e 35 dias, respectivamente. As respostas medidas por esses autores mostraram valores significativos crescentes até atingir o máximo aos 35 dias ($0,1118 \text{ g g}^{-1}$), seguido de diminuição até os 56 dias ($0,0764 \text{ g g}^{-1}$), atribuindo esses dados ao fato da RPF ser influenciada de forma marcante pelos fatores ambientais, como intensidade de radiação. Assim, pode-se concluir que a relação entre essas variáveis não é tão simples, podendo apresentar diferentes padrões em função de fatores genéticos e/ou ambientais. A TCR, a TAL e a RAF podem ter seus valores máximos tanto em uma mesma época, como encontrado por Gomide e Gomide (1996), como em épocas distintas (COSTA; PAULINO, 1998). Ainda segundo Gomide (1996), cultivares de uma mesma espécie podem apresentar respostas diferenciadas com relação aos índices de crescimento. Nem sempre é possível detectar causas de diferenças de produção pela análise de crescimento, tornando-se necessário medir outros atributos, porém a análise de crescimento ainda é um meio acessível e preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre os padrões de crescimento vegetal (BENINCASA, 2003).

4.6 Conclusões

Com base na análise de crescimento os três capins cortados a cada 28 dias de rebrotação garantiram melhor produção quando o objetivo é produzir massa de forragem com uma proporção maior de folhas.

Referências

- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; LOPES, R.S.; NASCIMENTO Jr., D.; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; PEREIRA, D.H.; REIS, S.T. Análise de crescimento do Capim-elefante adubado e irrigado. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 415-423, 2005.
- BEADLE, D.L. Growth analysis. In: HAL, 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, 2003. 41 p.
- BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Potafos, 1987. p. 13-48.
- BLACKMAN, G.E. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. In: ECKARDT, F.E. (Ed.). **Functioning on terrestrial ecosystems at the primary production level**. Paris: UNESCO, 1968. p. 243-259.
- BRIGGS, G.E.; KIDD, F.A.; WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 7, p. 202-223, 1920.
- CLAWSON, K.L. **Physiological and agronomic responses of divers pubescent soybean isolines to drought stress**. 1983. 312 p. Thesis (PhD) - University of Nebraska, Lincoln, 1983.
- COSTA, N.L.; PAULINO, V.T. Produção de forragem e composição mineral de *Paspalum atratum* BRA-9610 em diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 336-338.
- GIACOMINI, A.A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2007. 175 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- GOMIDE, C.A.M. **Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* (Jacq.)**. 1997. 53 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 403-405.

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 “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1996.

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

LIMÃO, V.A. **Padrões de crescimento de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo**. 2010. 61p. Dissertação (Mestrado Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; 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, n. 6, p. 1930-1938, 2000.

RADFORD, P.J. Growth analysis formulae – their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.

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

SANTOS Jr., J.D.G.; MONTEIRO, F.A.; LAVRES Jr., J. Análise de crescimento do capim-Marandu submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1985-1991, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS Systems for windows: version 9.2**. Cary, 2008.

SILVA, L.C.; BELTRÃO, N.E.M.; AMRORIM NETO, M.S. **Análise do crescimento de comunidades vegetais**. Campina Grande: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2000. (Circular Técnica, 34). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/271624/cirtec34.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2010.