

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

Desempenho produtivo, análise de crescimento e características estruturais do dossel de dois capins do gênero *Cynodon* sob duas estratégias de pastejo intermitente

Murilo Saraiva Guimarães

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

**Piracicaba
2012**

Murilo Saraiva Guimarães
Engenheiro Agrônomo

**Desempenho produtivo, análise de crescimento e características estruturais
do dossel de dois capins do gênero *Cynodon* sob duas estratégias de
pastejo intermitente**

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

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

**Piracicaba
2012**

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

Guimarães, Murilo Saraiva

Desempenho produtivo, análise de crescimento e características estruturais do dossel de dois capins do gênero *Cynodon* sob duas estratégias de pastejo intermitente / Murilo Saraiva Guimarães. - - Piracicaba, 2012.

81 p. : il.

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

1. Capim Jiggs 2. Capim Tifton 3. Desfolha 4. Dossel 5. Gramíneas forrageiras - Crescimento 6. Pastagens - Manejo 7. Pastejo I. Título

CDD 636.08422
G963d

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

DEDICATÓRIA

Dedico,

Primeiramente aos meus avôs Maria (*in memoriam*) e Francisco (*in memoriam*), Alvanira (*in memoriam*) e João, pelos exemplos de vida, perseverança, respeito e amor, que sempre nortearam minha vida. Em especial ao meu avô João por ter despertado em mim o amor pela pecuária ao me deixar acompanhá-lo desde criança na lida com o gado.

Aos meus pais, Nilton e Eva, pela dedicação e amor, e acima de tudo como recompensa pela luta de toda uma minha vida para dar aos filhos o bem inestimável da educação.

Aos meus irmãos Aurélio e Lívia, de quem sinto muito orgulho, em ver crescerem para o mundo.

À minha grande companheira em todos os momentos, minha amiga, namorada, noiva e esposa Ana Carolina, pelo amor incondicional dedicados à mim durante todos esses anos juntos.

DEDICO A TODOS COM TODO O MEU AMOR,

MUITO OBRIGADO!

AGRADECIMENTOS

À ESALQ/USP pelos melhores anos da minha vida e por toda a ajuda necessária para que eu conseguisse completar a minha graduação, e Mestrado.

Ao Prof. Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira por ter sido meu orientador e amigo desde minha graduação, quando fui estagiário e aprendi muito com minhas iniciações científicas, obrigado pela sua dedicação e confiança em meu trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo suporte financeiro à pesquisa com a bolsa de Mestrado a mim concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo suporte financeiro à pesquisa com a bolsa de Mestrado a mim concedida no início do meu mestrado.

Aos amigos da Casa do Estudante Universitário - CEU, Daniele (Bananiña), Michele (Mirta), José Eduardo (Dendê), Manoel (Dalá), Carla (Pa-k-rãba), Gustavo (Salsa), Carlos (Corajoso), Daiane (Fast-food) Helder (Dotado), Rodrigo (Kantina) entre outros pelo convívio durante a graduação com companheirismo e alegria nos bons e maus momentos. Aos demais amigos de graduação Felipe (Lorota) e Gabriela (Acetona).

Aos amigos do Grupo de Pesquisa em Pastagens – GP²: Bruno, Felipe, Márcio, Davi, Jorge, Aliedson, Diego, Marcos, Débora, Valdson, Ana Flávia, Damião, Aurélio (D´K), Gislene (Aluá) e Marcel (Mavi), Vitor (Bokiña), César (Menóti), Lucas (Picilídio), Vinícius (Taiada), Paulo (Bidê), Liliane (Kraxá), Mariana (Mafalda), Ana Carolina (Ronk), Flávio (Nenê).

Aos demais amigos do Laboratório de Plantas Forrageiras: Adenilson, Lilian, Vitor, Salim, Tiago, Eliana, Stéphanie, Cleunice, Ana Paula, Esteban, Renan.

Aos alunos de Iniciação Científica Lucas Geraldini Zambone e Vinícius Giglio que além do auxílio durante os trabalhos de campo, me permitiram aprender muito tentando ensinar durante as discussões sobre os resultados do experimento.

A todos os Professores do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP que engrandeceram a minha formação acadêmica e profissional desde a graduação.

Ao Prof. Dr. Flávio Augusto Portela Santos, ao Dr. Marco Antônio Penatti e aos estagiários do grupo CPZ pelo auxílio no empréstimo de animais para a execução deste experimento.

À minha noiva Ana Carolina pela ajuda durante a redação desta dissertação.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Gramíneas do gênero <i>Cynodon</i> e sua importância para a pecuária	15
2.3 Características estruturais do dossel e a produtividade dos estandes de plantas.....	17
2.4 Análise de crescimento no estudo da produtividade das culturas	19
2.4.1 Análise de Crescimento em estudos com capins do gênero <i>Cynodon</i>	22
Referências	23
3 DESEMPENHO PRODUTIVO E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO DOSSEL DE DOIS CAPINS DO GÊNERO <i>Cynodon</i> SOB DUAS ESTRATÉGIAS DE PASTEJO INTERMITENTE.....	29
Resumo	29
Abstract	30
3.1 Introdução	31
3.2 Material e Métodos.....	33
3.3 Resultados	39
3.3.1 Acúmulo total de forragem e taxa de acúmulo de forragem	39
3.3.2 Altura	40
3.3.3 Interceptação luminosa (IL), índice de área foliar (IAF) e ângulos foliares.....	40
3.3.4 Composição morfológica	43
3.3.4.1 Proporção de Folhas	43
3.3.4.3 Material Morto	45
3.3.4.4 Distribuição dos componentes morfológicos	46
3.3.4.6 Relação folha:colmo	47
3.3.4.6 Relação altura x interceptação luminosa.....	49
3.4 Conclusões.....	54
Referências	55
4 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE DOIS CAPINS DO GÊNERO <i>Cynodon</i> SOB DUAS ESTRATÉGIAS DE PASTEJO INTERMITENTE.....	59

Resumo	59
Abstract.....	60
4.1 Introdução.....	60
4.2 Material e Métodos	62
4.3 Resultados e discussão	66
4.3.1 Resultados.....	66
4.3.1.1 Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)	66
4.3.1.2 Taxa de Crescimento Relativo (TCR)	67
4.3.1.3 Razão de Área Foliar (RAF)	67
4.3.1.4 Área Foliar Específica (AFE)	67
4.3.1.5 Taxa de Assimilação Líquida (TAL)	67
4.3.1.6 Razão de Peso Foliar (RPF).....	68
4.3.2 Discussão	69
4.4 Conclusões	72
Referências.....	73
5 CONCLUSÕES GERAIS	75
APÊNDICE	77

RESUMO

Desempenho produtivo, análise de crescimento e características estruturais do dossel de dois capins do gênero *Cynodon* sob duas estratégias de pastejo intermitente

A pecuária representa um dos setores mais importantes da economia brasileira, com grande participação na geração de divisas para o país, tendo nas pastagens a sua base alimentar, o que a torna altamente competitiva globalmente. Novos materiais forrageiros são constantemente lançados no mercado, o que gera a necessidade de estudos que identifiquem práticas adequadas para seu manejo. Na tentativa de conhecer novos materiais do gênero *Cynodon* e seu manejo mais adequado, que atenda às necessidades dos pecuaristas, foi conduzido um experimento em Piracicaba – SP com a finalidade de estudar as respostas de dois cultivares, Tifton 85 e Jiggs, sob desfolhação intermitente em duas estratégias de pastejo. O objetivo do presente estudo foi descrever as características estruturais e o desempenho agrônômico dos dois capins sob dois regimes distintos de pastejo impostos por técnicas contrastantes de desfolhação baseadas no pastejo rotativo, mas diferindo no referencial para estabelecimento do momento de interrupção do período de descanso. Uma de descanso fixo (28 dias) e outra variável (sempre que a altura média do dossel chegava a 25 cm), sob delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2 x 2) que definiu quatro tratamentos, e três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (parcelas), cada uma medindo 12,5 por 9,5 m em um Nitossolo Vermelho eutrófico com horizonte A moderado e de textura argilosa a muito argilosa. O período experimental teve duração de 180 dias de 28 de outubro de 2010 até 26 de abril de 2011. O Tifton 85 e o Jiggs revelaram características produtivas muito próximas, não diferindo no acúmulo total de forragem, que foi de 16,8 Mg ha⁻¹ na média. Dosséis do capim Jiggs apresentaram em média o mesmo nível de interceptação luminosa pré-pastejo que os de Tifton 85, mas com demais características estruturais diferentes, como por exemplo, menor relação folha:colmo devido à maior quantidade de colmos com mesma quantidade de folhas, maior altura de dossel (nos pastos manejados com dias fixos de descanso) e menor IAF. O capim Jiggs apresentou maior proporção de material verde. As variáveis da análise de crescimento não sofreram efeito de cultivar ou estratégia. O cultivar Jiggs apresentou resultados bastante satisfatórios se igualando em desempenho ao Tifton 85. O uso de descanso fixo se mostrou eficiente como técnica de manejo, para as condições impostas neste estudo, levando em consideração parâmetros de produção e estrutura do dossel, além das variáveis relacionadas ao crescimento das plantas. Mais estudos, que descrevam as características qualitativas desses materiais sob essas estratégias, bem como o potencial de consumo voluntário e de produção animal em pastejo, são necessários para que recomendações possam ser elaboradas para o setor produtivo.

Palavras-chave: Tifton 85; Jiggs; Manejo de pastagem; Estratégias de desfolhação

ABSTRACT

Agronomic performance, growth analysis, and sward structural characteristics of two *Cynodon* cultivars under two strategies intermittent grazing

The livestock industry is one of the most important sectors of the Brazilian economy, with strong participation in the generation of income for the country. Having pastures as its backbone, makes it highly competitive globally. New forages are constantly introduced into the market, and this generates the need for studies to identify appropriate management practices. In order to know more about new *Cynodon* materials and to establish their proper management an experiment was conducted in Piracicaba - SP in order to study the responses of two cultivars, Tifton 85 and Jiggs, to grazing management. The objective of this study was to describe the structural characteristics and agronomic performance of those two grasses under two grazing regimes imposed by contrasting defoliation techniques based on intermittent grazing, but differing in the time frame for the establishment of the interruption of a rest period. A fixed (28 days) and a variable (whenever canopy height reached 25 cm) rest periods were tested under a completely randomized design in a factorial arrangement (2 x 2) which defined four treatments with three replications, totaling 12 experimental units, each measuring 12.5 by 9.5 m. The experimental period lasted 180 days from October 28, 2010 to April 26, 2011. Tifton 85 and Jiggs had very similar productive characteristics, with no difference in total seasonal forage accumulation (16.8 Mg ha⁻¹ on average). Jiggs grass canopies showed on average the same level of pre-graze light interception of those of Tifton 85, but with different structural characteristics, such as lower leaf:stem ratio, due to the greater amount of stems with the same amount of leaves, greater canopy height when managed with fixed days of rest, and lower LAI. Jiggs forage had a higher proportion of green material. Growth analysis variables measured under grazing were not affected by grass or management. Jiggs performed well, similar to the proven Tifton 85. Under the conditions of this study, the use of fixed rest proved effective as a management technique, based on forage production and canopy structure, in addition to variables related to plant growth. More research is needed describing the qualitative characteristics of these materials under these grazing strategies, as well as the potential intake and animal responses, so that recommendations can be developed for producers.

Keywords: Tifton 85; Jiggs; Pasture management; Strategies defoliation

1 INTRODUÇÃO

A pecuária é um dos setores mais importantes para a economia brasileira, com grande participação na geração de divisas para o país (ZIMMER; SILVA; MAURO, 2002). Segundo Tonato (2003) nos últimos anos, essa atividade econômica tem experimentado um processo de evolução, abandonando o perfil amador de caráter extrativista com ganhos puramente especulativos, e adotando um perfil profissional, de enfoque empresarial. Esse novo conceito de atividade agropecuária vem transformando algumas fazendas em empresas, e criando novas demandas por geração e gerenciamento da informação, com ferramentas que possibilitem o planejamento das atividades no campo.

Nos sistemas de produção animal, o planejamento e as decisões ligadas à alimentação são fundamentais, pois os alimentos se configuram no insumo de maior demanda, perfazendo grande parte dos custos de produção, o que traz implicações diretas no sucesso da atividade. Para a pecuária brasileira as pastagens são o principal suprimento alimentar, compondo a maior parte da dieta dos animais do rebanho (BÜRGI; PAGOTO, 2002). Fatores como baixo custo, aptidão produtiva, e fácil cultivo, tornam os pastos a base de nossa exploração pecuária (SILVA; SBRISSIA, 2000), e fazem com que 101,4 milhões de hectares de nossas áreas agricultáveis sejam ocupadas por pastagens plantadas (IBGE, 2006) as quais, em função da grande extensão territorial que ocupam, estão sujeitas a diversas condições de clima e ambiente (PINHEIRO; COELHO; LOURENÇO, 2002). Um dos gêneros de gramíneas presentes nas novas áreas com pastagens cultivadas é o dos capins *Cynodon*. Fagundes (1999) relatou que em anos recentes, os capins do gênero *Cynodon* despertaram grande interesse e ganharam popularidade devido à sua alta produção de forragem (20 a 25 t MS ha⁻¹ ano⁻¹) e de bom valor nutritivo (11 a 13% de proteína bruta e 58 a 65% de digestibilidade) (PEDREIRA, 1996).

Segundo Vilela e Alvim (1998) até o final da década de 1990 os capins gênero *Cynodon* tinham pouca representatividade em relação às áreas com os gêneros *Panicum* e *Brachiaria*. Além disso, as informações sobre *Cynodon* no Brasil eram escassas e estavam mais relacionadas com a cultivar Coastcross. Atualmente, as informações sobre como usar os capins *Cynodon* têm aumentado, embora as informações sobre áreas plantadas ainda sejam escassas e insuficientes devido à multiplicação ser feita vegetativamente e a falta de controle na distribuição de mudas

torna difícil o conhecimento de qual é a área real plantada no Brasil hoje com capins do gênero *Cynodon*.

Segundo Silva e Pedreira (1997) até o final dos anos 1990 eram poucos os trabalhos que gerassem informações suficientes para que o planejamento de estratégias de desfolhação eficientes pudessem ser elaborados visando máxima utilização do pasto, sustentabilidade e produtividade. Desde então estratégias de desfolhação que relacionam-se a parâmetros fisiológicos e fenológicos, com períodos de descanso variável tem ganhado destaque como recomendação no cenário nacional. No entanto a comparação desta estratégia de desfolhação com o uso das técnicas clássicas de períodos fixos de descanso raramente é feita.

Neste sentido, este trabalho foi conduzido com o objetivo de identificar e quantificar as diferenças nas características estruturais e o potencial do desempenho agrônomo dos capins Jiggs e Tifton 85 sob duas estratégias de manejo de pastejo distintos, mas que são representativos de práticas amplamente usadas ou recomendadas para as propriedades que usam o pastejo rotativo como método de pastejo, sendo uma delas o tempo de descanso fixo e a outra a altura de dossel como determinante do momento de início do pastejo (descanso variável).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gramíneas do gênero *Cynodon* e sua importância para a pecuária

O gênero *Cynodon* é composto por um amplo grupo de gramíneas de origem tropical e sub-tropical, em sua maioria originárias dos continentes africano e asiático, com centros de origem na porção leste da África Tropical (Quênia, Uganda e Tanzânia), África Ocidental (Angola) e sul da Ásia e ilhas do Pacífico Sul (HARLAN, 1970).

Este gênero apresenta grande capacidade de adaptação a diferentes ambientes, vegetando principalmente entre os paralelos 35°N a 35°S (PEDREIRA; NUSSIO; SILVA, 1998), sendo descrita como “uma invasora onipresente e cosmopolita” (KISSMAMM; GROTH, 1997). *Cynodon dactylon* (L.) Pers. com nome vulgar de grama-seda é, entre as espécies, a mais dinâmica e agressiva e tornou-se uma invasora de ambientes com distúrbios, tendo uma distribuição extraordinária não apenas na África, mas em todos os continentes, exceto na Antártica (HARLAN; WET, 1969; FAGUNDES, 1999).

As plantas 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 alimento conservado (HILL; Gates; Burton, 1993). Nas condições brasileiras estas espécies tem sido empregadas principalmente em explorações leiteiras e para a produção de forragem conservada e em menor escala em explorações de gado de corte (VILELA et al., 2002).

Capins do gênero *Cynodon* apresentam, em nossas condições, elevado potencial de produção por animal e por área (CORSI; MARTHA JR., 1998) e grande flexibilidade de manejo (NUSSIO; MANZANO; PEDREIRA, 1998), com elevada produção de forragem (superando as 20 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹), e possibilitando a conservação sob as mais diversas formas (CORSI; MARTHA JR., 1998). Silva et al. (1998) inferiram que a taxa de lotação em pastagens de *Cynodon* durante o período de inverno pode atingir 3 UA ha⁻¹, bem acima da média para o cenário atual brasileiro desde que conceitos referentes ao manejo adequado do pasto

relacionados com frequência e intensidade de desfolha, reposição de nutrientes (PEDREIRA; NUSSIO; SILVA, 1998), dentre outros, sejam praticados.

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 norte-americana (PEDREIRA; NUSSIO; SILVA, 1998). O lançamento do cultivar Coastal representou uma revolução na pecuária do sul dos EUA, pois evidenciou a viabilidade das gramíneas *Cynodon* como espécies forrageiras. A partir de então seguiram-se lançamentos de diversos outros cultivares advindos dos programas de melhoramento da Universidade da Geórgia e da Universidade da Flórida (TONATO, 2003).

Dentre os cultivares lançados pelos programas de melhoramento e que são hoje mais utilizados no Brasil está o Coastcross (*Cynodon* spp), um híbrido oriundo do cruzamento de Coastal com PI 255445 (um grama bermuda originária do Quênia), liberado como cultivar comercial em 1972 (BURTON, 1972). Pedreira e Mattos (1981) em pesquisa sobre o crescimento estacional de 25 espécies de gramíneas forrageiras relataram taxa de acúmulo de forragem máxima para o *Cynodon dactylon* cv. *Coastcross* de 84 kg MS ha⁻¹ dia, durante o mês de dezembro.

O capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) é uma introdução recente no Brasil, sendo um híbrido F₁ de Tifton 68 com PI 290884 (uma introdução sul-africana), lançado pela Universidade da Geórgia (EUA) em 1993 (BURTON; GATES; HILL, 1993). É tido como o melhor híbrido desenvolvido até o momento (HILL; GATES; BURTON; 1993; SOLLENBERGER et al., 1995). Configura-se em uma planta alta, com colmos grandes, folhas finas e de cor verde bastante escuro. (BURTON; GATES; HILL, 1993). Na classificação quanto à exigência em fertilidade química do solo, o Tifton 85 está no grupo das gramíneas forrageiras mais exigentes (WERNER et al., 1996), apresentando respostas positivas às adubações com nitrogênio (ALVIM et al., 1998, VILELA, ALVIM, 1998).

Outro cultivar do gênero *Cynodon* introduzido recentemente no Brasil é o capim Jiggs (*C. dactylon*). Esse capim é resultado de seleção por um produtor do leste do Texas, chamado J.C. Riggs (BADE, 2000). É um genótipo ainda pouco estudado, mas que já tem mostrado bom potencial produtivo quando comparado com outros cultivares, como pode ser observado em estudos como o feito por exemplo em estudo como em Dore (2006) e Carvalho (2011). É preciso ainda

conhecer suas características estruturais em estudos mais abrangentes para determinar as melhores técnicas de manejo.

2.3 Características estruturais do dossel e a produtividade dos estandes de plantas

Na década de 1950 foram propostas as bases de manejo de pastagem fundamentada em parâmetros fisiológicos difundidas inicialmente em países de clima temperado, com estudos realizados com azevém perene (*Lolium perenne* L.) como os de Brougham (1955, 1956, 1959, 1960) e Watson (1961). No entanto apenas no final da década de 1990 e início dos anos 2000 é que esse tema começou a ser explorado na pesquisa com espécies forrageiras no Brasil.

Em estudo com azevém e trevo branco (*Trifolium repens* L.) sob desfolhações sucessivas, Brougham (1955) descreveu a natureza da curva de rebrotação de estandes de plantas forrageiras, que apresenta três fases distintas. Na primeira fase, as taxas de acúmulo líquido de forragem aumentam exponencialmente com o tempo. Esta fase é altamente influenciada pelas reservas orgânicas da planta, disponibilidade de fatores de crescimento e área residual de folhas (BROUGHAM, 1957). A segunda fase apresenta taxas de acúmulo líquido máximas e constantes. Nessa fase, seria definido o IAF ótimo, onde as folhas basais estão sombreadas na exata extensão para que estejam no ponto de compensação luminosa (BROUGHAM; GLENDAY, 1967). Na terceira fase, inicia-se a queda das taxas de acúmulo líquido, causada pela redução na taxa de crescimento e pelo aumento na senescência de folhas, provocada pelo auto-sombreamento (HODGSON et al., 1981). A caracterização da arquitetura do dossel é, portanto, essencial para a compreensão dos processos relacionados com a interceptação luminosa e dela decorrentes, tais como, produtividade e evapotranspiração, entre outras (WELLES; NORMAN, 1991).

A arquitetura das plantas influencia a interceptação da luz e é importante na distribuição da luz no interior do dossel, condicionando o nível de radiação em que as folhas inseridas na porção basal ou mediana do estrato da vegetação formam seu aparato fotossintético e, conseqüentemente, seu nível de eficiência em utilização da energia luminosa e na produção de compostos orgânicos. 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. Portanto, a arquitetura do dossel vegetativo é determinante dos padrões de interceptação luminosa pelas plantas e, provavelmente, a característica mais importante que determina sua habilidade competitiva pela luz é a altura.

Pequenas diferenças em altura podem ter grandes efeitos na competição por luz, pois uma diferença mínima é suficiente para uma folha sobrepor-se à outra (LOOMIS; WILLIAMS, 1969). Ao longo do desenvolvimento de uma comunidade de plantas, com o aumento da área foliar e conseqüentemente da interceptação da luz pelo dossel, ocorre a sobreposição de folhas jovens às folhas velhas. A redução na quantidade de radiação que incide sobre as folhas mais velhas causa redução na sua capacidade fotossintética (ACOCK, 1991).

Warren e Wilson (1961) postulou que se uma considerável área de folhas encontra-se distribuída num estrato muito pequeno do dossel, ocorre a sobreposição devido à proximidade entre elas, resultando no auto-sombreamento. Se a distribuição dessa mesma área foliar ocorrer numa altura maior, ou entre folhas menores, a produção aumenta (LOOMIS; WILLIAMS, 1969).

A eficiência na utilização da radiação solar por parte do dossel é dependente de folhas com alta capacidade fotossintética, interceptação da radiação fotossinteticamente ativa incidente próxima do total, e distribuição favorável da luz interceptada entre as folhas dentro do dossel (BROUGHAM, 1958; BROWN; BLASER, 1968). As características ligadas à interceptação da radiação fotossinteticamente ativa incidente são dependentes de fatores estruturais como densidade foliar (área foliar por volume do dossel) e sua distribuição espacial, bem como do ângulo foliar (VERHAGEN; WILSON, BRITTEN, 1963).

De acordo com Carvalho et al. (2007), durante o processo de rebrotação, com o aumento no IAF ocorre aumento na interceptação luminosa e na eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa, o que causa a aceleração na taxa de crescimento em condições ambientais favoráveis até o ponto descrito por Rhodes (1973), que concluiu que a máxima taxa de crescimento absoluto (TCA, acúmulo de MS por unidade de área por unidade de tempo) era alcançada quando o IAF era tal que o dossel conseguia interceptar praticamente toda a energia luminosa incidente (IAF ótimo).

O IAF residual tem papel fundamental na rebrotação. Em casos de intervalos de desfolhações curtos, plantas com maior proporção do IAF na parte inferior do dossel apresentam maior IAF residual, o que assegura rápida rebrotação inicial após desfolhação, em decorrência da maior interceptação luminosa. Entretanto, se o período de rebrotação é longo, as plantas de crescimento mais alto e ereto, com maiores proporções do IAF nas regiões intermediária e superior do dossel, têm tempo suficiente para acumular um grande IAF e utilizam melhor a radiação incidente, tornando-se, portanto, mais produtivas (RHODES, 1973). À medida que o IAF aumenta, ocorre decréscimo na penetração de luz até o nível do solo durante o crescimento da cultura (BROWN, 1984).

Portanto, a distribuição dos componentes morfológicos, principalmente a proporção de folhas na massa de forragem e a arquitetura do dossel são responsáveis pelo potencial fotossintético e, conseqüentemente, produtivo da planta. Por isso é de grande importância o conhecimento das características estruturais e relações com a interceptação luminosas, para que se possa compreender (e manipular de forma racional) o efeito de intensidade e freqüência de pastejo no processo de rebrotação.

Segundo Fulkerson e Slack (1994), frequentemente, a determinação do período de descanso é arbitrária e feita de acordo com critérios cronológicos absolutos com base no calendário juliano, como número de dias de rebrotação. Entretanto, alguns autores argumentam que devido a variações nas taxas de acúmulo de forragem e estacionalidade de produção, esse critério não seria o mais recomendado. Fulkerson e Slack (1994) argumentaram que estratégias de manejo do pastejo que respeitem a fenologia e fisiologia de cada espécie forrageira podem promover aumentos na produtividade e longevidade dos pastos, portanto seria o critério mais adequado para o manejo.

2.4 Análise de crescimento no estudo da produtividade das culturas

A produtividade de um estande de plantas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processos importantes na restauração da área foliar após a desfolhação por corte ou pastejo. No entanto, a idade fisiológica em que as plantas são colhidas e as condições de ambiente às quais estão submetidas influenciam o seu crescimento e o valor nutritivo. Dessa forma, estudos sobre

análise de crescimento de plantas forrageiras ajudam a entender os efeitos das estratégias de manejo empregadas sob diversas condições de meio (OLIVEIRA et al., 2000).

Segundo Benincasa (2003) a análise de crescimento é uma ferramenta valiosa por facilitar a compreensão das adaptações morfofisiológicas das plantas às condições de meio e de manejo a que são submetidas. As adaptações morfofisiológicas definem os padrões de crescimento e de desenvolvimento das plantas de maneira simplificada permitindo que os mecanismos que interferem no processo de acúmulo de fitomassa possam ser compreendidos e interpretados (BEADLE, 1993).

O estudo sobre o crescimento das plantas é interessante porque, enquanto o acúmulo líquido mostra somente o resultado do balanço entre os processos de crescimento e senescência (HODGSON, 1990) e a composição morfológica mostra o efeito da partição de fotoassimilados, a análise de crescimento engloba vários processos (fotossíntese, respiração, alocação de fotoassimilados etc.). Além do acúmulo líquido que no caso da análise de crescimento pode ser considerado como sendo a taxa de crescimento absoluto, 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).

Em termos fisiológicos, crescimento é definido como o aumento em tamanho, volume e massa de um órgão no tempo (HUNT, 1990). O crescimento vegetal pode ser medido usando métodos destrutivos, em que se avalia o acúmulo de peso seco no tempo, ou por métodos não-destrutivos, em que se mede o aumento em altura, ou ainda o índice de área foliar por meio de instrumentação. Assim, os índices de crescimento podem ser calculados conhecendo-se o peso seco de toda a planta ou de suas partes (colmos, folhas e raízes) e a dimensão do aparato assimilatório (área foliar), durante um intervalo de tempo.

Radford (1967) uniu conceitos básicos estabelecidos por diversos autores como Blackman (1919), Gregory (1917), Heath e Gregory (1938), Watson (1952) e Williams (1946) sobre a análise de crescimento e propôs um método para a análise de crescimento envolvendo uma descrição matemática que se baseia na variação de massa seca (MS) e de área foliar em função do tempo, acompanhada de cálculo das estimativas instantâneas dos diferentes atributos da análise de crescimento.

As variáveis que descrevem a análise de crescimento segundo Radford (1967) são: taxa de crescimento da cultura (TCC) definida como o aumento em massa seca de planta por unidade de tempo (acúmulo de fitomassa), que corresponde a um indicador de produtividade; taxa de crescimento relativo (TCR), definida como o aumento de massa seca de planta por unidade de massa seca presente, corresponde a um indicador de eficiência de conversão da massa existente no pasto e que possui dois componentes principais, a taxa de assimilação líquida (TAL) e a razão de área foliar (RAF); TAL, definida como o aumento de peso seco da planta por unidade de material assimilatório (área foliar) por unidade de tempo, e reflete a eficiência do aparato fotossintético; (RAF) representa a área foliar útil para crescimento e fotossíntese, sendo considerada um componente morfofisiológico, pois corresponde à razão entre a área foliar (responsável pela captação de energia luminosa e CO₂) e a massa seca total da cultura, e reflete, de certo modo, a partição dos fotoassimilados.

A RAF pode ser desmembrada em dois componentes: a área foliar específica (AFE), que expressa a relação entre a superfície e 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 da cultura. Essas características utilizadas na análise de crescimento variam com as condições ambientais, com os atributos de cada genótipo forrageiro e com as práticas de manejo empregadas.

Benincasa (2003) fez adaptações à análise de crescimento proposta por Radford (1967), apresentando as derivações das equações propostas por Radford e acrescentando medidas como, por exemplo, área foliar específica (AFE) e razão de peso de folhas (RPF).

A análise de crescimento é uma técnica simples para avaliar o crescimento e inferir sobre a contribuição de diferentes processos fisiológicos para as respostas das plantas, pois permite quantificar o crescimento final da planta e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total. A partir das variáveis de análise de crescimento pode-se avaliar de forma bastante precisa o crescimento e inferir sobre a contribuição de diferentes processos fisiológicos para o resultado final do crescimento. Do ponto de vista agrônomo, a análise de crescimento serve para conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie (BENINCASA, 2003).

2.4.1 Análise de Crescimento em estudos com capins do gênero *Cynodon*

Oliveira et al. (2000) estudando o crescimento do capim-bermuda cv. Tifton 85 em diferentes idades de rebrota até 70 dias descreveram que a TCC, variou de forma quadrática com a idade de rebrota (dias) com $R^2 = 0,93$, estimando-se valor máximo aos 47 dias. Segundo os autores a TCC aumentou linearmente com o aumento no IAF, atingindo valor de $19,9 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, quando o IAF apresentou valor médio de 4,9 com 47 dias. A partir desta idade ocorreu redução na TCC que foi explicada pelos autores em função da queda no IAF, que atingiu valor máximo de 4,9 aos 47 dias. Desse modo, houve correlação positiva entre TCC e IAF ($r = 0,77$). No entanto a queda na TCC provavelmente também se deve ao auto-sombreamento ocorrido a partir do IAF crítico, ponto em que o dossel atingiu 95% IL. No entanto, Oliveira et al. (2000) observaram que a TAL decresceu de forma quadrática com o aumento no IAF, estimando-se valor de $40 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, quando o IAF atingiu valor máximo (4,9) apresentando correlação negativa com TCC ($r = - 0,29$), o que sugere que a TCC foi aparentemente mais influenciada pelas variações no IAF que na TAL.

Oliveira et al. (2000) reportaram ainda que a TCR caiu de forma exponencial, variando de 0,12 a $0,026 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, dos 14 aos 70 dias, apresentando queda mais acentuada até a idade de 35 dias. Isso ocorreu provavelmente porque o crescimento entra em segunda fase em que a taxa de crescimento absoluto se aproxima de ser constante ou tem aumentos muito pequenos, embora a massa total seja crescente, resultando em taxa de crescimento relativo menor a cada período subsequente. Gomide (1996), avaliando as características fisiológicas de cinco capins do gênero *Cynodon*, mediu maiores valores de TCR no intervalo de 21 a 28 ($0,074 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e de 28 a 35 ($0,057 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) dias, valores presentes no intervalo encontrado por Oliveira et al. (2000).

Cultivares da mesma espécie podem apresentar diferenças nos índices de crescimento, como observado por Gomide (1996) que trabalhando com cultivares de *Cynodon* mediu menores valores médios de AFE para os capins Tifton 85 ($0,167 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) e Florico (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv. Florico) ($0,178 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$). Os maiores valores médios de AFE para os dois cultivares foram obtidos aos 21 ($0,219 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) e 28 dias ($0,241 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$), observando-se tendência de diminuição até 84 dias ($0,147 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) resultado de diminuição de taxas de crescimento das folhas.

Referências

ACOCK, B. Modeling canopy photosynthetic response to carbon dioxide, light interception, temperature, and leaf traits. In: BOOTE, K.J.; LOOMIS, R.S. (Ed.). **Modeling crop photosynthesis: from biochemistry to canopy**. Madison: CSSA; ASA, 1991. chap. 3, p. 41-55.

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; RESENDE, H.; VILELA, D. Efeito de doses de nitrogênio e de intervalos entre cortes sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. 1 CD-ROM.

BADE, D.H. **Bermudagrass varieties – Tifton 85, Jiggs, World Feeder**. Disponível em: <<http://spfcic.okstate.edu/proceedings/2000/extension/bade.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2006.

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

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BLACKMAN, V.H. The compound interest law and plant growth. **Annals of Botany**. Exeter, UK, v. 33, n. 3, p. 353-360, 1919.

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

_____. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 7, n. 5, p. 377-387, 1956.

_____. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 8, n. 1, p. 39-53, 1957.

_____. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 9, n. 1, p. 39-52, 1958.

_____. The effects of frequency and intensity of grazing on the productivity of a pasture of short-rotation ryegrass and red and white clover. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 2, n. 1, p. 1232-1248, 1959.

_____. The effects of frequent hard grazing at different times of the year on the productivity and species yields of a grass-clover pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 3, n. 1, p. 125-136, 1960.

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. Growth of the green plant. In: TESAR, M.B. (Ed.). **Physiological basis of crop growth and development**. Madison: ASA; CSSA, 1984. p. 153-174.

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

BÜRGI, R.; PAGOTTO, D.S. Aspectos mercadológicos dos sistemas de produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 217-231.

BURTON, G.W. Registration of 'Coastcross-1' bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v. 12, n. 1, p. 125, 1972.

BURTON, G.W.; GATES, R.N.; HILL, G.M. Registration of 'Tifton 85' bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 644-645, 1993.

CARVALHO, C.A.B.; ROSSIELLO, R.O.P.; PACIULLO, D.S.C.; SBRISSIA, A.F.; DERESZ, F. Classes de perfilhos na composição do índice de área foliar em pastos de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 557-563, 2007.

CARVALHO, M.S.S. **Desempenho agrônômico e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de corte**. 2011. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

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

DORE, R.T. **Comparing bermudagrass and bahaigrass cultivars at different stages of harvest for dry matter yield and nutrient content**. 2006. 87 p. Thesis (Magister of Science) - Louisiana State University, Baton Rouge, 2006.

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

FULKERSON, W.J.; SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 1. Effect of water soluble carbohydrates and senescence. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, n. 4, p. 373-377, 1994.

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.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.

GREGORY, F.G. **Physiological conditions in cucumber houses**. Cheshunt:Exp. And Res. Sta. 1917. 3rd (Annual Report). p.19-28.

HARLAN, J.R. *Cynodon* species and their value for grazing and hay. **Herbage Abstracts**, Farnham Royal, v. 40, n. 3, p. 233-238, 1970.

HARLAN, J.R.; WET, J.M.J. de. Sources of variation in *Cynodon dactylon* (L) Pers. **Crop Science**, Madison, v. 9, n. 6, p. 774-778, 1969.

HEATH, O.V.S.; GREGORY, F.G. The constancy of mean NAR and its ecological importance. **Annals of Botany**, Exeter, v. 2, n. 4, p. 818-818, 1938.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; BURTON, G.W. Forage quality and grazing steer performance from ‘Tifton 85’ and Tifton 78 bermudagrass pastures. **Journal of Animal Science**, New York, v. 71, n. 12, p. 3219-3225, 1993.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Massey University: Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.

HODGSON, J.; BIRCHAM, J.S.; GRANT, S.A.; KING, J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: WRIGHT, C.E. **Plant physiology and herbage production**. Massey University: British Grassland Society, 1981. p. 51-62.

HUNT, R. **Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners**. London: Unwin Hyman, 1990. 112p.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. v.1 Plantas inferiores e monocotiledôneas. São Bernardo do Campo: BASF, 1997. 825p.

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.

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.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GOMIDE, J.A.; MARTINEZ Y HUAMAN, C.A.; 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. 930-1938, 2000.

PEDREIRA, C.G.S. Avaliação de novas gramíneas do gênero *Cynodon* para a pecuária do sudeste dos Estados Unidos. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA, CNPGL, 1996. p. 111-125.

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

PEDREIRA, J.V.S.; MATTOS, H.B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capins. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 38, n. 2, p. 117-143, 1981.

PINHEIRO, V.D.; COELHO, R.D.; LOURENÇO, L.F. Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 159-188.

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

RHODES, I. Relationships between canopy stricture and productivity in herbage grasses and its implication for plant breeding. **Herbage Abstracts**, Farnham Royal, v. 43, n. 1, p. 129-133, 1973.

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

SILVA, S.C. da; SBRISSIA, A. F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 3-20.

SILVA, S.C.; PASSANEZI, M.M.; CARNEVALLI, R.A.; PEDREIRA, C.G.S.; FAGUNDES, J.L. Bases para o estabelecimento do manejo de *Cynodon* spp. para pastejo e conservação. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.129-150.

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

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.

VERHAGEN, A.M.; WILSON, J.H.; BRITTEN, E.J. Plant production in relation to foliage illumination. **Annals of Botany**, Exeter, v. 27, n. 4, p. 627-640, 1963.

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: MANEJO DE PASTAGEM DE TIFTON, COAST-CROSS E ESTRELA, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 23-54.

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; MATOS, L.L.; MATIOLLI, J.B. Utilização de gordura protegida durante o terço inicial da lactação de vacas leiteiras, em pastagem de coast-cross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1503-1509, 2002.

WARREN WILSON, J. Influence of spatial arrangement of foliage area on light interception and pasture growth. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, Reading. **Proceedings...** Oxford: Alden Press, 1961. p. 275- 279.

WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, Maryland Heights, v. 4, n. 1, p. 101-144. 1952

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

WERNER, J.C.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

WILLIAMS, R. F. The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. **Annals of Botany**, Exeter, v.10, n. 1, p. 41-72. 1946

ZIMMER, A.H.; SILVA, M.P.; MAURO, R. Sustentabilidade e impactos ambientais da produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 31-58.

3 DESEMPENHO PRODUTIVO E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO DOSSEL DE DOIS CAPINS DO GÊNERO *Cynodon* SOB DUAS ESTRATÉGIAS DE PASTEJO INTERMITENTE

Resumo

O controle da altura do dossel é visto com uma das principais ferramentas potenciais no manejo do pastejo. A altura é uma entre as características que mais afetam o desempenho de pastos e de animais em pastejo devido ao seu efeito sobre a profundidade do bocado e suas conseqüências nos demais componentes da dinâmica do pastejo. A altura também afeta a produção de forragem da pastagem, devido à sua associação com o índice de área foliar e a massa de forragem. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar e caracterizar a produtividade, composição morfológica da forragem (relação colmo: folha: material morto) e aspectos de estrutura do dossel e interações com o ambiente luminoso (interceptação luminosa (IL), índice de área foliar (IAF), ângulos foliares) de dois capins do gênero *Cynodon*, (Tifton 85 e Jiggs), sob duas estratégias de manejo do pastejo, com altura de entrada de 25 cm ou intervalo fixo de 28 dias entre pastejos. Os capins foram pastejados em piquetes arranjados em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com tratamentos correspondendo à combinação de capim e estratégia de pastejo e três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (parcelas). A técnica de “mob-grazing” foi usada para a realização dos pastejos, empregando-se grupos de animais para desfolhações rápidas, mimetizando um cenário de lotação rotativa. O período experimental teve duração de 180 dias, de 28 de outubro de 2010 a 26 de abril de 2011. O solo da área é classificado como um Nitossolo Vermelho eutrófico com horizonte A moderado e de textura argilosa/muito argilosa. O cultivar Jiggs apresentou a mesma interceptação luminosa de 96,8% no pré-pastejo que o Tifton 85, mas com características estruturais diferentes, como por exemplo, menor relação folha colmo devido à maior proporção de colmo com mesma proporção de folhas do Tifton 85, porte maior e menor IAF. O Jiggs produziu maior proporção de material verde, parte importante para o consumo. Não houve diferenças de produção que foi de 16,8 Mg MS ha⁻¹ entre os pastos em questão com períodos fixos de descanso de 28 dias, ou com altura de entrada de 25 cm. Do ponto de vista prático isso significa facilidades relacionadas ao manejo da pastagem, já que o manejo com altura de entrada fixada geralmente se torna difícil nas propriedades. As diversas semelhanças encontradas entre as respostas à técnicas de manejo usadas mostram que o ganho em se manejar por altura pode não ser tão grande a ponto de compensar as dificuldades técnicas deste manejo em sistemas pecuários, por isso o manejo por calendário ainda pode ser recomendado. No caso do capim Jiggs é necessária a realização de estudos que verifiquem qual é potencial fotossintético e qualitativo do material produzido, e como se dá o consumo deste material, para que este cultivar possa ser recomendado com maior certeza de alcançar bons níveis desempenho em sistemas pecuários

Palavras-chaves: Relação folha colmo; Índice de área foliar; Altura do dossel; Interceptação luminosa

Abstract

Control of canopy height has been recognized as an effective tool in grazing management. Height is one of the characteristics that affect pasture and grazing animal performance due to its effect on bite depth and its consequences in other components of the dynamics of grazing. Sward height also affects forage production because of its association with the leaf area index and herbage mass. This study aimed to evaluate and characterize forage productivity and morphological composition (ratio leaf: stem: dead material) as well as aspects of canopy structure and light relations [light interception (LI), leaf area index (LAI), leaf angles] of two *Cynodon* grasses (Tifton 85 and Jiggs) under two grazing management strategies. The grasses were grazed either every 28 days or whenever canopy height reached 25 cm, in paddocks arranged in a completely randomized design with treatments corresponding to the combination of grass and grazing strategy and three replicates, totaling 12 experimental units (plots). The "mob-grazing" technique was used simulating a scenario of rotational stocking. The experimental period lasted 180 days, from October 28, 2010 to April 26, 2011. Jiggs and Tifton 85 swards had the same light interception of 96.8% at pre-graze, but with different structural characteristics. Jiggs had more stem, greater height and lower IAF. Jiggs forage also had a greater proportion of green material. There were no differences in total yield, averaging 16.8 Mg DM ha⁻¹ between strategies. From a practical standpoint this means facilities related to pasture management, since management with high input often makes it difficult to implement by the producer. The many similarities between the responses to the two management techniques show that the potential advantages in managing by height (not materialized in this study) may not be enough to justify the practicality of having fixed rest periods. In the case of Jiggs it is necessary to carry out further studies to ascertain its photosynthetic potential and forage nutritive value, under a range of managements, so that this cultivar can be recommended for sustainable use in commercial livestock systems.

Keywords: Leaf stem; Leaf area index; Canopy height; Light interception

3.1 Introdução

A utilização das pastagens sob modalidades de desfolhação intermitente, varia em função da frequência com que a mesma é pastejada, ou seja, do intervalo de tempo entre pastejos, do tempo em que os animais permanecem na área executando a desfolhação, e da intensidade com que o pastejo remove a parte aérea das plantas (NABINGER, 1997). Silva e Pedreira (1997) salientaram que desfolhações frequentes e intensas podem resultar em crescimento mais lento das plantas uma vez que reduzem a oportunidade para o restabelecimento pleno dos níveis originais de reservas orgânicas, além de poderem causar redução na absorção de nutrientes e água do solo.

Atualmente o uso de intervalos de descanso fixos como estratégias de desfolhação ainda é comum no meio produtivo. Isto ocorre pela facilidade de planejamento e execução nas propriedades, uma vez que a rotina da propriedade fica facilitada com o planejamento certo das atividades que deverão ser feitas com grande antecedência.

No entanto no meio acadêmico e, de forma ainda tímida, no meio produtivo tem se tornado comum a escolha de técnicas que levam em consideração fatores morfofisiológicos em detrimento do manejo por calendário. Isso tem ocorrido devido ao fato de a estratégia de desfolhação por calendário não observar as características morfofisiológicas do crescimento da planta para estabelecer o momento ideal da desfolhação, e portanto 28 dias para a planta no início da primavera não é o mesmo do que 28 dias no auge do verão. Assim, é cada vez mais comum encontrar comentários que afirmem que o manejo “por calendário” é generalista e inflexível. Por isso a busca parâmetros que possam ser usados como ferramenta de manejo é cada vez mais comum.

Um dos critérios norteadores do estabelecimento do momento adequado da desfolhação em dosséis de plantas forrageiras é o controle da altura do dossel. Segundo Hodgson (1990), a altura do dossel está entre as características que mais afetam o desempenho de animais em pastejo, devido ao seu efeito sobre a profundidade do bocado e suas conseqüências nos demais componentes da dinâmica do processo de pastejo. A altura também afeta a produção de forragem, devido à sua associação com o índice de área foliar (IAF) e com a massa de

ferragem. Warren Wilson (1961) postulou que se uma determinada área de folhas encontra-se distribuída verticalmente num estrato muito pequeno do dossel, ocorre a superposição das folhas, resultando no auto-sombreamento. Se a distribuição dessa mesma área foliar ocorrer num estrato mais amplo ou entre folhas menores, a produção aumenta, pois o uso da luz incidente é otimizado com melhor distribuição da radiação e iluminação de mais área foliar (LOOMIS; WILLIAMS, 1969).

Pearce, Brown e Blaser (1967) escreveram que a altura afeta a distribuição da luz no dossel, mas ressaltaram que esse efeito é dinâmico devido às mudanças constantes nos ângulos foliares. Os autores sugeriram que a importância da altura do dossel está na interceptação da luz (IL), que dependendo do tipo de comunidade vegetal pode ser uma vantagem ou desvantagem. Plantas altas num estande misto podem interceptar uma proporção maior de luz incidente, limitando o crescimento das plantas mais baixas, se tornando uma vantagem competitiva. Já numa comunidade de plantas homogêneas, plantas altas possuem menor proporção de órgãos assimilatórios (folhas) em relação aos de sustentação (colmos), o que pode ser uma desvantagem (WARREN WILSON, 1961).

Vários trabalhos tem abordado a questão da interceptação de luz pela comunidade vegetal e o uso desse conceito no manejo de pastagens vem ganhando espaço na literatura em anos recentes. Por esse princípio, o melhor momento para se obter um bom equilíbrio na relação entre qualidade e produção de ferragem para diversos capins, é aquele em que o dossel intercepta 95% da radiação incidente, e seria, portanto, o momento fisiologicamente mais adequado para que o processo de rebrotação de um dossel fosse interrompido. Como forma de facilitar a aplicação deste conceito, dado que a medição da IL é algo pouco prático em ambientes de produção, tem sido comum a prática de se buscar nestes trabalhos relacionar a IL com uma característica da vegetação que seja facilmente mensurável e que, portanto, possa ser adotada facilmente como o norteador do manejo do pastejo, se esse conceito for o escolhido para tal. Existem evidências de que a altura do dossel pode ser essa característica, configurando-se assim numa ferramenta de manejo da pastagem.

O uso de estratégia de desfolhações levando em consideração 95 % IL pode ser encontrado em diversos trabalhos e alguns deles apresentam como resultados recomendações de alturas de entrada relacionadas com a interceptação luminosa de 95 %, como, por exemplo, 90 cm para o capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.

cv. Mombaça) (CARNEVALLI, 2003), 70 cm para o capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) (MELLO; PEDREIRA, 2004; BARBOSA, 2006), 25 cm para o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Hochst. ex A. Rich cv. Marandu) (ZEFERINO, 2006) e 30 cm para o capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) (PEDREIRA, PEDREIRA E SILVA 2007).

Para que se possa quantificar ganhos comparativos é importante que a pesquisa possa contrastar resultados da aplicação de novas tecnologias com aqueles das tecnologias atualmente recomendadas ou em uso. Neste contexto, o presente trabalho teve o objetivo de caracterizar a produtividade e a composição morfológica da forragem (relação colmo: folha: material morto), além das características estruturais (ambiente luminoso, IL, IAF, ângulos foliares e densidade volumétrica) de dois capins do gênero *Cynodon* (Tifton 85 e Jiggs), sob duas estratégias de manejo do pastejo (pastejos iniciados com o dossel a 25 cm ou intervalo fixo de 28 dias entre pastejos).

3.2 Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em uma área experimental do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pertencente à Universidade de São Paulo, município de Piracicaba-SP a 22°42'30" S e 47°30' W, com altitude 580 m.

Foram estudados dois cultivares do gênero *Cynodon*, sendo um o Tifton 85 e outro o cultivar Jiggs, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com tratamentos correspondendo às combinações de capins e estratégias de pastejo (pastejos iniciados quando o dossel atingisse 25 cm ou a cada 28 dias) e três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (parcelas), cada uma medindo 12,5 por 9,5 m, cercadas por cerca elétrica. A técnica de “mob-grazing” foi usada para a realização dos pastejos, empregando-se grupos de animais para desfolhações rápidas, mimetizando um cenário de lotação rotativa.

O período experimental teve duração de 180 dias, a partir de 26 de outubro de 2010 até 28 de abril de 2011. O solo da área é classificado como um Nitossolo Vermelho eutroférico com horizonte A moderado e de textura argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 1999). O clima é classificado (Sistema Köppen) 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 (BRASIL, 1990).

As precipitações, temperatura mínima, média e máxima em °C do período que o experimento foi conduzido estão apresentadas na Figura 3.1. Os dados climáticos foram coletados no Posto Meteorológico da Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ, 2011).

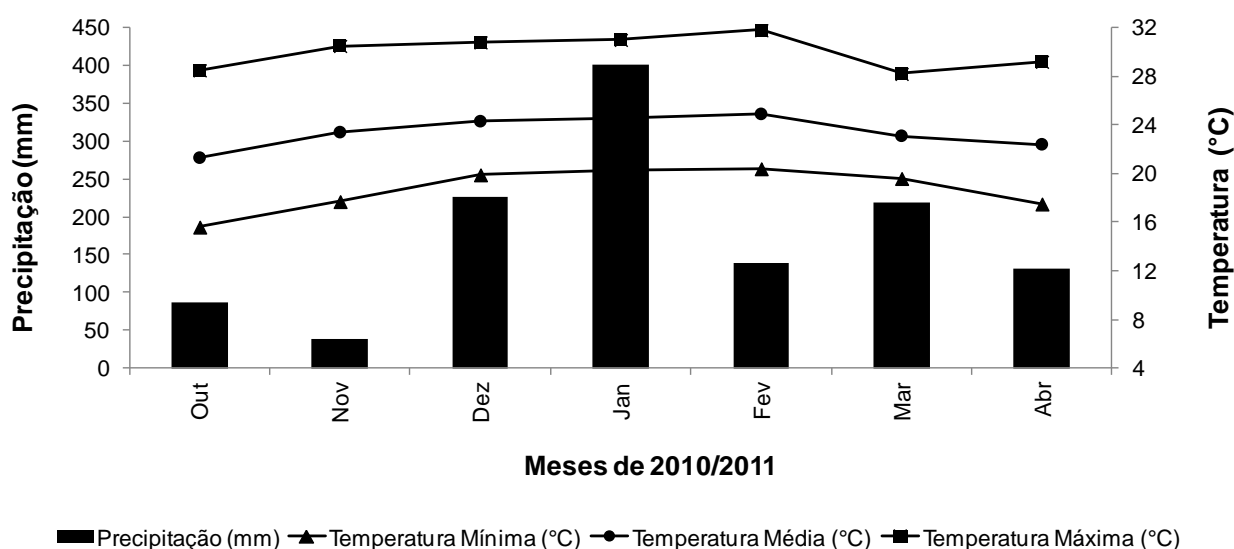


Figura 3.1 – Precipitação (mm), temperatura mínima, média e máxima em °C observadas durante o período de desenvolvimento do experimento. Piracicaba-SP, 2011

Amostras de terra foram coletadas para verificação da fertilidade do solo, que não necessitou de correção (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Propriedades químicas do solo proveniente área experimental. Piracicaba – SP, 2011

pH (CaCl ₂)	M.O. g/dm ³	P (resina) mg/dm ³	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V%	SO ₄ mg/dm ³
			mmol _c /dm ³							
5,8	24	39	5,3	58	31	25	94	119	79	14

Os pastos foram estabelecidos no verão 2009/2010 e passaram por um período de adaptação antes do início do experimento. Cercas para contenção dos

animais nos piquetes foram feitas, e áreas adjacentes foram preparadas para o recebimento dos animais nos períodos entre pastejos. Durante o período de adaptação, após a formação do pasto no verão de 2009 e 2010 até a data do início do experimento, foram feitos pastejos com intervalos de descanso de cerca de 28 dias durante o verão e cerca de 42 dias durante o inverno até o início do experimento.

No dia “zero” (26/10/2010) foi feito um corte da forragem com motosssegadora regulada para cortar na altura de 8 cm para que todas as parcelas tivessem início da rebrotação no mesmo momento (Figura 3.2A e 3.2B).

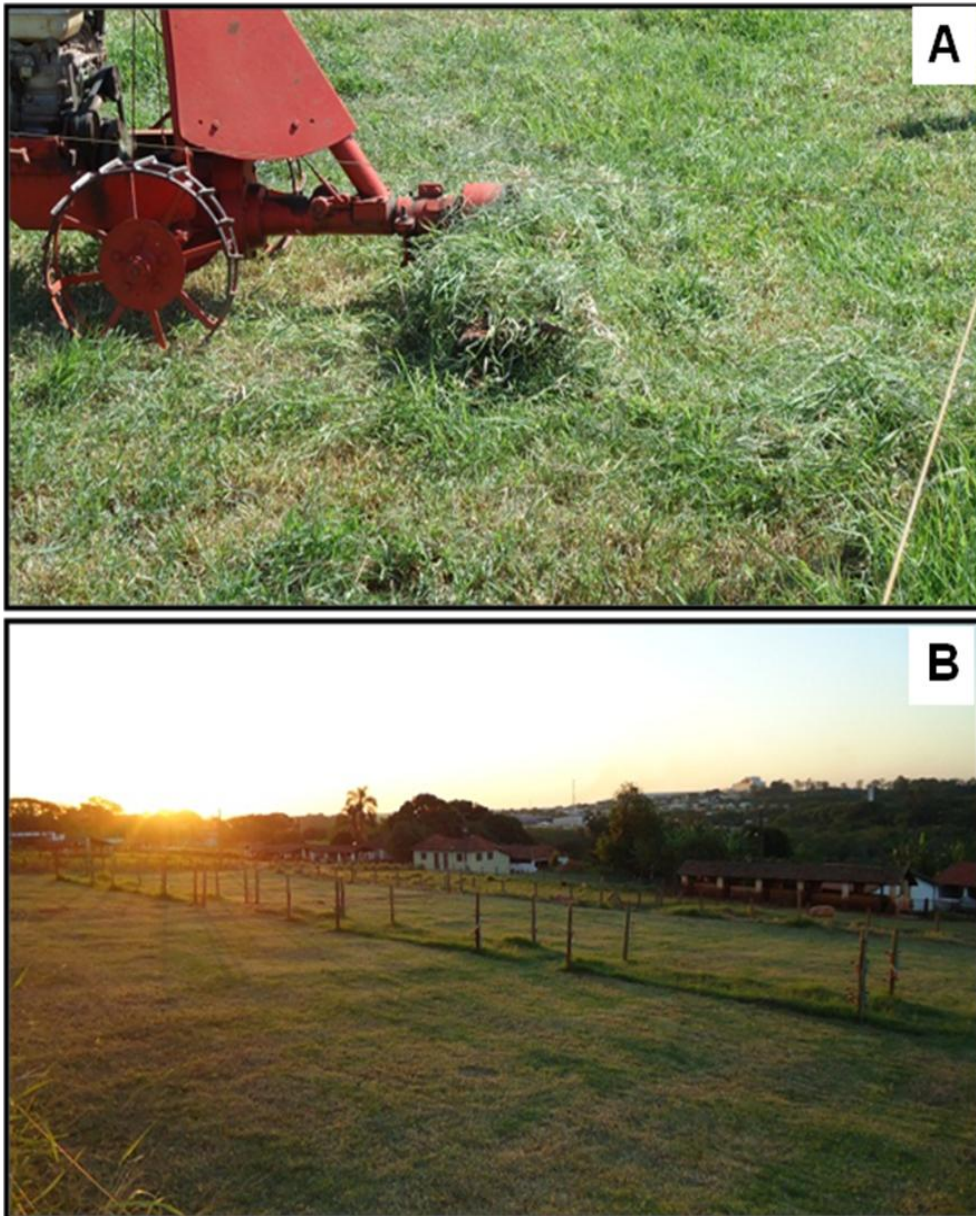


Figura 3.2 - Corte com motossegradora no dia “zero” (A) e vista geral das parcelas após o corte no dia “zero” (B). Piracicaba – SP, 2011

Foram realizadas adubações de produção com 260 kg ha^{-1} de N e K_2O durante o período experimental, simulando um sistema de produção intensivo de forragem sob desfolhação intermitente. Para tanto, adubações manuais foram realizadas imediatamente após cada pastejo.

Após o corte da forragem, foi iniciado o monitoramento das condições de altura do dossel nas unidades experimentais. Esse controle foi feito por meio de medições semanais de altura em 30 locais por piquete. Os pastejos nos piquetes foram feitos usando a técnica “mob-grazing” (MISLEVY; MOTT; MARTIN, 1981) em cada evento de pastejo. Animais foram trazidos às unidades experimentais quando

os respectivos dosséis atingiram 25 cm de altura. As parcelas com período de descanso fixo foram pastejadas a cada 28 dias. Os pastejos foram encerrados quando a altura média do dossel atingia 10 cm (Figura 3.3).



Figura 3.3 - Animais fazendo pastejo em piquete de capim Tifton 85. Piracicaba – SP, 2011

A massa de forragem (MF) foi estimada pré- e pós-pastejo em cada piquete, usando um prato ascendente (Ashgrove, Palmerston North, Nova Zelândia). O prato foi calibrado periodicamente para estabelecer a correspondência entre as leituras e a MF, usando amostragem dupla. Em cada evento de calibração, foram selecionadas em cada piquete três estações correspondendo à MF máxima, média e mínima por estimativa visual. Nessas estações, foi feita a leitura com o prato e em seguida a forragem no interior de uma moldura circular de 0,25 m² foi cortada ao nível do solo. A estação designada como de MF média foi processada ainda fresca no laboratório, em contraste com as de MF máxima e MF mínima, que foram levadas à estufa de ar forçado a 65 °C e em seguida pesadas, logo após a coleta. A amostra de MF média era levada fresca ao laboratório e separada nos seus componentes morfológicos (folhas, colmo, e material morto). A fração folha foi sub-amostrada e a sub-amostra foi escaneada num integrador de área foliar LI-3100 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA) (Figuras 3.4A e 3.4B). Em seguida as sub-amostras de folhas foram

secas em estufa de ar forçado e pesada em balança de precisão. O valor de peso específico dessa fração ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) foi utilizado para calcular o IAF do piquete naquela data. Procedimento similar foi seguido em cada pós-pastejo.

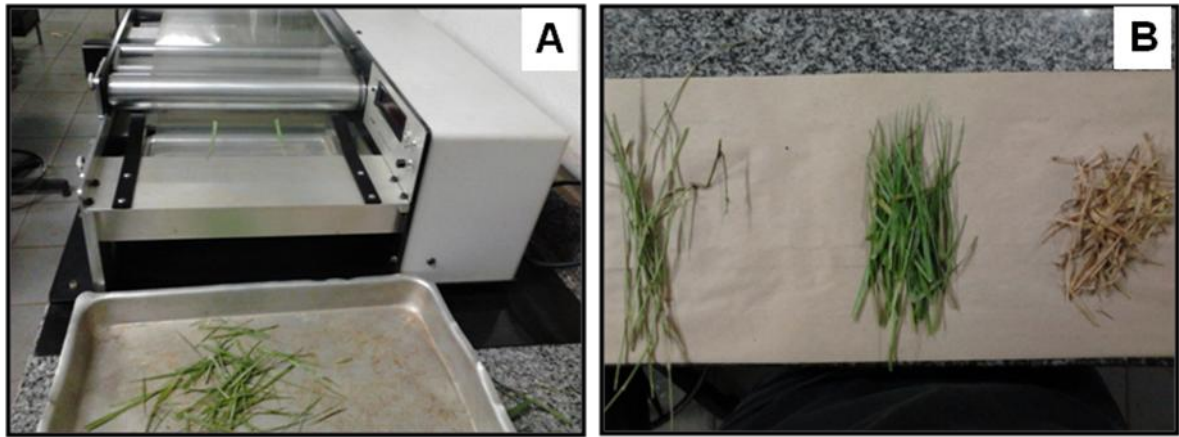


Figura 3.4 – Sub-amostra sendo passado no integrador de área foliar (A) e amostra separada em seus componentes morfológicos (B). Piracicaba – SP, 2011

Com os valores de MF, foi calculado o acúmulo de forragem (AF) em cada período de descanso. A produção total de forragem em cada piquete foi calculada somando-se os acúmulos dos períodos de descanso.

A densidade volumétrica foi calculada para as mesmas estações escolhidas para a calibração do prato. Para tanto antes da medição com o prato ascendente e o corte da massa contida na moldura foi medida a altura do dossel. Para encontrar a densidade de cada estação foi feita a divisão da massa de forragem pelo volume, calculado multiplicando-se a área contida na moldura ($0,25 \text{ m}^2$) pela altura do dossel.

A IL, o IAF não-destrutivo e os ângulos foliares foram medidos durante todas as rebrotações, iniciando imediatamente após o pastejo e a cada 7 dias durante a rebrotação, e também imediatamente antes de cada pastejo, com o objetivo de caracterizar as variações estruturais da comunidade vegetal. Para estas medições foi utilizado um analisador de dossel modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln Nebraska, EUA), descrito por Welles e Norman (1991). Foram tomados 20 pontos representativos da média do dossel em cada parcela nas ocasiões de amostragem, na proporção de uma medida acima para cinco medidas abaixo do dossel em quatro repetições. O coeficiente de extinção luminosa (k) foi calculado conforme proposto

por Sheehy e Cooper (1973) para auxiliar na descrição da arquitetura da comunidade vegetal, (eq. 1);

$$k = - \frac{\left[\log_e \left(\frac{I}{I_0} \right) \right]}{IAF} \quad (1)$$

Em que: I = Irradiância abaixo da folhagem; I₀ = Irradiância acima da folhagem; e IAF = índice de área foliar.

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento de modelos mistos (PROC MIXED) do pacote estatístico SAS® (*Statistical Analysis System*), versão 9.2 para Windows®, (SAS INSTITUTE, 2004). Foram considerados como efeitos fixos capim e estratégia de desfolhação. Na escolha da matriz de variância e covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Assim, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (estratégia de desfolhação e cultivar) bem como da interação entre elas. Todo o conjunto de dados foi testado de forma a assegurar que as prerrogativas básicas da análise de variância fossem atendidas e, quando necessário, transformações dos dados foram realizadas antes da análise de variância. A comparação entre médias foi feita por meio do teste de comparação de médias Tukey ao nível de significância de 5%. Análise de regressão usando modelos não lineares (PROC NLIN) foi usada para estudar a relação entre altura do dossel e IL.

3.3 Resultados

3.3.1 Acúmulo total de forragem e taxa de acúmulo de forragem

O acúmulo total de forragem não sofreu efeito de cultivar (P=0,0891) nem de estratégia (P=0,4464), com média de 16,8 Mg MS ha⁻¹ para o período experimental. A taxa média diária de acúmulo de forragem também não sofreu efeito de cultivar (P=0,0903), estratégia (P=0,4420) ou da interação cultivar x estratégia (P=0,1824) com média de 93 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹.

3.3.2 Altura

A altura dos dosséis nos piquetes manejados por altura não foi analisada estatisticamente por ser uma variável tratamento para estes piquetes. Embora a altura alvo fosse 25 cm a altura média de pré-pastejo para estes piquetes foi de 27,5 cm, um pouco acima da meta. Já os piquetes pastejados a cada 28 dias tiveram a altura como variável resposta e diferentes entre capins ($P=0,0018$) (Figura 3.5).

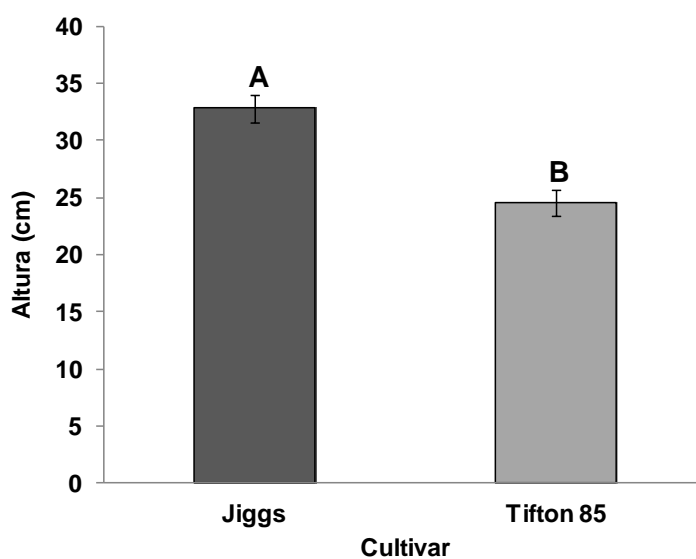


Figura 3.5 – Altura do dossel na condição de pré-pastejo para os piquetes manejados pelo calendário. Piracicaba – SP, 2011

3.3.3 Intercepção luminosa (IL), índice de área foliar (IAF) e ângulos foliares

A intercepção luminosa medida com o LAI-2000 na condição de pré-pastejo não diferiu entre cultivares ($P=0,2132$), estratégias ($P=0,1596$), nem houve interação entre cultivares x estratégias. Todos os dosséis interceptaram em média 96,8% da luz incidente. Na condição pós-pastejo a intercepção luminosa diferiu entre cultivares ($P=0,0002$) e sofreu efeito da interação cultivar x estratégia ($P=0,00343$) (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 – Interceptação luminosa para dois cultivares do gênero *Cynodon* sob duas estratégias de desfolhação no pós-pastejo. Piracicaba – SP, 2011

Manejo	Jiggs	Tifton 85	Média
	----- % -----		
Altura	60,406 Aa (1,7291)	67,313 Ab (1,7291)	63,860 (1,22)
Calendário	59,400 Ba (1,7291)	75,120 Aa (1,7291)	67,2600 (1,22)
Média	59,903 (1,22)	71,216 (1,22)	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. Números entre parênteses são o erro padrão da média.

O IAF pré-pastejo diferiu entre cultivares ($P=0,0320$) (Figura 3.6). Não houve diferença de IAF pré-pastejo entre estratégias ($P=0,8826$). No pós-pastejo o IAF não-destrutivo está apresentado na Tabela 3.3.

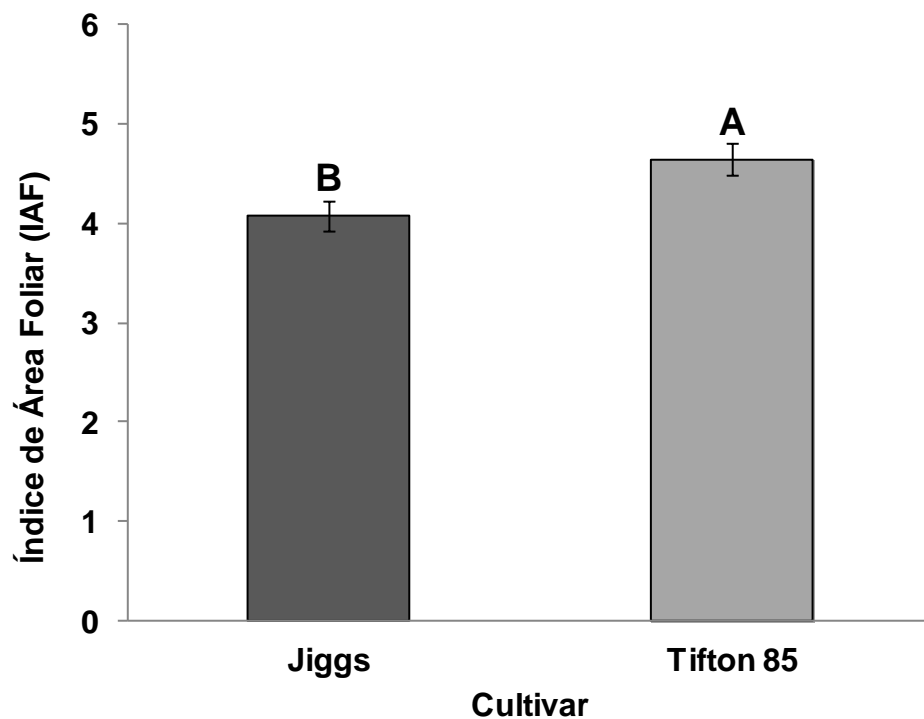


Figura 3.6 – Índice de Área Foliar (IAF) não-destrutivo na condição de pré-pastejo. Piracicaba – SP, 2011

Tabela 3.3 - Índice de área foliar (IAF) não-destrutivo para dois cultivares do gênero *Cynodon* sob duas estratégias de desfolhação no pós-pastejo. Piracicaba – SP, 2011

Manejo	Jiggs	Tifton 85	Média
Altura	1,2 Ba	1,4 Ab	1,3
	(0,07)	(0,07)	(0,05)
Calendário	1,1 Bb	1,8 Aa	1,5
	(0,07)	(0,07)	(0,05)
Média	1,2	1,6	
	(0,05)	(0,05)	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. Números entre parênteses são o erro padrão da média.

Os valores de IAF medidos com o analisador de dossel são geralmente superestimados porque características do aparelho não permitem distinção entre folhas, colmos e material morto. Por isso o IAF pelo método destrutivo e a composição morfológica descritos a seguir esclarecem como se dá a distribuição dos componentes morfológicos nos dosséis estudados.

Pelo método destrutivo na condição de pré-pastejo o IAF sofreu efeito de cultivar ($P=0,005$), mas não de estratégia ($P=0,5932$), nem da interação entre cultivar x estratégia ($P=0,2899$). O Jiggs apresentou média de IAF de 0,9 e o Tifton de 1,5. Na condição de pós-pastejo o IAF destrutivo está apresentado na tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Índice de área foliar (IAF) destrutivo para dois cultivares do gênero *Cynodon* sob duas estratégias de desfolhação no pós-pastejo. Piracicaba – SP, 2011

Manejo	Jiggs	Tifton 85	Média
Altura	0,03 Ba	0,10 Ab	0,06
	(0,021)	(0,021)	(0,014)
Calendário	0,06 Ba	0,31 Aa	0,18
	(0,021)	(0,021)	(0,014)
Média	0,05	0,20	
	(0,014)	(0,014)	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. Números entre parênteses são o erro padrão da média.

Os ângulos foliares, medidos a partir da horizontal tendo como 90° a vertical, na condição de pré-pastejo não diferiram entre cultivares ($P = 0,2684$) e nem entre manejos ($P = 0,4986$). A média do Jiggs foi de $43,9^\circ$ e a média do Tifton 85 foi de $44,5^\circ$.

3.3.4 Composição morfológica

3.3.4.1 Proporção de Folhas

A proporção de folhas na forragem pré-pastejo não diferiu entre cultivares ($P = 0,1613$) e nem entre estratégias ($P = 1,000$). Também não houve interação cultivar \times estratégia ($P = 0,073$). A proporção média de folhas no pré-pastejo foi 34%. A proporção de folhas no pós-pastejo diferiu entre cultivares ($P = 0,006$) (Figura 3.7), mas não entre estratégias ($P = 0,073$), além de não ter havido efeito da interação cultivar \times estratégia ($P = 0,511$).

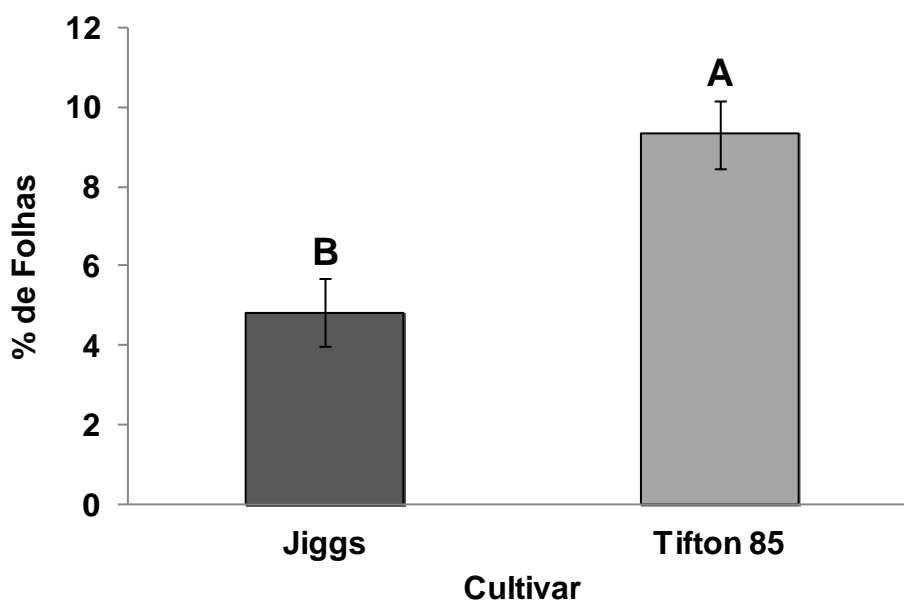


Figura 3.7 – Porcentagem de folhas na condição de pós-pastejo. Piracicaba – SP, 2011

3.4.2 Proporção de Colmos

A proporção de colmos no pré-pastejo diferiu entre cultivares ($P < 0,0001$) e entre estratégias ($P = 0,0124$) (Tabela 3.4). A forragem do capim Jiggs apresentou sob as duas estratégias de pastejo, maiores proporções de colmo que o Tifton 85, e menor proporção de colmo quando manejada pelo calendário, do que quando manejada pela altura. A forragem de Tifton 85 teve a mesma proporção de colmos pré-pastejo nas duas estratégias.

Tabela 3.5 – Proporção de colmos para dois cultivares do gênero *Cynodon* sob duas estratégias de desfolhação no pré pastejo. Piracicaba – SP, 2011

Manejo	Jiggs	Tifton 85	Média
	----- % -----		
Altura	50,7 Aa (0,99)	40,0Ba (0,99)	34,2 (0,70)
Calendário	46,3 Ab (0,99)	38,0 Ba (0,99)	34,2 (0,70)
Média	45,3 (0,70)	42,2 (0,70)	- -

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. Números entre parênteses são o erro padrão da média

A porcentagem de colmos no pós-pastejo não diferiu entre os capins ($P=0,2633$) e nem entre estratégias ($P=0,5924$). Também não houve interação capim x estratégia ($P=0,9320$), com média geral de 43,5%.

3.3.4.3 Material Morto

A proporção de material morto na forragem pré-pastejo diferiu entre cultivares ($P=0,006$) (Figura 3.9). Não houve diferença entre estratégias ($P=0,100$) e não houve interação cultivar x manejo ($P=0,324$).

Na forragem em pós pastejo não houve diferença entre cultivares ($P=0,1550$) e entre estratégias ($P=0,6565$), e também não houve interação entre esses fatores ($P=0,1414$) quanto à proporção de material morto. A média foi de 40%.

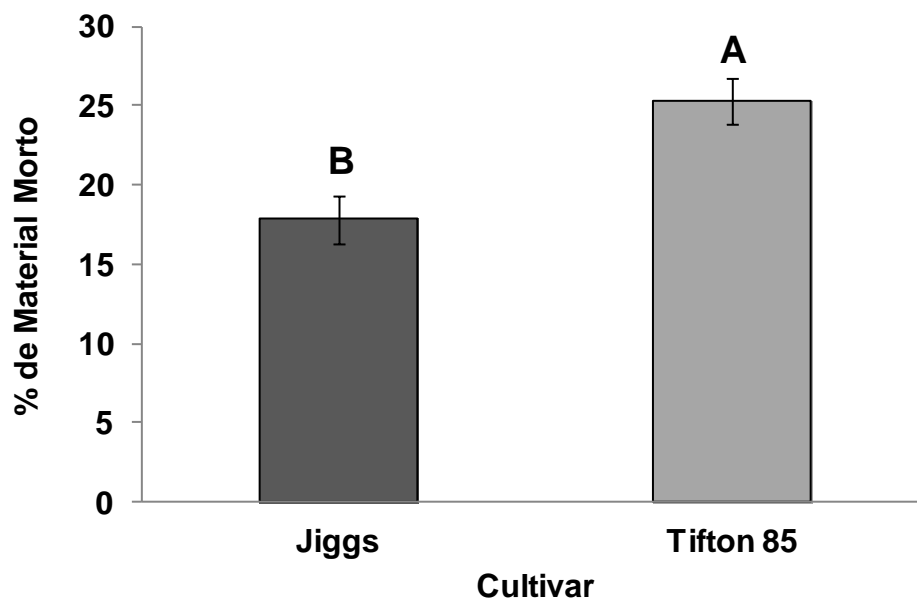


Figura 3.9 – Porcentagem de Material Morto na condição de pré-pastejo. Piracicaba – SP, 2011

3.3.4.4 Distribuição dos componentes morfológicos

A proporção de cada componente morfológico em relação à 100% da massa é apresentada na Figura 3.10.

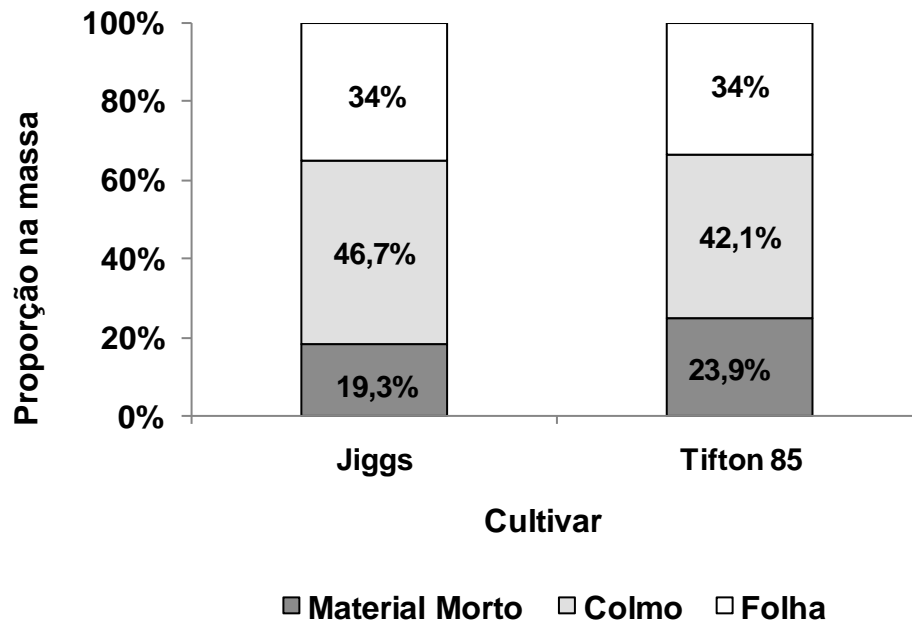


Figura 3.10 – Proporção na massa de forragem pré-pastejo dos componentes morfológicos de dois cultivares de *Cynodon*. Piracicaba – SP, 2011

3.3.3.4 Relação folha: colmo

Houve diferença entre as relações folha:colmo na condição de pré-pastejo dos cultivares ($P=0,031$) (Figura 3.11), mas não entre os estratégias ($P=0,3302$). Também não houve interação entre cultivar e manejo ($P=0,142$).

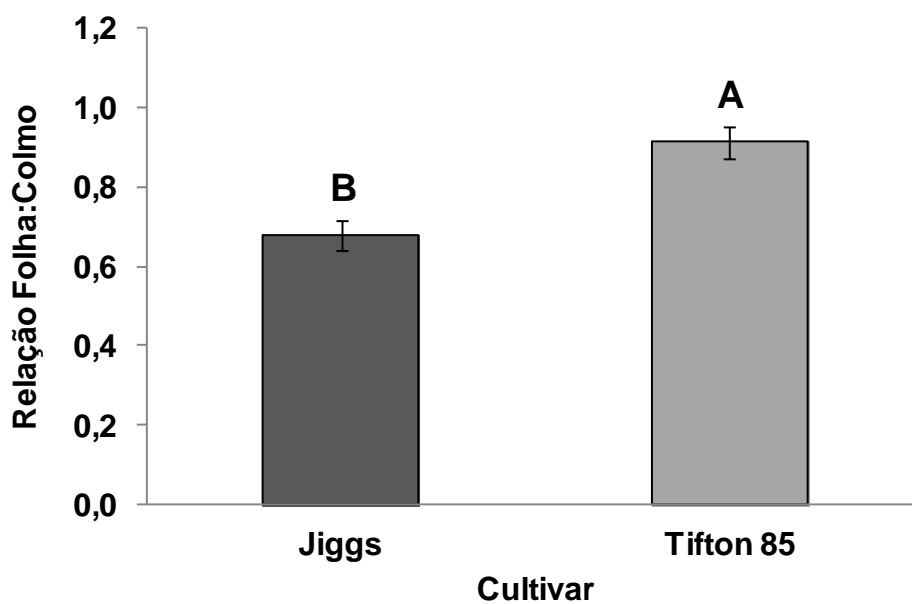


Figura 3.11 – Relação folha:colmo dos cultivares para condição de pré-pastejo. Piracicaba – SP, 2011

Na condição de pós-pastejo essa diferença entre os cultivares continuou ($P=0,0245$) (Figura 3.12), e também não houve diferença entre estratégias ($P=0,1960$) e interação entre cultivar e estratégia ($P=0,6252$).

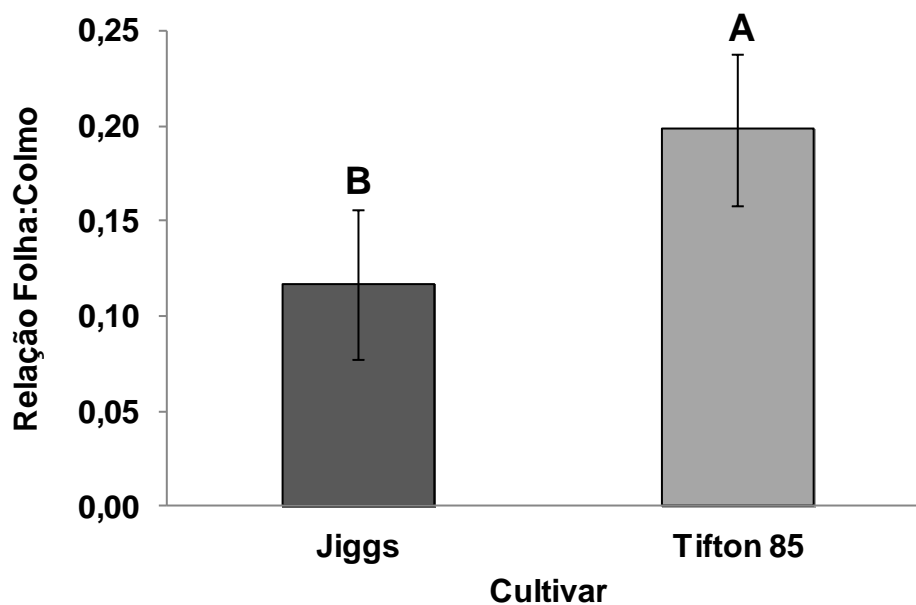


Figura 3.12 – Relação folha:colmo dos cultivares para condição de pós-pastejo. Piracicaba – SP, 2011

3.3.4.6 Relação altura x interceptação luminosa

Foram estudadas as associações entre altura de dossel e interceptação luminosa (IL). Os modelos que descrevem a relação entre altura e IL para Tifton 85 (Figura 3.13) e Jiggs (Figura 3.14) são do tipo não linear exponencial.

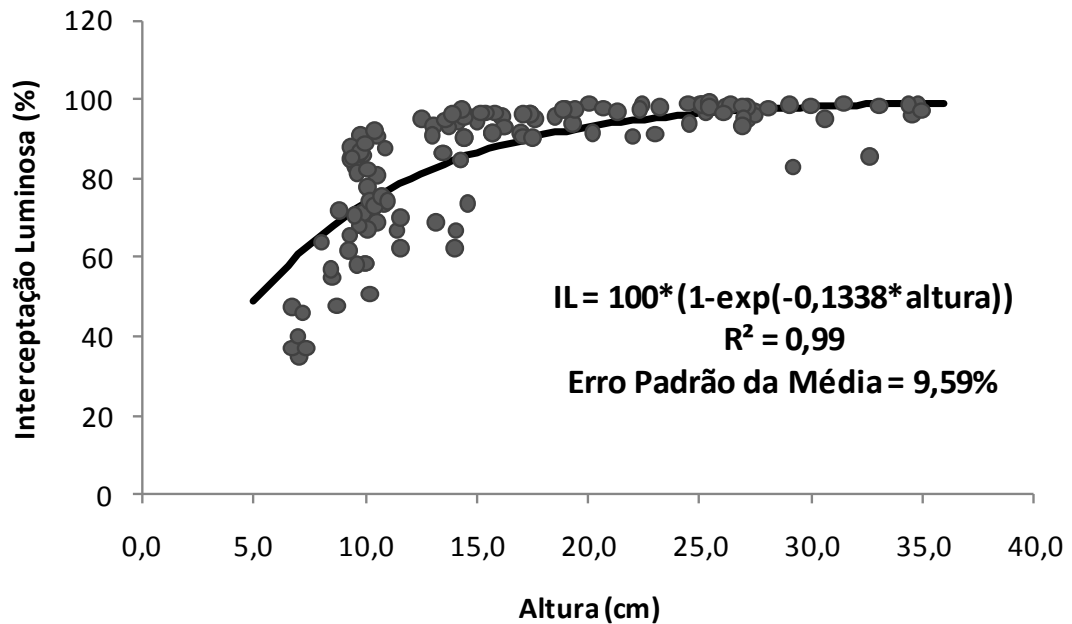


Figura 3.13 – Relação Altura x IL para o cultivar Tifton 85. Piracicaba – SP, 2011

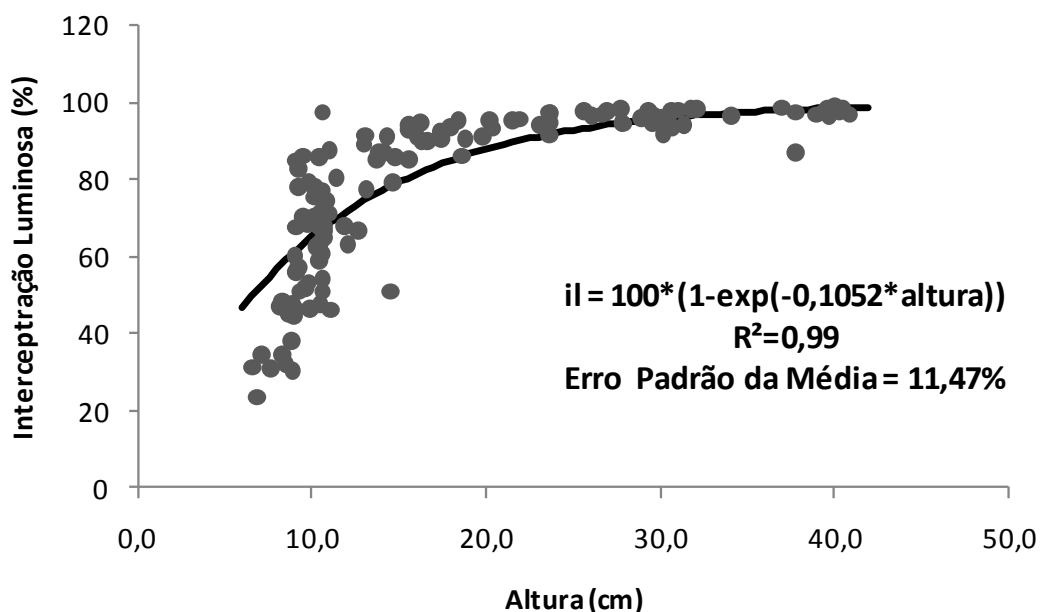


Figura 3.14 – Relação Altura x IL para o cultivar Jiggs. Piracicaba – SP, 2011

3.3.5 Discussão

Os valores de acúmulo total e taxa média de acúmulo de forragem são consistentes com os dados de Carvalho et al. (2000) que encontraram taxa de acúmulo média de 97 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, no verão para o Tifton 85 sob lotação contínua com 4 alturas de dossel entre 5 e 20 cm, com adubação de 190 kg N ha⁻¹. Esse desempenho, no entanto, foi superior ao encontrado por Carvalho (2011) para frequência de 28 dias sob corte que trabalhando com Tifton 85, Jiggs e Vaquero, também encontrou acúmulo semelhantes para Jiggs e Tifton 85 como ocorreu neste estudo, no entanto foram menores do que o encontrado aqui para o verão, 14 Mg ha⁻¹ para o Tifton 85 e 13,8 Mg ha⁻¹ para o Jiggs.

Tonato (2003) encontrou diferença entre acúmulos de forragem de cultivares de *Cynodon* (Tifton 85, Coastcross, Florico, Florona e Estrela) no período do “verão”, considerando o mesmo período em que o presente estudo foi realizado, sob corte com intervalos de 28 e 42 dias na mesma área onde foi conduzido o presente estudo. O autor reportou que o Tifton 85 foi o mais produtivo dos cultivares estudados durante o verão chegando a 18,6 Mg ha⁻¹ no verão. Isso mostra o potencial produtivo do capim Tifton 85.

A literatura científica sobre o capim Tifton 85 enfatiza seu alto desempenho em várias características durante o processo de avaliação anterior ao lançamento comercial. Esse cultivar teve desempenho melhor do que Coastcross e Tifton 78, que eram os melhores cultivares de *Cynodon* lançados até então (BURTON, 2001).

O Tifton 85 é considerado o melhor *Cynodon* híbrido lançado até hoje segundo os pesquisadores responsáveis pelo seu lançamento que consideraram o Tifton 85 como sendo a melhor grama-bermuda para o sudeste dos Estados Unidos e para outras regiões tropicais e temperadas do mundo (HILL; GLATES; BURTON, 1993).

Os resultados do presente estudo revelam que o Jiggs é um capim bastante promissor nas condições do Estado de São Paulo, já que não se registraram diferenças entre os dois cultivares estudados, sugerindo que possuem características muito semelhantes quanto à produção de forragem. Na comparação de Dore (2006) do capim Jiggs com os cultivares ‘common’ e Russel de grama bermuda (*Cynodon dactylon*) e três cultivares de grama Bahia (*Paspalum notatum*), Tifton-9, Pensacola e Argentina, o cultivar Jiggs também se destacou entre os mais

produtivos. No entanto são necessários estudos como, por exemplo, sobre a composição químico-bromatológica, morfogênese, e de desempenho animal para o cultivar Jiggs. Só assim será possível afirmar com certeza o potencial desse cultivar.

Não se verificou diferença entre as estratégias de pastejo quanto à produção total de forragem, para as condições de adubação e clima em que foi realizado esse estudo, sugerindo que para esses capins, durante o período de “verão agrostológico”, não há contraste em manejá-los sob períodos fixos de descanso de 28 dias ou manejá-los usando alturas de entrada fixadas em 25 cm, quando se tem em mente produção de forragem. No entanto é necessário que sejam feitos estudos em condições diferentes como, por exemplo, níveis de adubação e alturas de resíduo.

É possível que sejam encontradas diferenças entre as estratégias de dias fixos e altura correspondente a 95% de IL em estudos que levem em considerações níveis de adubações mais elevados, uma vez que a adubação nitrogenada em níveis elevados aceleraria o processo de acúmulo e provavelmente o intervalo de 28 dias seria longo demais, o que talvez aumentasse perdas por senescência.

Outros fatores a serem levados em consideração são clima, solo e alturas de resíduos. Esses fatores afetariam a velocidade de rebrotação e talvez pudesse ser encontrada diferença entre as estratégias de desfolhações de 28 dias e altura correspondente à 95 % IL. No caso de alturas de resíduo maiores do que a imposta, o IAF residual seria maior, portanto o potencial fotosssintético no início da rebrotação seria maior o que daria melhores condições para o início da rebrotação e o dossel atingiria os 95 % de IL com intervalos de descanso menores. No entanto, como no presente estudo não foi encontrada diferença entre as produções, é importante ressaltar que as características estruturais e suas relações com ambiente luminoso são de grande importância para o entendimento do efeito das estratégias utilizadas.

No presente estudo o índice de área foliar não-destrutivo na condição de pré-pastejo apresentou diferença entre os dois cultivares ($P=0,0320$), tendo o Jiggs um IAF de 4,08 e o Tifton um IAF de 4,65, apesar dos valores diferentes daqueles encontrados usando o método destrutivo a diferença entre cultivares persistiu e seguiu o mesmo padrão, com o Tifton 85 apresentando valores maiores do que o Jiggs. Isso pode estar relacionado principalmente ao fato de o Tifton 85 apresentar folhas maiores que os outros híbridos (BURTON; GATES; HILL, 1993). Pelo método não destrutivo os valores medidos neste estudo foram inferiores ao encontrado por

Fagundes et al. (2001) usando também método não destrutivo, que em pastejo contínuo de Tifton 85 com altura de 20 cm chegaram ao IAF máximo de 3,71 no mês de agosto.

Brougham (1956, 1957) relatou que o nível de 95% de IL foi obtido com IAF de 5,0 para azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e 3,5 para trevo branco (*Trifolium repens* L.), e Humphreys (1966) mostrou que em pastagens os valores de IAF crítico (aquele em que 95 % da luz incidente é interceptada) situam-se, normalmente, entre 3 e 5. Oliveira et al. (2000) reportaram que o IAF crítico para o capim Tifton 85, em estudo com altura de corte de 5 cm, adubado com 75 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de k₂O, em um período de rebrota de 70 dias e avaliações a cada 7 dias, esteve em torno de 4,9 aos 45 dias. Marcelino et al (2003) encontraram valores entre 3,2 e 5,8 com variação de adubação de 0 a 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Os valores encontrados neste estudo estão dentro da faixa encontrada em nos estudos citados acima, com o IAF para o Tifton 85 se aproximando do IAF máximo descrito por alguns desses autores. Isso mostra que para esse cultivar, nas condições impostas neste experimento a estratégia de desfolhação determinada pelo calendário foi uma estratégia de manejo tão boa quanto à estratégia de desfolhação seguindo altura de entrada, uma vez que alcançou valores de IAF crítico próximo aos da literatura e IL luminosa pouco acima de 95% de IL.

As proporções dos componentes morfológicos na forragem foram tais que o Jiggs apresentou maior proporção de material verde (folhas e colmos) e menor proporção de material morto, mesmo resultado foi obtido por Randüz (2005). No entanto o capim Jiggs apresentou menor relação folha:colmo por apresentar mesma proporção de folhas que a do Tifton 85, mas maior proporção de colmo.

A avaliação visual do comportamento ingestivo dos animais no presente estudo, sugere que os colmos delgados do Jiggs são bem aceitos e que, se jovens e tenros não deverão ser empecilho significativo ao consumo. São necessários, todavia, estudos que comparem as variáveis qualitativas desses materiais, para que se possa estabelecer comparativamente ao Tifton 85, o valor nutritivo e a qualidade do capim Jiggs.

A baixa proporção de folhas remanescentes após a desfolhação pode, por outro lado, ser deletéria para a planta e para o pasto, uma vez que reduz o vigor de rebrotação imediatamente após o pastejo ou o corte. Além disso, devido ao porte mais alto e à distribuição de folhas em camadas superiores do dossel, as folhas

presentes no resíduo estão em senescência ou apresentam potencial fotossintético menor por serem mais velhas. Isso teoricamente prejudicaria o vigor de rebrotação do capim Jiggs, algo que parece não ter ocorrido, uma vez que as taxas de acúmulo de forragem foram semelhantes às do Tifton 85, que apresentou mais folhas no resíduo.

Proporção menor de folhas na forragem acumulada de Jiggs quando comparada ao Tifton 85 foi observada no trabalho de Carvalho (2011) para as freqüências de 28 e 42 dias (47,5% o Jiggs e 60,7% o Tifton 85 para 28 dias; 32,1% o Jiggs e 55,2% o Tifton 85, para 42 dias), no verão, no entanto para a freqüência de 14 dias não foi observado diferença na proporção de folhas (66,3% o Jiggs e 74,0% o Tifton 85) da massa de forragem no estudo de Carvalho (2011). Provavelmente o fato de o presente estudo ter sido conduzido em condições de pastejo fez com que não fossem encontradas diferenças devido à condição imposta por pastejo, que apresentaria menor proporção de folhas no resíduo e talvez por isso o intervalo necessário para se detectar diferença na produção de folhas fosse maior do que o intervalo necessário para um pasto sob o regime de corte. Talvez em um caso de intervalo de descanso maior fosse encontrada diferença na proporção de folhas entre Jiggs e Tifton 85.

Carvalho (2011) também encontrou maior proporção de colmos para o Jiggs (46,7%) do que para o Tifton 85 (32,2%) no verão o que é consistente com os resultados encontrados aqui. A proporção de material morto neste estudo foi maior para o Tifton 85, resultado que não foi encontrado por Cavalho (2011), que não encontrou efeito de capim para o material morto, apenas encontrou efeito de freqüência de corte. Sendo que as maiores proporções de material morto foram encontradas para 28 dias (4,2 %) e 42 dias (5,8%). Valores bem abaixo dos encontrados aqui que foram de 19,3 % e 23,9% para Jiggs e Tifton 85 respectivamente. Provavelmente isso ocorre devido aos animais selecionarem as folhas mais jovens durante o pastejo e por isso no material remanescente permanece folhas velhas que entram em senescência durante o próximo ciclo aumentando a proporção de material morto.

A semelhança nas respostas medidas nas duas estratégias no presente estudo é condizente com o que foi encontrado por Pedreira, Pedreira e Silva (2009) que estabeleceram descanso fixo de 28 dias, e dois descansos variáveis (95 e 100% IL) como estratégias de desfolhações para o capim Xaraés (*Brachiaria Brizantha* cv.

Xaraés). Os autores concluíram que apesar da estratégia de desfolhação determinada pelo calendário não ter gerado um padrão uniforme de respostas fisiológicas e estruturais de dossel ao longo da estação, os cronogramas de descanso fixo e 95%IL geraram resultados médios semelhantes para produção total de forragem, proporção de material morto e proporção de colmo no pré e pós-pastejo, além de porcentagem de colmo, de folha, e IAF pré-pastejo. O mesmo padrão de resposta foi constatado neste trabalho. Em outro trabalho dos mesmos autores (Pedreira; Pedreira; Silva, 2007) não foi encontrada diferença entre as médias de IL para os tratamentos em questão, além de não terem sido encontradas diferenças entre as taxas médias de acúmulo mensais durante a estação de crescimento.

A relação entre altura e IL foi melhor explicada por um modelo exponencial, que mostrou que o dossel de Tifton 85 atinge $IL = 95\%$ perto dos 22,5 cm de altura, valor maior do que o encontrado por Fagundes et al. (1999), que mediu 95% IL entre as alturas de 15 e 20 cm, em dosséis de Tifton 85 sob lotação contínua. Esta diferença em altura para a $IL = 95\%$ é devida às diferenças na estrutura do dossel que ocorrem devido ao regime de desfolhação adotado. O pastejo com lotação contínua nas alturas estudadas por Fagundes et al. (1999) resultou provavelmente em dosséis mais densos ou em alguns casos com ângulos foliares menores ou plantas mais prostradas alcançando $IL = 95\%$ em alturas menores do que os pastos manejados com lotação rotativa estudados nesse trabalho. Isso provavelmente ocorreu devido a poucas alterações nos dosséis por estarem em uma mesma condição durante todo o período experimental imposta por uma altura constante. No caso do presente estudo a lotação rotativa impõe condições variáveis para os dosséis, gerando estruturas de dossel diferentes ao longo de um mesmo ciclo.

Os dosséis do capim Jiggs atingiram 95% IL com 28,5 cm. Isso sugere que o Jiggs pode ser um bom material – talvez melhor que o Tifton 85 – para produção de feno. O valor médio de altura de dossel para $IL = 95\%$, considerando os dois cultivares foi de 25,5 cm o que se aproximou muito da altura pré-determinada como alvo nos piquetes manejados por altura.

3.4 Conclusões

O Tifton 85 é um capim com potencial conhecido e é tido como sendo o melhor cultivar do gênero *Cynodon* já lançado. Os resultados deste trabalho mostram que o capim Jiggs é igualmente produtivo e pode apresentar algumas vantagens, por produzir maior proporção de material verde com mesma proporção de folhas. É importante, todavia, que mais estudos sejam feitos que gerem informações principalmente sobre a características químico-bomatólogicas desses capins em condições semelhantes.

A estratégia de pastejo usando períodos fixos de descanso se mostrou uma ferramenta manejo prática e eficiente dentro das condições do presente estudo, uma vez que gerou resultados médios semelhantes àqueles da estratégia de pastejo que preconizou descanso variável e altura de 25 cm para início do pastejo.

Em ambos os casos a IL foi de aproximadamente 95% no momento do início do pastejo, o que indica que ambas geraram dosséis que, ao final do período de descanso estavam perto do ponto de maior capacidade fotossintética e IAF crítico. Na prática isso significa facilidades relacionadas ao manejo da pastagem, já que o manejo por altura pode não ser fácil para o produtor menos hábil, pelo menos no início de sua implantação, e devido à necessidade de áreas preparadas para receber animais em dias em que as áreas manejadas por altura não puderem ser pastejadas.

Referências

BARBOSA, M.A.F.; NASCIMENTO Jr., D.; CECATO, U. Dinâmica da pastagem e desempenho de novilhos em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, cidade, v.35, n.4,p.1594-1600, 2006(supl.).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1990. 634 p. (Boletim, 12).

BROUGHAM, R.M. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v. 9, n. 1, p. 39-52, 1957.

_____. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal Agriculture Research**, Melbourne, v. 7, n. 5, p. 377-387, 1956.

BURTON, G.W. Tifton 85 Bermudagrass: early history of its creation, selection, and evaluation. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 1, p. 5–6, 2001.

BURTON, G.W.; GATES, R.N.; HILL, G.M. Registration of 'Tifton 85' bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 644-645, 1993.

CARVALHO, C.A.B; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F. M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim 'Tifton 85' sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 591-600, 2000.

CARVALHO, M.S.S. **Desempenho agrônômico e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de corte**. 2011. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

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

DORE, R.T. **Comparing bermudagrass and bahagrass cultivars at different stages of harvest for dry matter yield and nutrient content**. 2006. 87 p. Thesis (Master. of Science) - Louisiana State University, Baton Rouge, 2006.

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

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”. Departamento de Engenharia de Biosistemas. **Base de dados da estação meteorológica automática**. Dados referentes a médias mensais de precipitação e temperatura: Piracicaba, período 2010 a 2011. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/automatica/pagina6.html>. Acesso em: 02 nov. 2011.

FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C. da; PEDREIRA, C.G.S.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B., SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 187-195, 2001

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

HILL, G.M.; GATES, R.N.; BURTON, G.W. Forage quality and grazing steer performance from 'Tifton 85' and Tifton 78 bermudagrass pastures. **Journal of Animal Science**, New York, v. 71, n. 12, p. 3219-3225, 1993.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Massey University: Longman Scientific & Technical, 1990. 203 p.

HUMPHREYS, L.R. Subtropical grass growth. II. Effects of variation in leaf area index in the field. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Science**, Brisbane, v. 23, n. 2, p. 337-358, 1966.

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.

MARCELINO, K.R.A.; VILELA, L.; LEITE, G.G.; GUERRA, A.F.; DIOGO, J.M.S. Manejo da adubação nitrogenada de tensões hídricas sobre a produção de matéria seca e índice de área foliar de Tifton 85 cultivado no cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 268-275, 2003

MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia- 1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, cidade, v.33, n.2, p.282-289, 2004.

MISLEVY, P.; MOTT, G.O.; MARTIN, F.G. Screening perennial forage s by mob-grazing technique . In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981, Lexington. **Proceedings...** Boulder: Westview Press, 1981. p.516-519.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 15-96.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; MARTINEZ y HUAMAN, R.G.; GOMIDE, J. A.; CECON, P.R.; DA SILVEIRA, P.R. Características morfogênicas e estruturais do capim-bermuda Tifton 85 (*Cynodon* spp) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1939-1948, 2000.

PEARCE, R.B.; BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Photosynthesis in plant communities as influenced by leaf angle. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 4, p. 321-324, 1967.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, S.C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 618-625, 2009

RADÜNZ, E. **A estrutura de gramíneas do gênero cynodon e o comportamento ingestivo de eqüinos**. 2005. 54 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System**, versão 9.2 para Windows®. Cary, 2004.

SHEEHY, J.E.; COOPER, J.P. Light interception, photosynthetic activity, and crop growth rate in canopies of six temperate forage grasses. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 239-250, 1973.

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

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

WARREN WILSON, J. Influence of spatial arrangement of foliage area on light interception and pasture growth. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, Reading. **Proceedings...** Oxford: Alden Press, 1961. p. 275- 279.

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

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

ZEFERINO, C.V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2006. 193p.

4 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE DOIS CAPINS DO GÊNERO *Cynodon* SOB DUAS ESTRATÉGIAS DE PASTEJO INTERMITENTE

Resumo

A análise de crescimento é uma ferramenta valiosa em pesquisa por facilitar a compreensão das adaptações morfofisiológicas das plantas às condições de meio e de manejo a que são submetidas. Tais adaptações definem os padrões de crescimento e de desenvolvimento das plantas de maneira simplificada, permitindo que os mecanismos que interferem no processo de acúmulo de forragem possam ser compreendidos e interpretados. O objetivo deste trabalho foi estudar o padrão de crescimento de dois capins do gênero *Cynodon*, Jiggs e Tifton 85, sob duas estratégias de desfolhação distintas, utilizando a análise de crescimento. O estudo foi desenvolvido em área experimental do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, SP. O experimento seguiu um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos correspondendo às combinações entre os dois capins e duas estratégias de pastejo (pastejos iniciados quando o dossel atingir 25 cm ou a cada 28 dias) e três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (parcelas), cada uma medindo 12,5 por 9,5 m, cercadas por cerca elétrica. A técnica de “mob-grazing” foi usada para a realização dos pastejos, empregando-se grupos de animais para desfolhações rápidas, mimetizando um cenário de lotação rotativa. O período experimental teve duração de 180 dias, a partir de 28 de outubro de 2010. O solo da área é um Nitossolo Vermelho eutroférico com horizonte A moderado e de textura argilosa/muito argilosa. A taxa de crescimento não sofreu efeito de cultivar, estratégia ou da interação entre cultivar x estratégia e apresentou valor médio de $15,24 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Os dois capins e duas estratégias se mostraram semelhantes quanto as taxas de crescimento relativo, com média de $0,018 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. A razão de área foliar não diferiu entre capins nem estratégias e nem sofreu efeito da interação, com média de $0,0047 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. A taxa de assimilação líquida também não sofreu efeito das causas de variação, com valor médio de $25,73 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. A razão de peso foliar diferiu entre capins, nas condições de pré e pós pastejo. A área foliar específica no pré-pastejo não sofreu efeito de capim ou estratégia e apresentou média de $0,0036 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. Em nenhuma das variáveis estudadas foi encontrada diferença entre as estratégias o que mostra que para as condições impostas neste experimento, a estratégia de desfolhação feita por calendário se mostrou tão eficiente quanto à estratégia por altura para o crescimento dos cultivares estudados. O capim Jiggs apresentou resultados bastante satisfatórios em crescimento mesmo apresentando condições desfavoráveis, como menor proporção de folhas no resíduo resultando em menor RPF no pós-pastejo.

Palavras-chaves: Tifton 85; Jiggs; Morfofisiologia vegetal; Estratégia de desfolhação; Pastejo rotativo

Abstract

Growth analysis is a valuable tool in research as it facilitates the understanding of morphophysiological adaptations of plants to environmental and management conditions. These adaptations define growth and development patterns of plants and are expressed in a simplified manner, allowing for the understanding of the mechanisms that interfere with the process of biomass accumulation. The objective of this work was to study the growth patterns of two forage grasses of the genus *Cynodon*, Jiggs and Tifton 85, under two different defoliation strategies using growth analysis. The study was conducted at the Department of Animal Science, "Luiz de Queiroz" College of Agriculture, Piracicaba-SP. The experiment followed a completely randomized design with four treatments corresponding to the combinations between two grazing strategies (grazing started when the canopy reaches 25 cm or every 28 days) and the grasses, with three replicates, totaling 12 experimental units (plots), each measuring 12.5 by 9.5 m. The "mob-grazing" technique was used for imposing defoliation. The experimental period was 180-d long, starting on October 28, 2010. Growth rate was not affected by grass, strategy or the interaction, averaging $15.24 \text{ g DM m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. The two grasses and two strategies were similar in relative growth rates, averaging $0.018 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$. Leaf area ratio did not differ between grasses or strategies and was not affected by the interaction, averaging $0.0047 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. Net assimilation rate was also not affected by any of the sources of variation, with a mean value of $25.73 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Leaf weight ratio (LWR) differed between grasses both at pre- and post-graze. Pre-graze specific leaf area was not affected by grass or strategy averaging $0.0036 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. None of the response variables was affected by grazing strategy, which suggests that a grazing schedule based on fixed rest periods resulted in similar performance compared to that under a variable rest period, for the grasses under study, and for the conditions of the experiment. Jiggs bermudagrass performed well, even with its low post-graze leaf area and low leaf proportion in the stubble, which resulted in low post-graze LWR.

Keywords: Tifton 85; Jiggs; Plant morphology; Plant physiology; Grazing Management; Rotational grazing

4.1 Introdução

A análise de crescimento é uma abordagem de pesquisa valiosa no estudo das culturas agrícolas por auxiliar na compreensão das adaptações morfofisiológicas das plantas às condições de meio e de manejo a que são submetidas. Tais condições definem os padrões de crescimento e de desenvolvimento das plantas de maneira simplificada (BENINCASA, 2003), permitindo que os mecanismos que

interferem no processo de acúmulo de fitomassa possam ser compreendidos e interpretados (BEADLE, 1993).

Em análise de crescimento o conceito de taxa de crescimento da cultura (TCC) ou absoluto (TCA) equivale ao conceito de acúmulo líquido, uma vez que exprerssa o resultado do balanço entre os processos de crescimento e senescência (HODGSON, 1990). No entanto, a análise de crescimento mostra o resultado de um conjunto de processos fisiológicos. Através das equações usadas na análise de crescimento é possível descrever os efeitos de fotossíntese, respiração, partição de fotoassimilados, e outros, 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).

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 plantas em comunidade, uma vez que permite descrever o crescimento final da cultura como um todo e a contribuição dos diferentes componentes na produção total. Radford (1967), unindo conceitos de vários autores, propôs um método para a análise de crescimento envolvendo uma descrição matemática que se baseia na variação de massa seca (MS) e de área foliar em função do tempo, acompanhada do cálculo das estimativas instantâneas dos diferentes atributos da análise de crescimento. Benincasa (2003), fez adaptações ao modelo proposto por Radford (1967) e segundo esses autores, as variáveis que descrevem a análise de crescimento são:

- taxa de crescimento da cultura (TCC) ou taxa de crescimento absoluto (TCA), definidas como o aumento em MS de planta por unidade de tempo, que corresponde a um indicador de produtividade;

- taxa de crescimento relativo (TCR), definida como o aumento da fitomassa da cultura por unidade de massa presente, e que possui dois componentes principais, a taxa de assimilação líquida (TAL) e a razão de área foliar (RAF);

- taxa de assimilação líquida (TAL) é definida como o aumento da massa seca da cultura por unidade de material assimilatório (área foliar) por unidade de tempo, e reflete a eficiência do sistema fotossintético;

- 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 CO₂) e

a massa total da cultura, e reflete, de certo modo, a partição dos carboidratos assimilados. A RAF pode ser desmembrada em outros dois componentes: área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF);

- área foliar específica (AFE) relaciona a superfície de folhas com o seu peso seco;

- razão de peso foliar (RPF) é a relação entre a massa seca de folhas e a massa seca total da cultura, numa dada área.

A partir dos resultados da análise de crescimento pode-se chegar às causas de variação em padrões de crescimento de espécies geneticamente diferentes ou crescendo em ambientes ou condições diferentes. Do ponto de vista agrônomo, a análise de crescimento pode servir 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), ou no caso de pastagens, pode ser usada com o intuito de descrever a curva de crescimento de capins sob diferentes estratégias de desfolhação.

Neste cenário o objetivo deste trabalho foi estudar o padrão de crescimento dos capins do gênero *Cynodon*, Jiggs e Tifton 85, sob duas estratégias de desfolhação imposta por frequências de pastejo distintas, utilizando a análise de crescimento proposta por Radford (1967) e adaptada por Benincasa (2003).

4.2 Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em uma área experimental do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pertencente à Universidade de São Paulo, município de Piracicaba-SP a 22°42'30" S e 47°30' W, com altitude 580 m. O clima é classificado (Sistema Köppen) 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 (BRASIL, 1990).

Foram estudados dois cultivares do gênero *Cynodon*, sendo um o Tifton 85 e outro o Jiggs, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com tratamentos correspondendo à combinação de capim e estratégia de pastejo (pastejos iniciados quando o dossel atingisse 25 cm ou a cada 28 dias) e três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (parcelas), cada uma medindo 12,5 por 9,5 m, cercadas por cerca elétrica. A técnica de “mob-grazing” foi usada

para a realização dos pastejos, empregando-se grupos de animais para desfolhações rápidas, mimetizando um cenário de lotação rotativa. O período experimental teve duração de 180 dias, de 26 de outubro de 2010 a 28 de abril de 2011. O solo da área é classificado como um Nitossolo Vermelho eutroférico com horizonte A moderado e de textura argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 1999).

As precipitações, temperatura mínima, média e máxima em °C do período que o experimento foi conduzido estão apresentadas na Figura 3.2. Os dados climáticos foram coletados no Posto Meteorológico da Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ, 2011), distante 1 km da área experimental.

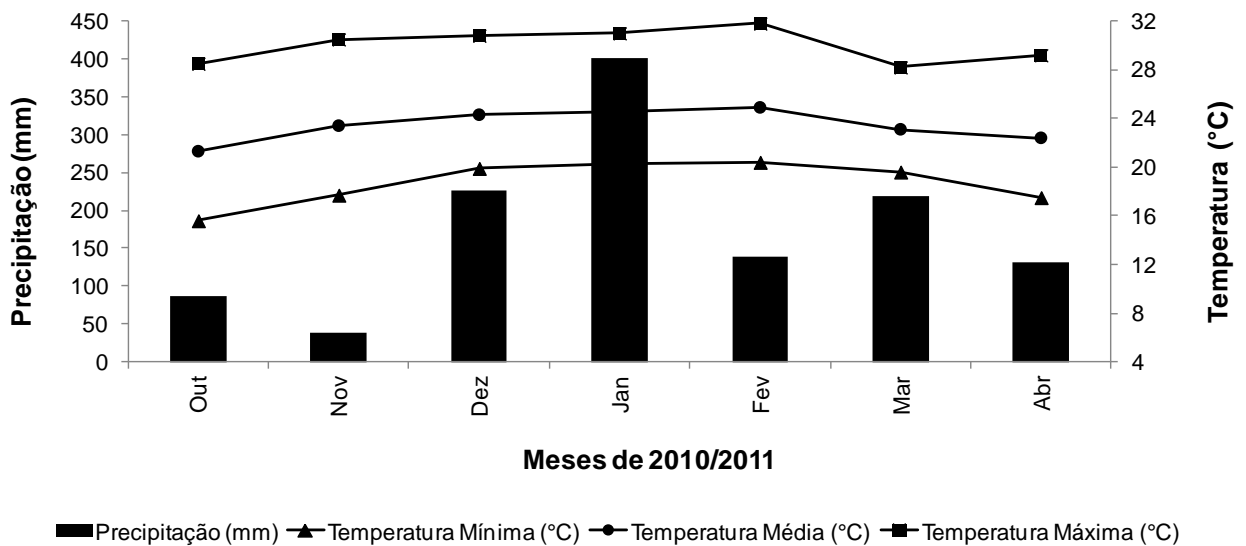


Figura 4.2 – Precipitação (mm), temperatura mínima, média e máxima em °C observadas durante o período de desenvolvimento do experimento. Piracicaba-SP, 2011

Foram realizadas adubações de produção com 260 kg ha⁻¹ de N e K₂O durante o período experimental, simulando um sistema de produção intensivo de forragem sob desfolhação intermitente. Para tanto, adubações manuais foram realizadas, após o corte no dia zero e imediatamente após cada pastejo, levando em consideração o número de dias do ciclo anterior de maneira que ao final todos os piquetes receberam a mesma quantidade de fertilizantes. Os pastos foram estabelecidos no verão 2009/2010 e passaram por um período de adaptação antes do início do experimento. Cercas para contenção dos animais nos piquetes foram feitas, e áreas adjacentes foram preparadas para o recebimento dos animais nos períodos entre pastejos.

Amostras de terra foram coletadas para verificação da fertilidade do solo, que não necessitou de correção (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Propriedades químicas* do solo proveniente área experimental. Piracicaba – SP, 2011

pH (CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P (resina) mg dm ⁻³	K ----- -----	Ca	Mg mmol _c dm ⁻³	H+Al -----	SB -----	T	V%	SO ₄ mg dm ⁻³
5,8	24	39	5,3	58	31	25	94	119	79	14

No dia “zero” (26/10/2010) foi feito um corte com motosssegadora regulada para cortar na altura de 8 cm para que todas as parcelas tivessem início da rebrotação no mesmo momento

Após o corte de uniformização foi iniciado o monitoramento das condições de altura do dossel nas unidades experimentais. Esse controle foi feito por meio de medições semanais de altura em 30 locais por piquete. Foram trazidos às parcelas os animais necessários para rebaixar a altura até a altura de resíduo em no máximo dois dias, em geral eram necessários de 5 a 10 animais por piquete para fazer o rebaixamento em dois dias. No caso das parcelas que foram pastejadas com 25 cm os animais foram trazidos, para a realização do pastejo em cada parcela quando ela atingisse a altura pré-determinada, as parcelas com período de descanso fixo foram pastejadas seguindo período de descanso de 28 dias. Os pastejos foram encerrados quando a altura média do dossel atingia 10 cm no piquete.

A massa de forragem (MF) foi quantificada indiretamente em cada piquete imediatamente antes e após cada pastejo. Para isso foi usado um disco medidor (prato ascendente), com o qual foram feitas 30 leituras por piquete, sendo a MF dada pela média dessas 30 leituras. Para conversão das leituras em MF, o prato foi calibrado periodicamente, tanto para a condição pré como para a condição pós-pastejo. Após a escolha do modelo de calibração, os valores de MF pré e pós-pastejo foram calculados. Em cada evento de calibração, foram selecionadas estações de amostragem designada como MF máxima, média e mínima. A estação designada como de MF média foi processada ainda fresca, em contraste com as de MF máxima e MF mínima. Enquanto que estas foram levadas à estufa de ar forçado a 65 °C e em seguida pesadas, logo após a coleta a de MF média era levada fresca

ao laboratório e separada nos seus componentes morfológicos (folhas, colmo, e material morto). A fração folha foi sub-amostrada e a sub-amostra foi escaneada num integrador de área foliar LI-3100 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA). Em seguida a sub-amostra de folhas foi seca em estufa de ar forçado e pesada em balança de precisão. O valor de peso específico dessa fração ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) foi usado para calcular o IAF do piquete naquela data. Procedimento similar foi seguido no pós-pastejo.

As variáveis taxa de crescimento absoluto (TCA; $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$), taxa de crescimento relativo (TCR; $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$), taxa de assimilação líquida (TAL; $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$), razão de área foliar (RAF; $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$), razão de peso foliar (RPF; g g^{-1}) e área foliar específica (AFE; $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) foram calculadas a partir dos valores de MT e IAF, conforme o modelo adaptado por Benincasa (2003), (eq. 2), (eq. 3), (eq. 4), (eq. 5), (eq. 6) e (eq. 7);

$$\text{TCA} = \frac{(P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

$$\text{TCR} = \frac{(\ln P_2 - \ln P_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (3)$$

$$\text{TAL} = \frac{(P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1)} \times \frac{(\ln A F_2 - \ln A F_1)}{(A F_2 - A F_1)} \quad (4)$$

$$\text{RAF} = \frac{1}{2} \left(\left(\frac{A F_1}{P_1} \right) + \left(\frac{A F_2}{P_2} \right) \right) \quad (5)$$

$$\text{RPF} = \frac{\text{MF}}{\text{MT}} \quad (6)$$

$$\text{AFE} = \frac{\text{AF}}{\text{MF}} \quad (7)$$

Em que: P_1 e P_2 são os valores de massa seca total colhida (MT) 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; MF é a massa seca de folhas; e AF é a área foliar. Vale a pena ressaltar que neste trabalho foi utilizado o modelo adaptado por Benincasa (2003), em que a variável TCA equivale a variável TCC, proposta por Radford (1967).

A análise estatística foi realizada utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.2 para Windows®, (SAS INSTITUTE, 2004). Foram considerados como efeitos fixos capim e estratégia de desfolhação. Na escolha da matriz de variância e covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Assim, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (estratégia e capim, e para o caso de AFE, que é uma medida momentânea e foi calculada para pré e pós pastejo, foi usado condição de pré ou pós-pastejo também como causa de variação) bem como das interações entre elas. Todo o conjunto de dados foi testado de forma a assegurar que as prerrogativas básicas da análise de variância fossem atendidas e, quando necessário, transformações dos dados foram realizadas antes da análise de variância. A comparação entre médias foi feita por meio do teste de comparação de médias Tukey e nível de significância de 5%.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Resultados

4.3.1.1 Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

A TCA não foi afetada por cultivar ($P=0,1061$), nem por estratégia ($P=0,1489$) e nem pela interação cultivar x estratégia ($P=0,6167$) e apresentou valor médio para os dois cultivares e duas estratégias de $15,24 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

4.3.1.2 Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

A TCR não foi afetada por cultivar ($P=0,6325$) nem por estratégia ($P=0,1449$) e nem pela interação cultivar x estratégia ($P=0,9042$), apresentando média de $0,041 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

4.3.1.3 Razão de Área Foliar (RAF)

A RAF não sofreu efeito de cultivar ($P=0,3401$), estratégia ($P=0,8568$) ou da interação ($P=0,5138$), e apresentou média de $0,0047 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$;

4.3.1.4 Área Foliar Específica (AFE)

A área foliar específica (AFE) foi avaliada em dois momentos do ciclo, pré e pós-pastejo, para os ciclos em que foi realizado as amostragens usadas para análise de crescimento, e na tentativa de observar se existem diferenças nas folhas presentes nos dois momentos a condição (pré ou pós pastejo) foi incorporada à análise neste caso. Assim a AFE sofreu efeito apenas de condição ($P=0,0008$), não tendo sido afetada por cultivar ($P=0,5328$) ou estratégia ($P=0,7310$), nem pelas interações cultivar x estratégia ($P=0,4215$), cultivar x condição ($P=0,3156$), ou ainda pela interação cultivar x capim x condição ($P=0,4713$). A AFE apresentou médias de $34,9 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ no pós-pastejo e $55,2 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ no pré-pastejo.

4.3.1.5 Taxa de Assimilação Líquida (TAL)

A TAL também não sofreu efeito de cultivar ($P=0,1771$), estratégia ($P=0,3684$), ou da interação cultivar x estratégia ($P=0,3323$), e apresentou valor médio de $59,25 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

4.3.1.6 Razão de Peso Foliar (RPF)

Neste estudo pode se observar diferenças de RPF entre os cultivares para as condições de pré e pós pastejo (Figuras 4.3 e 4.4).

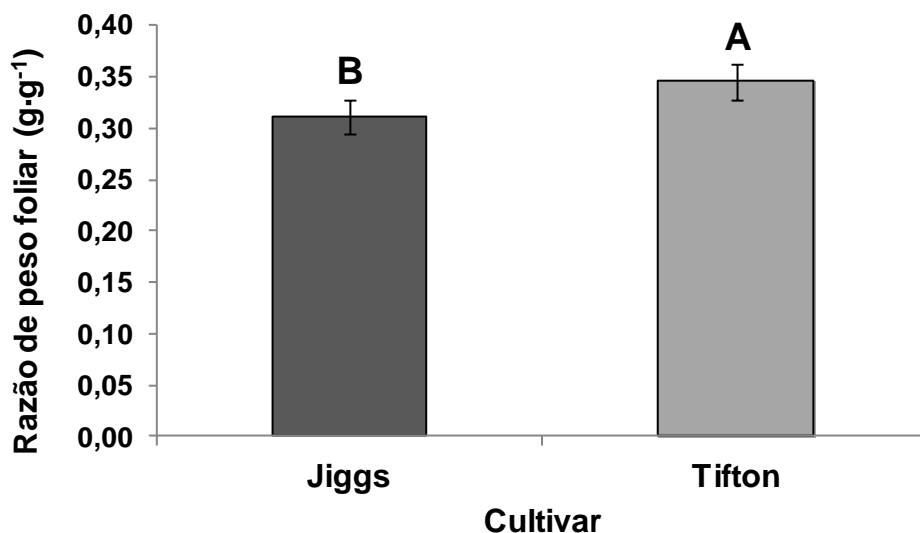


Figura 4.3 - Razão de peso foliar para os cultivares Jiggs e Tifton 85 no momento de pré-pastejo. Piracicaba – SP, 2011

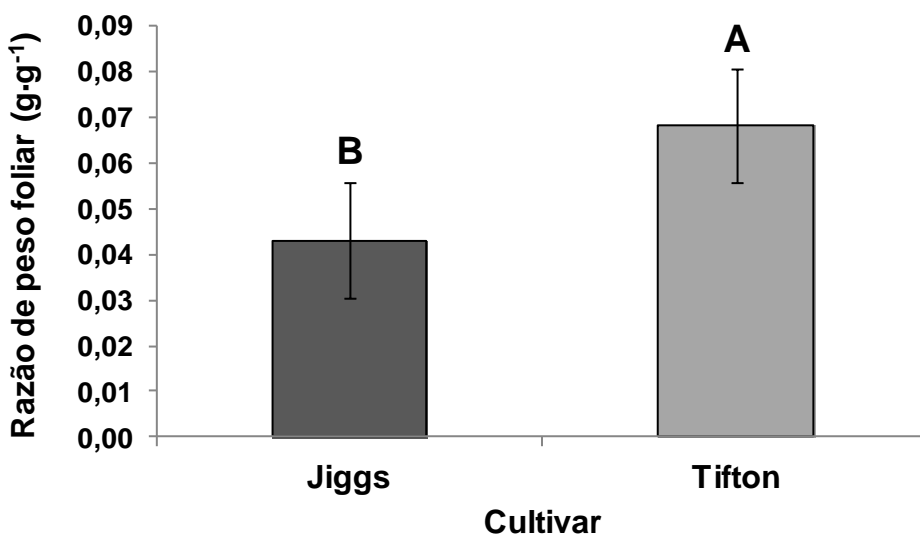


Figura 4.4 - Razão de peso foliar para os cultivares Jiggs e Tifton 85 no momento de pós-pastejo. Piracicaba – SP, 2011

4.3.2 Discussão

Neste estudo a análise de crescimento foi feita usando apenas valores de início e fim do ciclo de rebrotação, aproveitando as amostragens feitas para determinação das características estruturais e produção de forragem e usando equações para encontrar os valores médios dos ciclos. No entanto, apesar da vantagem de facilitar o trabalho de campo, esta opção metodológica teve como limitação de uso o fato de não possibilitar que se encontrassem as curvas de crescimento para os capins e estratégias estudadas. Isso pode ter sido o principal fator para não terem sido encontradas diferenças entre os tratamentos para a maioria das variáveis.

A grande maioria dos trabalhos da literatura descrevem as curvas de repostas para as variáveis de análise de crescimento. Assim a comparação dos resultados encontrados neste trabalho com os trabalhos da literatura foi dificultada, de maneira que em alguns casos foi necessário encontrar as médias dos valores apresentados em outros trabalhos ou comparar os valores deste estudo com valores pontuais da curva de crescimento de outros estudos.

Neste estudo a análise de crescimento mostra a semelhança entre os dois cultivares estudados, uma vez que não foi encontrada diferença entre eles para as variáveis TCA, TCR, TAL e RAF. Essas semelhanças deixam claro que apesar de massas de forragem diferentes em condições de pré e pós-pastejo, o que sugere curvas de crescimento diferentes, o crescimento final dos capins, ou seja na média, ocorreu de forma semelhante, o que resultou em mesma produção de forragem.

A TCA média dos dois cultivares de $15,24 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ é inferior à encontrada por Carvalho (2011) para os capins Tifton 85, Jiggs e Vaquero (*Cynodon dactylon*), sob corte com frequência de 28 dias, no verão, que foi de $18,6 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. No entanto, foi maior do que a taxa encontrada por aquele autor para a frequência de 14 dias que foi de $6,7 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Isto pode ter ocorrido pelo fato de que durante o pastejo a retirada de folhas é maior, deixando no resíduo uma menor proporção de folhas o que prejudicaria a velocidade da rebrotação. Adicionalmente, o intervalo entre pastejos para a estratégia de desfolhação de altura de 25 cm foi menor do que 28 dias em alguns ciclos o que pode ter feito com que a TCA se aproximasse, nesses ciclos mais para o valor encontrado no estudo de Carvalho (2011) para a frequência de 14 dias, reduzindo assim a TCA média.

Segundo Benincasa (2003) a taxa de crescimento relativo (TCR) é o crescimento de uma planta ou de qualquer órgão da planta em função do tamanho inicial, isto é, o aumento de peso está relacionado ao peso no início do ciclo de rebrotação. A TCR média de $0,041 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para a para os dois cultivares e estratégias aqui estudados é superior aos $0,02 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ encontrados por Alexandrino, Gomide e Gomide (2005) trabalhando com *Panicum maximum* cv. Mombaça aos 28 dias de rebrotação. Todavia, esse valor é inferior aos $0,066 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ encontrados por Oliveira et al. (2000) para o Tifton 85 aos 28 dias de rebrotação, sob corte. Isso ocorreu provavelmente pelo mesmo motivo que levou aos valores baixos de TCA, devido à quantidade de folhas e provável potencial fotossintético no material remanescente, que em situação de pastejo é inferior àquele de dosséis sob corte, uma vez que os animais em pastejo são seletivos e exercem preferência por folhas, deixando assim um resíduo com menor proporção de folhas, além de que as folhas que ficam são folhas mais velhas.

A maneira como ocorre o crescimento de plantas e a velocidade em que ocorre é dependente de outras duas características, a RAF (que expressa a área foliar útil para a fotossíntese) e a TAL (que expressa a taxa de fotossíntese líquida) (BENINCASA, 2003).

A TAL é a massa seca produzida por unidade de área foliar por unidade de tempo (BENINCASA, 2003), e a AFE podem afetar a capacidade da cultura em manter o balanço de carbono positivo. Gramíneas que apresentam TAL e RAF ou AFE baixas em casos de desfolhações frequentes ou severas tem a TAL prejudicada principalmente pelo IAF residual e a AFE. Uma menor a AFE indica menor área foliar para a fotossíntese, uma vez que a menor AFE significa maior número ou tamanho de células do mesófilo foliar para a mesma superfície exposta. A AFE média encontrada neste estudo está bem abaixo da reportada por Oliveira et al. (2000) de $0,0275 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ para 28 dias de rebrotação no capim Tifton 85. No presente estudo, o fato de não terem sido encontradas diferenças de AFE entre cultivares sugere semelhança anatômica entre as folhas desses cultivares, embora isso ainda precise ser confirmado em estudo específicos para esse fim.

A diferença entre as AFEs do pré e do pós-pastejo está relacionada com as diferenças na idade média das folhas presentes em cada condição. No pós-pastejo, dependendo do manejo, é de se esperar que a maioria das folhas seja de folhas velhas e já estejam em senescência, enquanto que no pré pastejo existe uma

grande quantidade de folhas jovens ainda em expansão que possuem área foliar menor, porém com tamanho de células do mesófilo bem maiores em uma mesma área, o que lhes confere maior AFE. No entanto no presente estudo não foi observada diferença de AFE entre as estratégias de desfolhação, o que sugere a estratégia de desfolhação com dias fixos como uma alternativa viável para as condições impostas.

Mott et al. (1992), investigando o efeito da desfolhação sobre a persistência de gramíneas forrageiras, observaram que espécies menos tolerantes à desfolhação apresentaram menor capacidade de manter balanço de carbono positivo após desfolhação, o que pode ser resultado de TAL e AFE reduzidas, e também pela grande proporção de bainhas foliares residuais, tecidos reconhecidamente de baixa capacidade fotossintética. No presente estudo, o capim Jiggs apresentou baixa proporção de folhas no pós pastejo (4,5% vs. 9% para o Tifton 85), com a mesma área foliar específica, o que explicaria uma TAL menor do Jiggs do que do Tifton. No entanto não houve diferença entre as TALs, sendo a média de $59,25 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, valor muito superior ao encontrado por Carvalho (2011) para Tifton 85 e Jiggs, que foi na média para as frequências de 14, 28 e 42 dias, $12,5 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para Tifton 85 e $12,8 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para Jiggs. A TAL média também foi bastante superior à encontrada por Oliveira et al. (2000) que mediram $4,88 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para o Tifton 85 aos 28 dias de rebrotação.

Gomide, Gomide e Alexandrino (2003), analisando o crescimento de *Panicum maximum* cv. Mombaça cultivado em vasos relataram redução progressiva da TAL durante a rebrotação e a existência de efeito da duração do crescimento anterior à desfolhação sobre essa variável. Assim, plantas desfolhadas aos 16 dias apresentaram TAL decrescente a partir de um valor inicial de $39,9 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Por outro lado, plantas desfolhadas após 37 dias de crescimento apresentaram valor negativo de TAL no início da rebrotação, seguido de valores crescentes e posterior redução. Menores valores de RAF foram observados na rebrotação após corte aos 37 dias, decorrentes da maior biomassa residual.

Pereira et al. (2011) encontraram valores de RAF entre $0,0057$ a $0,0102 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ trabalhando com capim Coastcross 1 sob cortes a cada 28 e 42 dias combinadas com adubações de 0, 100, 200, 300 e 400 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N, sendo a menor encontrada para corte a cada 28 dias sem adubação e a maior para 28 dias com 300 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N, que foi semelhante à encontrada para a dose de 400 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$

de N na mesma freqüência de corte. As RAFs para todas as doses usadas e freqüência de 42 dias ficaram dentro deste intervalo. No presente estudo a RAF média foi $0,0047 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, abaixo do intervalo encontrado por Pereira et al. (2011), provavelmente devido a diferenças anatômicas entre os capins estudados no presente estudo e o capim estudado por Pereira, apesar de serem do mesmo gênero. No entanto como não houve diferença entre os dois capins estudados aqui podemos presumir que haja certas semelhanças anatômicas entre eles.

A comparação entre estratégias de desfolhação com altura como parâmetro de entrada e o uso de freqüência determinada por períodos fixos de descanso, não parece evidenciar ganhos significativos de uma estratégia sobre outra em termos de crescimento, ao menos durante o verão agrostológico e com os níveis de fertilidade de solo reinantes no transcorrer deste estudo. Isso pode gerar o questionamento sobre as dificuldades de planejamento e controle dos pastos que ocorrem ao se adotar a estratégia de desfolhação por altura (intervalos de pastejo variáveis), frente à facilidade operacional de se trabalhar com intervalos fixos de descanso do pasto. Apesar de não obedecer a parâmetros fisiológicos da planta, a estratégia de descanso fixo não diferiu em resultados médios, daquilo que resultou de intervalos variáveis.

4.4 Conclusões

O cultivar Jiggs alcançou mesmas taxas de crescimento absoluto e relativo médias que Tifton 85, mesmo apresentando um aparato fotossintético menor, já que apresentou menor razão de peso foliar. Nesse contexto, são necessários mais estudos para esclarecer o papel dos carboidratos de reserva na fase inicial de rebrotação desses capins sob essas estratégias de desfolhação.

A estratégia de manejo não afetou a TCA e TCR dos capins. Pode-se afirmar então que o manejo usando dias fixos de descanso, nos níveis de adubação e condições impostas, foi uma ferramenta capaz de gerar bons resultados de TCA, comparado a técnicas relacionadas ao controle da desfolhação que procuram o melhor momento de colheita do ponto de vista fisiológico.

Referências

- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2164-2173, 2005. Suplemento.
- BEADLE, D.L. Growth analysis. In: HALL, D.O.; BOLHARNORDENKAMPF, H.R.; LEEGOOD, R.C.; LONG, S.P. **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and a laboratory manual**. London: Pergamon Press, 1993. p.36-46.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1990. 634p. (Boletim 12).
- CARVALHO, M.S.S. **Desempenho agrônômico e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de corte**. 2011. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p. (Produção de Informação).
- ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”. Departamento de Engenharia de Biosistemas. **Base de dados da estação meteorológica automática**. Dados referentes a médias mensais de precipitação e temperatura: Piracicaba, período 2010 a 2011. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/automatica/pagina6.html>. Acesso em: 02 nov. 2011.
- GOMIDE, C.A.M. **Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* (Jacq.)**. 1997. 53p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; ALEXANDRINO, E. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e rebrotação do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 795-803, ago. 2003.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Massey University: Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.

MOTT, J.J.; LUDLOW, M.M.; RICHARDS, J.H.; PARSONS, A. D. Effects of moisture supply in the dry season and subsequent defoliation on persistence of the savanna grasses *Themeda triandra*, *Heteropogon contortus* and *Panicum maximum*.

Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, v. 43, n. 1, p. 241-260, 1992.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GOMIDE, J.A.; MARTINEZ Y HUAMAN, C.A.; 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.

PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, M.A.; PINTO, J.C.; SANTOS, M.E.R., RIBEIRO, K.G.; CECON, P.R. Análise de crescimento do capim Coastcross-1 sob adubação nitrogenada em duas idades de rebrotação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 10, p. 2121-2128, 2011

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

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System**, versão 9.2 para Windows®. Cary, 2004).

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

5 CONCLUSÕES GERAIS

Pode-se concluir que o Tifton 85 e o Jiggs são capins com características produtivas muito semelhantes, o que confere ao Jiggs um grande potencial, frente a todo o conhecimento que já se acumula sobre as virtudes do capim Tifton 85, amplamente divulgadas na literatura.

São necessários outros experimentos com o capim Jiggs, para gerar conhecimentos a respeito de suas características químico-bromatológicas do potencial de produção animal, e de seu desempenho nos sistemas de produção pecuários, para então poder identificar práticas de manejo ótimas, que permitam recomendar esse cultivar com confiança e segurança.

No presente estudo não foram detectadas diferenças de produção entre os capins em questão, nem entre as estratégias de manejo. Por um lado, do ponto de vista prático isso sugere a possibilidade de se poder desfrutar das facilidades relacionadas ao manejo da pastagem, já que o manejo por altura de entrada geralmente requer mais habilidades e comprometimento do manejador. Por outro lado, os dados deste estudo certamente não representam uma ampla gama de situações envolvendo ambientes edafoclimáticos distintos e foi conduzido em um local, por um ano, com uma taxa de adubação nitrogenada. Talvez para outras regiões ou níveis de adubações maiores do que o aplicado neste estudo, a estratégia de desfolhação por altura possa ser mais vantajosa devido ao intervalo fixo de 28 dias ser longo demais e resultar em “pasto passado”. As equações geradas para a calibração do prato ascendente são ferramentas valiosas na determinação de massa de forragem indiretamente, e podem auxiliar o planejamento e a decisão dos pecuaristas.

APÉNDICE

APÊNDICE A - Calibração do prato ascendente

Nas datas de calibração foram escolhidas três estações dentro do piquete, representando MF máxima, média, e mínima. Em cada uma dessas estações foi feita a leitura com o prato e em seguida a forragem foi cortada dentro de uma moldura circular de 0,25 m² ao nível do solo com tosquiadeiras elétricas movidas por gerador.

Para encontrar os melhores modelos de calibração as variáveis estratégia, cultivar e condição (pré ou pós-pastejo) foram adicionadas à análise como Variáveis Dummy. e foi feita análise de variância para verificar quais delas apresentavam efeito sobre as regressões. Após a determinação das equações de regressão foram feitos testes de igualdade de interceptos, paralelismo e coincidência.

Os modelos sofreram efeito de cultivar (P=0,0002), condição (Pré e Pós-Pastejo) (P<0,0001) e interações entre cultivar e condição (P=0,0198). No entanto não sofreu efeito de estratégia (P=0,2958).

Tabela 1 - Parâmetros dos modelos de regressão linear de forragem em pastos formados por cultivares de *Cynodon* spp. pelo método do prato ascendente. Piracicaba-SP, 2011

Condição	n ^(a)	a ^(b)	b ^(c)	r ^{2(d)}	CV(% ^(e))	EPR ^(f)
Jiggs						
Pré-pastejo	55	560,74	142,56	0,66	24,94	1248,91
Pós-pastejo	59	220,82	137,65	0,60	24,94	1102,21
Tifton 85						
Pré-pastejo	54	2281,60	120,27	0,61	21,88	1429,67
Pós-pastejo	59	706,81	130,57	0,53	32,22	1057,85

^(a) Número de observações; ^(b) intercepto; ^(c) coeficiente de inclinação; ^(d) coeficiente de determinação; ^(e) coeficiente de variação; ^(f) erro-padrão da regressão (raiz quadrada do quadrado médio do resíduo da regressão).

Testes de comparação de modelos de regressão

Para os testes de igualdade de intercepto, paralelismo e coincidência as hipóteses de nulidade são consideradas da seguinte forma: eq. (8), eq. (9) e eq. (10), respectivamente:

$$H_0 = a_1 = a_2 \quad (8)$$

$$H_0 = b_1 = b_2 \quad (9)$$

$$H_0 = b_1 = b_2; H_0 = a_1 = a_2 \quad (10)$$

Portanto quando os valores de probabilidade ($Pr > F$) dos testes estatísticos forem menores do que α ($\alpha=0,05$) rejeita-se a hipótese de nulidade e pode se afirmar que existem evidências estatísticas que mostram que os parâmetros testados não são iguais. Os valores de probabilidade dos testes de igualdade de intercepto, paralelismo e coincidência estão apresentados respectivamente nas Tabelas 3.3, 3.4 e 3.5.

Tabela 2 – Valores de Probabilidade (P) do teste estatístico de igualdade de intercepto entre as equações de regressão. Piracicaba-SP, 2011

	Jiggs Pré	Jiggs Pós	Tifton 85 Pré	Tifton 85 Pós
Jiggs Pré	--	0,2359	0,0012	0,7532
Jiggs Pós	0,2359	--	<0,0001	0,0924
Tifton 85 Pré	0,0012	<0,0001	--	0,0028
Tifton 85 Pós	0,7532	0,0924	0,0028	--

Tabela 3 – Valores de Probabilidade (P) do teste estatístico de paralelismo entre as equações de regressão. Piracicaba-SP, 2011

	Jiggs Pré	Jiggs Pós	Tifton 85 Pré	Tifton 85 Pós
Jiggs Pré	--	0,7391	0,0948	0,3876
Jiggs Pós	0,7391	--	0,2414	0,6315
Tifton 85 Pré	0,0948	0,2414	--	0,4355
Tifton 85 Pós	0,3876	0,6315	0,4355	--

Tabela 4 – Valores de Probabilidade (P) do teste estatístico de coincidência entre as equações de regressão. Piracicaba-SP, 2011

	Jiggs Pré	Jiggs Pós	Tifton 85 Pré	Tifton 85 Pós
Jiggs Pré	--	0,0170	<0,0001	0,2876
Jiggs Pós	0,0170	--		0,0403
Tifton 85 Pré	<0,0001	<0,0001	--	<0,0001
Tifton 85 Pós	0,2876	0,0403	<0,0001	--

Apenas as equações para Tifton 85 na condição pós e para o Jiggs na condição pré são coincidentes. Na prática isso significa que o uso de qualquer uma das equações para as situações em que foram feitas as calibrações resultaria em resultados semelhantes. Todas as equações são paralelas entre si e somente as equações para Jiggs pós, Jiggs pré e Tifton 85 pós não apresentam diferença entre os interceptos.