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

**Respostas morfogênicas e dinâmica de acúmulo de forragem do capim-xaraés
[*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetido a estratégias de
pastejo rotativo**

Felipe Curcelli

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

**Piracicaba
2009**

Felipe Curcelli

Zootecnista

Respostas morfogênicas e dinâmica de acúmulo de forragem do capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetido a estratégias de pastejo rotativo

Orientador:

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

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

Piracicaba
2009

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

Curcelli, Felipe

Respostas morfogênicas e dinâmica de acúmulo de forragem do capim-xaraés
[*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetido a estratégias de pastejo
rotativo / Felipe Curcelli. - - Piracicaba, 2009.
90 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Capim-xaraés 2. Dossel (Botânica) 3. Morfogênese vegetal 4. Pastejo 5. Rotação de
culturas I. Título

CDD 633.2
C975r

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

DEDICO

Aos meus pais ***Solange de Fátima Masieiro e Paulo Silvestre Curcelli*** carinho e dedicação

As minhas irmãs ***Daniela Curcelli e Gabriela Curcelli*** companheirismo

A minha avó ***Maria Aparecida Palladino Curcelli*** exemplo de vida

Aos meus tios, ***Emílio Carlos Curcelli e Lara Martins Curcelli***, apoio incondicional

OFEREÇO

A minha namorada ***Carina Leonelli***, pelo seu amor, amizade e companheirismo

AGRADECIMENTOS

A toda a minha família, pais, irmãs, avós, tios e primos, que em algum momento até aqui cruzaram em minha vida e deixaram lições, que serviram como inspiração para minha vida.

A UNESP/Botucatu da qual me orgulho de ser formado e com enorme carinho me tratou nos cinco anos de graduação e principalmente, recentemente com o meu retorno.

A República Cortiço, – UNESP/Botucatu –, em nome de Bira, Osama, Garça, Dengue, Tong-Põ, Bantel Novo, Bantel Véio, Jeremias, Pingüim, Verdão, Frufru, Cozinheiro, Senhorito, Florentim e Preto Dinamite Boom, onde passei grande parte da minha graduação e foi cenário de vários momentos de alegria e diversão. A República Copacabana –ESALQ/USP –, em nome de Txarli, Snuq, Ximbas, Iscol, Virtual, Travado, Ramalhão, Maguilinha, Subako e Vaza, na qual fui tão bem recebido, me surpreendendo o clima de família que encontrei nesta casa.

Ao Prof. Carlos Guilherme Silveira Pedreira pela confiança concedida e orientação, com muita paciência e ensinamentos, neste trabalho.

Ao Prof. Sila Carneiro da Silva pelos conhecimentos passados e que sempre estava disponível para nos atender e esclarecer nossas dúvidas.

Ao Dr. Gustavo José Braga, que prontamente aceitou nosso convite como membro da banca.

As pessoas que trabalham no Departamento de Zootecnia, que inúmeras vezes durante este trabalho foram de fundamental importância para o andamento do experimento.

Aos meus colegas de experimento na área experimental, Bruno Carneiro Pedreira, Cacília Leonelli e Daniel Colluci, pela paciência e competência dispensada neste experimento.

Aos demais colegas de laboratório Fábio Caminha, Adenilson José Paiva, Lilian E. Techio Pereira, Julio Kuhn Trindade, Priscila de Mesquita, Salim Jacaúna de Souza Júnior, Vitor Del Álamo Guarda. Agradeço ao Cauê Zeferino, Juruna, que me ajudou no processamentos dos dados, mesmo estando a centenas de km de Piracicaba. Ao Felipe Tonato, Márcio André Stefanelli Lara e Renata La Guardia Nave. Em especial agradeço a Jorge Nunes Portela por se mostrar, mesmo com pouco tempo de convivência, um grande parceiro.

Aos meus amigos de sempre Leonardo Ferrão, Leandro Dário Faustino Dias, Fernando Teixeira Penteado Filho e Daniel Galvão, que desde o colegial compartilham comigo muito de minha vida.

Experiência não é o que acontece com um homem; é o que um homem faz com o que lhe acontece.

Aldous Huxley

Tenho o desejo de realizar uma tarefa importante na vida. Mas meu primeiro dever está em realizar humildes coisas como se fossem grandes e nobres.

Helen Keller

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE TABELAS.....	17
LISTA DE ABREVIATURAS.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1 Morfogênese em plantas forrageiras sob desfolhação.....	25
2.1.1 Taxa de alongamento de colmo.....	27
2.1.2 Taxa de alongamento de folha.....	28
2.1.3 Taxa de aparecimento de folha.....	29
2.1.4 Duração de vida da folha.....	30
2.1.5 Comprimento final da folha.....	31
2.1.6 Densidade populacional de perfilhos.....	31
2.1.7 Número de folhas vivas por perfilho.....	32
2.2 Dinâmica do acúmulo de forragem em pastagens.....	33
3 OBJETIVO.....	37
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1 Período e local do experimento.....	39
4.2 Caracterização edafo-climática.....	39
4.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	40
4.4 Condução do experimento e monitoramento das condições experimentais.....	41
4.5 Cálculo das variáveis-resposta a partir dos dados de campo.....	45
4.6 Análise estatística.....	47
5 RESULTADOS.....	49
5.1 Altura, massa e forragem (MF), acúmulo de forragem, índice de área da folhagem (IAFo) e interceptação luminosa (IL).....	49
5.2 Respostas morfogênicas.....	54
5.3 Características estruturais do dossel.....	58
5.4 Dinâmica do acúmulo de forragem.....	62
DISCUSSÃO.....	65

6.1 Respostas morfogênicas e estruturais.....	65
6.2 Dinâmica do acúmulo de matéria seca.....	72
7 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS.....	75
8 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS	79
ANEXO.....	89

RESUMO

Respostas morfogênicas e dinâmica de acúmulo de forragem do capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetido a estratégias de pastejo rotativo

O estudo da morfogênese e da dinâmica de acúmulo de forragem possibilita melhor entendimento dos processos fisiológicos da planta em resposta a práticas de manejo empregadas. O presente estudo foi conduzido em uma área pertencente ao Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, estabelecida com o capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. RICH) STAPF. cv. Xaraés], durante o verão agrostológico de 2006/2007. O objetivo do estudo foi comparar as respostas morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido a estratégias de pastejo rotativo em janelas temporais pré-estabelecidas, perfazendo um verão agrostológico, para estabelecer possíveis contrastes nas respostas dessa espécie a intervalos de rebrotação variáveis. O experimento envolveu três tratamentos baseados em intervalo de pastejo: a cada 28 dias ou sempre que a interceptação de luz (IL) pelo dossel forrageiro atingisse 95% ou 100% durante a rebrotação. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com três repetições. Os dados foram coletados em três momentos durante o verão agrostológico, correspondentes aos meses de Out/Nov, Dez/Jan e Fev/Mar. Foram avaliadas as seguintes variáveis-reposta: densidade populacional de perfilhos (DPP) aéreos e basais, altura do dossel, massa de forragem, relação folha:colmo pré-pastejo (F:C), índice de área da folhagem (IAFo), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de senescência de folhas (TSeF), taxa de alongamento de colmos (TAIC), comprimento final da folha (CFF), comprimento do colmo (colmo + pseudo-colmo) (CC), número de folhas vivas por perfilho (NFV), filocrono (Fil), duração de vida da folha (DVF) e taxa de crescimento de folhas (TCF). O tratamento 100% IL resultou nos maiores valores de massa de forragem pré- (5200 kg ha⁻¹ MS) e pós-pastejo (1330 kg ha⁻¹ MS), assim como no maior acúmulo médio de forragem (3870 kg ha⁻¹ MS). O tratamento de 28 dias resultou em níveis variáveis de IL pré-pastejo, embora, na média, tenha sido semelhante ao tratamento 95% IL. O tratamento 95% IL e o 28 dias resultaram nos menores valores de IAFo pré-pastejo (3,62 e 3,75, respectivamente), mas os maiores IAFos pós-pastejo. A relação F:C não variou entre os tratamentos, assim como a DPP aéreos e total. O tratamento 100% IL gerou a menor DPP basal (1189 perfilhos m⁻²) e o tratamento 95% IL a maior (1260 perfilhos m⁻²). Não houve diferença entre os tratamentos para a TApF, Fil, DVF e NFV nas épocas avaliadas. O tratamento 100% IL resultou nos maiores valores de CFF e TCF e 95% IL nos menores. Conclui-se que o uso da IL como indicador do momento de interrupção da rebrotação e início do pastejo resulta em variações no comprimento do período de descanso em pastos sob lotação intermitente. Além disso, fica evidente que o componente colmo é o principal responsável pelas altas taxas de acúmulo de forragem de gramíneas tropicais em situações de períodos prolongados de descanso. Estudos que estabeleçam padrões de “idades fisiológicas” podem explicar melhor os contrastes existentes entre tratamentos cujos intervalos de pastejo se baseiam em níveis de interceptação luminosa pelo dossel forrageiro durante a rebrotação.

Palavras-chave: Interceptação luminosa; Frequência; Acúmulo; Estrutura do dossel

ABSTRACT

Morphogenic responses and accumulation forage dynamic in Xaraés palisadegrass [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] pasture in response of strategies for defoliation

The study of morphogenesis and the dynamics of forage accumulation allows for a better understanding of plant physiological processes in response to management practices. This study was conducted in Piracicaba, SP, on a pasture established with Xaraés palisadegrass [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv. Xaraés], during the summer growing season of 2006/2007. The objective was to compare the structural and morphogenic responses of this forage grass subjected to intermittent defoliation strategies during the summer growing season, and try to establish possible contrasts in the responses of this species to varying regrowth intervals. Treatments were three grazing frequencies applied as rest periods: grazing every 28 days or when the light interception (LI) by sward reached 95% or 100% during the regrowth. The experimental design was completely randomized, with three replications. Data were collected and then divided into three portions of the growing season, corresponding to the months of Oct/Nov, Dec/Jan and Feb/Mar. The following responses were measured: tiller (basal and aerial) population density (TPD), canopy height, pre- and post-graze forage mass, pre-graze leaf:stem ratio (L:S), leaf area index (LAI), leaf elongation rate (LER), stem elongation rate (SLR), final leaf length (FLL), stem length (stem+pseudo-stem) (SL), number of live leaves per tiller (NLL), phyllochron (Phy), leaf life span (LLS), and leaf growth rate (LGR). The 100% LI treatment resulted in higher pre-graze forage mass (5200 kg DM ha⁻¹) as well as and post-graze forage mass (1330 kg DM ha⁻¹), as well as higher mean herbage accumulation (3870 kg DM ha⁻¹). The 28-d treatment resulted in varying levels of pre-graze LI, although, on average, it was similar to the 95% LI treatment. The 95% LI and the 28-d resulted in lower pre-graze LAI (3.62 and 3.75, respectively), but the highest post-graze LAI. The L:S ratio did not vary across treatments, and neither did the TPD (total and aerial). The 100% LI treatment resulted in lowest basal DPP (1189 tillers m⁻²) and the 95% LI in the highest DPP (1260 tillers m⁻²). There was no difference among treatments for LAR, Phy, LLS, and NLL in any of the periods within the growing season. The 100% LI treatment resulted in higher FLL and LGR and the 95% LI in the lowest values for these responses. It is concluded that the use of LI as an indicator of the time for termination of regrowth and the beginning of grazing results in variations in the length of rest period in pastures under intermittent stocking. In addition, it is clear that the stem is the main component responsible for high rates of accumulation of tropical forage grass in situations of prolonged periods of rest. Studies to establish standards of "physiological age" may explain the contrast between the grazing treatments whose intervals are based on levels of light interception by the canopy during pasture regrowth.

Keywords: Light interception; Frequency; Accumulation; Canopy structure

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre as principais características morfogênicas e estruturais em dossel na fase vegetativa.....	26
Figura 2 - Balanço hídrico (mm/decênio) durante o experimento. Dados de 24/outubro/2006 a 04/abril/2007.....	39
Figura 3 - Temperatura média histórica (1917-2007) e temperatura máxima, média e mínima (°C) durante o experimento (dados de 24/setembro/2006 a 04/abril/2007	40
Figura 4 - Vista da área experimental.....	41
Figura 5 - Grupo de animais usados para o pastejo.....	41
Figura 6 - Régua transecta para marcação dos perfilhos.....	44
Figura 7 - Marcação do perfilho e numeração das folhas.....	44
Figura 8 - Mensurações no perfilho individual.....	45
Figura 9 – Altura pós-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	50
Figura 10 – Filocrono do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	54
Figura 11 – Taxa de senescência de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	57
Figura 12 – Taxa de acúmulo de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	57

Tabela 13 – Relação folha:colmo pré-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	60
Figura 15 – Densidade populacional de perfilhos aéreos do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	61
Figura 15 – Densidade populacional total de perfilhos do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	62
Figura 16 – Taxa de crescimento de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	62
Figura 17 – Taxa de senescência de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	63
Figura 18 – Acúmulo líquido de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental.....	40
Tabela 2 - Altura pré-pastejo do capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	49
Tabela 3 - Massa de forragem pré-pastejo do capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	50
Tabela 4 - Massa de forragem pós-pastejo do capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	51
Tabela 5 – Acúmulo de forragem do capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	51
Tabela 6 – Interceptação luminosa pré-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	52
Tabela 7 – Interceptação luminosa pós-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	52
Tabela 8 – Índice de área foliar pré-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	53
Tabela 9 – Índice de área foliar pós-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	53
Tabela 10 – Intervalo médio de pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	54
Tabela 11 - Densidade populacional de perfilhos basais do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	55

Tabela 12 – Taxa de aparecimento de folha do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	55
Tabela 13 – Número de folhas vivas por perfilho do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	56
Tabela 14 – Duração de vida da folha do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	58
Tabela 15 – Comprimento final da folha madura intacta do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	59
Tabela 16 – Comprimento do colmo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	59
Tabela 17 – Taxa de alongamento de folha do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	60
Tabela 18 – Taxa de alongamento de colmo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	61
Tabela 19 – Taxa de crescimento de colmos do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS

IL = interceptação luminosa

IAF = índice de área foliar

TApF = taxa de aparecimento de folhas

Fil = filocrono

DVF = duração de vida da folhas

NFV = número de folhas vivas por perfilho

F:C = relação folha:colmo

DPP = densidade populacional de perfilhos

CFF = comprimento final da folha madura intacta

CC = comprimento do colmo

TAIC = taxa de alongamento de colmos

TAIF = taxa de alongamento de folhas

TSeF = taxa de senescência de folhas

TCC = taxa de crescimento de colmos

TCF = taxa de crescimento de folhas

TACF = taxa de acúmulo de folhas

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido mundialmente pelo seu potencial agropecuário. Atualmente, o país conta com 207 milhões de cabeças de bovinos (MAPA 2005), criados quase que exclusivamente em sistemas baseados em pastagens. Segundo Bürgi e Pagotto (2002), mais de 99% da dieta de bovinos de corte é composta de forragem pastejada, já que apenas 5% dos animais abatidos atualmente por ano são confinados, e a maioria dos confinamentos é de terminação, onde os animais só recebem manejo e alimentação diferenciados em curto período, ficando cerca de 80% do seu desenvolvimento na pastagem.

Cerca de 50% de toda área utilizada para a agropecuária é composta por pastagens naturais e plantadas (MAPA, 1996). O Brasil possui 197 milhões de hectares de pastagem (FAOSTAT, 2003), sendo que destes, 90 milhões são compostos por campos nativos e o restante consiste de pastagens plantadas. Este cenário é bastante distinto do existente há apenas algumas décadas quando pastos plantados representavam cerca de 30 milhões de hectares em 1970. Isso representa incremento de 300% em 30 anos

Este avanço das pastagens plantadas, inicialmente, foi conquistado por meio da introdução das gramíneas do gênero *Brachiaria*, de origem africana, principalmente a espécie *B. decumbens*. Na década de 80, no entanto, houve a substituição do uso da *B. decumbens* pela *B. brizantha*. Tal substituição teve como principal motivo a susceptibilidade ao ataque de cigarrinha (*Deois* spp., *Zulia* spp.) aos pastos de *B. decumbens*, o que prejudicou o cultivo dessa espécie. Em meados de 2006, a espécie *B. brizantha* (Hochst ex A. RICH.) STAPF. cv. Marandu apresentou o maior volume de vendas de sementes no país (58% de participação do mercado nacional), sinalizando sua introdução em grande parte das pastagens já estabelecidas com *B. decumbens* há algum tempo (BALIEIRO NETO et al., 2006). Essa substituição, porém, não foi acompanhada por

um pacote tecnológico adequado, o que resultou em cerca de 80% das pastagens plantadas não estão sendo manejadas adequadamente (EUCLIDES, 1995).

Apesar do exposto, tem havido grande aumento na eficiência zootécnica no Brasil. No período de 1994 a 2005, por exemplo, o número de animais abatidos aumentou 40%, chegando a 43,1 milhões de cabeças no ano de 2005 (MAPA, 2008d). Na pecuária leiteira houve aumento significativo na produção de leite nos últimos 15 anos (de 14,4 bilhões de litros em 1990 para 24,4 bilhões em 2005), apesar do número de vacas ordenhadas não mostrar alteração (19 milhões de cabeças em 1990 para 20,6 milhões em 2005) (MAPA, 2008b).

Assim como as espécies forrageiras, outras culturas mostraram crescimento em área plantada nas últimas décadas, como, por exemplo, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*), com um aumento de 1,9 para 7,0 milhões de hectares plantados, além de um aumento na produtividade de 40% (IBGE, 2007). Alguns cereais, como o milho (*Zea mays L.*), não aumentou em área plantada, mas aumentou em produção, reflexo do aumento de produtividade. A soja (*Glycine max (L.) Merr.*), apresentou aumento significativo tanto em área plantada, de 9,7 para 20,5 milhões de hectares nos últimos 15 anos, quanto em produção (MAPA, 2008c). Esse aumento de produção deve-se em parte, ao maior uso de fertilizantes que, segundo o Ministério de Agricultura e Abastecimento (MAPA, 2008a) aumentou expressivamente. O uso de N aumentou 65%, o de P_2O_5 60% e o de K_2O 65% (MAPA, 2008a). Isso reflete uma busca por índices produtivos mais elevados.

O capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. RICH.) STAPF. cv. Marandu] é caracterizado pela resistência à cigarrinha das pastagens, elevado valor nutritivo, alta produção de matéria seca e de sementes (NUNES et al., 1984). Sua produção pode variar de 1 t/ha em sistemas silvipastoris (COSTA et al., 2004) até 26 t/ha, como observado em Piracicaba (ANDRADE, 2003). Sua estacionalidade de produção está em torno de 80% da produção no verão e 20% no inverno

(LARA, 2007). Esse material apresenta excelente potencial forrageiro. Apesar disso, alerta-se para a necessidade de diversificação de espécies forrageiras, visando garantir que diferentes áreas sejam formadas por diferentes capins, cada qual adaptado à região edafo-climática a ser trabalhada, diminuindo riscos de surtos de pragas e doenças e prejuízos à produção. Além disso, áreas em uma mesma propriedade podem apresentar diferentes condições de solo e pluviosidade, o que propicia a utilização de diferentes espécies (BRASIL, 2004). Com o intuito de oferecer ao mercado mais uma opção de planta forrageira, o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA – CNPGC), coletaram no ano de 1985, em Cibitoke, na África, uma variedade de *B. brizantha*, que desde então vem sendo avaliada e tem mostrado excelentes resultados, tais como: resistência moderada à cigarrinha das pastagens, persistência, boa produtividade e boa distribuição estacional da produção, com aproximadamente 20% na seca e 80% no período das chuvas, devido a seu florescimento tardio, que se dá por volta do mês de abril (LARA, 2007). Amparado pelo desempenho descrito, e por ser mais uma opção para o produtor, esse material foi lançado no Brasil pela EMBRAPA-CNPGC em 2001, sob a denominação de cultivar Xaraés (BRASIL, 2004).

Os materiais forrageiros anunciados no mercado como milagrosos ainda não foram bem sucedidos por não existirem estudos abrangentes a respeito de aspectos relativos ao seu manejo. Para que se tenha sucesso no manejo de pastagens é de fundamental importância conhecer a morfologia, a ecologia e a fisiologia da planta forrageira. Práticas de manejo devem ter embasamento científico para garantir a sustentabilidade do sistema. Uma das principais necessidades é compreender os efeitos do pastejo sobre a recuperação e produtividade da planta forrageira. O estudo da morfogênese e da dinâmica de acúmulo da forragem possibilita o melhor entendimento dos processos fisiológicos da planta desencadeados pelas práticas de manejo empregadas. Tais estudos podem, inclusive, explicar com mais detalhes as mudanças que ocorrem na planta durante a rebrotação de pastos manejados com diferentes períodos de descanso. Baseado

em estudos dessa natureza, o presente trabalho contribui com o aumento da quantidade de informações disponíveis sobre este novo cultivar de *Brachiaria brizantha*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Morfogênese de plantas forrageiras sob desfolhação

Como a produtividade das gramíneas forrageiras está diretamente relacionada à sua capacidade de emitir folhas a partir de meristemas remanescentes após a desfolhação (NABINGER, 1997), estudos básicos envolvendo morfologia, fisiologia e ecofisiologia das plantas forrageiras contribuem para o estabelecimento de estratégias de manejo, otimizando a produção e a utilização dessas plantas.

O estudo de características morfogênicas das plantas e estruturais do dossel tem como principal objetivo promover o melhor entendimento da dinâmica de acúmulo de forragem em comunidades de plantas forrageiras, assim como a forma pela qual as plantas se relacionam com os componentes do sistema de produção animal. Isso permite ao manejador de pasto uma visualização da curva de produção, acúmulo de forragem e estimativa da qualidade da forragem (GOMIDE, 1997) e possibilita recomendação de práticas de manejo diferenciadas.

Chapman e Lemaire (1993) definiram morfogênese como sendo a dinâmica de geração (gênesis) e expressão da forma da planta (morphos) no espaço. O estudo da morfogênese de plantas forrageiras vem sendo amplamente difundido no Brasil, principalmente pelo seu caráter explicativo da dinâmica de acúmulo e sua relativa facilidade de mensuração devido aos baixos custos. Por muitos anos havia um mito de que as espécies forrageiras tropicais com ciclo fotossintético C_4 eram qualitativamente inferiores às C_3 , principalmente por produzirem forragem de baixo valor nutritivo e baixa qualidade devido à produção de colmos. Estudos envolvendo morfogênese contribuíram para melhor entendimento da planta forrageira tropical e desmistificação de conceitos imprecisos. Para isso, a compreensão da morfogênese de cada espécie ou cultivar em relação ao meio em que está inserida é fundamental, e tem-se revelado uma valiosa ferramenta de manejo, pois essas características são determinantes da estrutura do dossel e afetam diretamente o IAF, principal variável estrutural do dossel (SBRISSIA; DA SILVA, 2001).

Chapman e Lemaire (1993) esquematizaram as relações existentes entre as características morfogênicas das plantas e estruturais do dossel conforme a Figura 1 abaixo:

Figura 1 - Relação entre as principais características morfológicas e estruturais do dossel forrageiro na fase vegetativa – Chapman e Lemaire (1993), adaptado por Sbrissia e Da Silva (2001)

Fatores abióticos como água, luz, temperatura e nutrientes do solo, dentre outros, são responsáveis por variações nas respostas morfológicas das plantas. Já foi estabelecido (RODRIGUES et al., 2008; BRAGA et al., 2000; MARTUSCELLO et al., 2005) que a aplicação de nitrogênio interfere na taxa de alongamento de colmos (no caso de gramíneas tropicais) e de folhas, no aparecimento de folhas e na duração de vida da folhas. Chapman e Lemaire (1993) relataram que em pastagens onde somente folhas são produzidas a morfogênese é função de três características principais: taxa de aparecimento de folhas, taxa de alongamento de folhas e período de vida da folha. Essas características são determinadas geneticamente, mas são influenciadas por variáveis ambientais como temperatura, suprimento de nutrientes e condição hídrica do solo. As variáveis morfológicas, por sua vez, afetam de maneira direta as características estruturais do dossel, tais como: tamanho de folha, densidade populacional de perfilhos, número de folhas vivas por perfilho e, no caso de gramíneas tropicais, a relação folha:colmo. Estas variáveis afetam, em última instância, o IAF do dossel, variável de extrema importância no manejo de pastagens.

Segundo Laca e Lemaire (2000), a estrutura do dossel forrageiro pode ser definida como sendo a distribuição e arranjo espacial dos componentes da parte aérea das plantas dentro de uma comunidade, sendo várias as características utilizadas para descrevê-la, como densidade populacional de perfilhos, relação folha:colmo e índice de área foliar, por exemplo. De acordo com Gillet et al. (1984), admite-se que as plantas possuam um padrão morfológico programado geneticamente, cuja taxa é dependente da temperatura. Essa programação morfológica determina o funcionamento e o

arranjo dos meristemas em termos de produção e taxa de expansão de novas células, que, por sua vez, define a dinâmica de expansão dos órgãos (folha, internódio e perfilho).

Aparecimento e expansão de folhas, colmos e raízes são processos controlados pelos meristemas das plantas, local potencial de divisão e expansão celular, os quais são modificados por fatores ambientais como temperatura ou qualidade da luz percebida pela planta; ou por sinais externos como termo ou fotoperíodo, os quais determinam o sinal para o desenvolvimento reprodutivo (LEMAIRE, 1997).

2.1.1 Taxa de alongamento de colmos (TAIC)

O alongamento de colmos é reconhecidamente importante em gramíneas tropicais (SANTOS, 2002; CARNEVALLI, 2003). Em plantas tropicais e subtropicais, o alongamento do colmo assume maior importância relativa como característica morfogênica, determinando variáveis estruturais do dossel como a relação folha: colmo, por exemplo (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). O alongamento de colmos em gramíneas tropicais se deve a dois motivos principais: baixa frequência de desfolhação e florescimento (PEDREIRA, 2006; CARNEVALLI, 2003). Gomide e Gomide (1999) mencionaram que a adoção de maiores intensidades de desfolhação pode contribuir para prevenção do intenso alongamento do colmo, processo muito precoce e comum em gramíneas tropicais, melhorando assim a relação folha:colmo da forragem. Por outro lado, o acúmulo de colmos em gramíneas tropicais favorece o aumento rápido da produção de matéria seca. Essa elevação, no entanto, pode ser acompanhada por prejuízo no valor nutritivo e no aproveitamento da forragem produzida (SANTOS, 2002), alterando o comportamento ingestivo e o consumo pelos animais em pastejo (DA SILVA; CARVALHO, 2005).

Pinto (2001), trabalhando com capim-tifton 85 (*Cynodon* ssp.) sob lotação contínua, encontrou que 60 a 75% do crescimento das plantas era proveniente do alongamento de colmos e não apenas de expansão foliar. Sbrissia (2004), trabalhando com capim-marandu submetidos a alturas de manejo sob lotação contínua, relatou que a contribuição do alongamento de colmos para o crescimento total foi mais elevada nos dosséis mantidos mais altos, chegando a contribuir com 30% da massa de forragem no final da primavera.

2.1.2 Taxa de alongamento de folhas (TAIF)

A taxa de alongamento foliar (TAIF) é o efeito cumulativo da divisão e alongamento celular (SCHNYDER et al., 1999) que, em gramíneas, se restringe a uma zona da base da lâmina protegida pelo pseudocolmo (ESAU, 1977). Segundo Gomide (1997), a taxa de alongamento foliar está diretamente relacionada à taxa de incremento na massa seca e, de acordo com Horst et al. (1978), é a variável morfogênica que, isoladamente, mais diretamente se correlaciona com a massa de forragem dos pastos. O alongamento de folhas possui correlação negativa com a taxa de aparecimento de folhas (TApF), de forma que quanto maior a TApF, menor o tempo de alongamento das folhas (ZARROUGH et al., 1984).

Dentre os fatores ambientais que afetam a TAIF o déficit hídrico é a variável de maior impacto, pois em situações de falta de água a planta prioriza outras funções fisiológicas como a fotossíntese e a divisão celular relativamente ao alongamento de folhas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Isso ocorre porque a expansão das células é um processo sensível ao turgor celular (LUDLOW; NG, 1977). Na ausência de déficit hídrico o crescimento foliar é favorecido pela adição de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio. Segundo Gastal e Nelson (1994), é na zona de divisão celular que há maior acúmulo de N e é por isso que esse nutriente apresenta um efeito pronunciado sobre a TAIF, como observado por Mazzanti e Lemaire (1994). Pouco N é depositado fora da zona de alongamento das folhas, indicando que a síntese de rubisco é dependente desse acúmulo de N na zona de divisão celular, ou seja, o potencial fotossintético da planta é determinado no início do período de alongamento das folhas, indicando que déficits de N podem comprometer a eficiência fotossintética (SKINNER; NELSON, 1995).

A TAIF sofre influência do manejo do pastejo. Essa resposta está associada à remobilização de N das folhas mais velhas durante o processo de senescência para as folhas em alongamento e à taxa de fotossíntese, pois o manejo mais intenso conduz a uma redução no tamanho das folhas, resultando em taxas fotossintéticas mais baixas em perfilhos individuais (ZEFERINO, 2007), além de variar em função da luminosidade e da estrutura do dossel.. Pontes (2001) atribuiu a maior TAIF registrada em pastos de azevém anual mantidos altos à maior proporção de material senescente e, conseqüentemente, maior remobilização de N relativamente a pastos mantidos mais baixos. De acordo com Lemaire e Culleton (1989), cerca de 75 a 80% do N contido nas folhas é reciclado e apenas 20 a 25% perdido, retornando ao solo por meio da senescência e decomposição das folhas que não foram consumidas ou removidas pelo corte ou pastejo.

2.1.3 Taxa de aparecimento de folhas (TApF)

A taxa de aparecimento de folhas (TApF) é definida como o número de folhas que aparece em cada perfilho por unidade de tempo. Seu inverso, o filocrono, é definido como sendo o intervalo de tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas, e é normalmente expresso em graus-dia. A TApF determina o potencial de aparecimento de folhas de um dado genótipo, pois cada nova folha formada no colmo resulta da formação de um novo fitômero, ou seja, da formação de novas gemas axilares. Isso leva a TApF a ter uma importância fundamental na morfogênese e, conseqüentemente, na determinação do IAF, devido à influência direta sobre as características estruturais do dossel (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; NABINGER; PONTES, 2001) tais como o tamanho e a densidade populacional de perfilhos, onde altas TApF's estão associadas a altas densidades populacionais de perfilhos pequenos e baixas TApF's a baixas densidades populacionais de perfilhos grandes. O aparecimento de folhas promove um incremento desse componente no dossel, com conseqüente incremento na interceptação de luz e aumento do acúmulo de forragem (BROUGHAM, 1956).

A produção de novas folhas é um processo contínuo em um dado perfilho, sendo que cada folha apresenta um ciclo de desenvolvimento característico, com um período de expansão seguido da maturidade, senescência e morte, quer a folha seja pastejada ou não. A temperatura é o fator de maior influência sobre a taxa de aparecimento de folhas. Hay e Walker (1989) afirmaram que para um grande número de culturas, sob condições controladas ou de campo, a TApF a partir do meristema apical é controlada pela temperatura do ar quando não há limitação de água e nutrientes.

Elevadas TApF's e altas temperaturas geralmente encurtam a duração da expansão foliar, porém, segundo, existem poucas evidências experimentais de uma compensação entre o tempo de alongamento e taxa de alongamento, de forma que o tamanho final da folha pode ser o mesmo em temperaturas diferentes (HAY; WALKER, 1989). Esses autores ressaltaram, no entanto, que as condições ambientais, em muitos experimentos, tenderam a ser sub-ótimas, afetando provavelmente a expressão do potencial genético da planta.

Grant et al. (1988) ponderaram que o padrão de desfolhação exerce efeito sobre o aparecimento de folhas, principalmente quando relacionado às alterações na altura do dossel e à massa de forragem. Variáveis importantes relacionadas ao padrão de desfolhação são a frequência e a severidade de desfolhação, e essas determinam diretamente a produção de novas folhas e restabelecimento do IAF.

2.1.4 Duração de vida da folha (DVF)

No caso das plantas forrageiras, o período de vida de uma folha consiste no tempo em que ela permanece verde, ou seja, do seu aparecimento à senescência, e está relacionada com a severidade de desfolhação e com a eficiência de colheita (proporção do total da forragem que é removida pelo animal em um determinado período de tempo). Segundo Nabinger (1997), a duração de vida da folha determina o número máximo de folhas vivas por perfilho. Isso permite determinar duas características essenciais da dinâmica de crescimento de plantas forrageiras após desfolhação, a duração da fase compreendida entre a desfolhação e o início da senescência foliar e a máxima quantidade de biomassa viva acumulada (produção teto). Uma vez que a duração de vida da folha e os parâmetros estruturais (largura, comprimento e espessura de folha) são determinantes do equilíbrio entre crescimento e senescência, quando um dado perfilho atinge o número máximo de folhas vivas passa a haver um equilíbrio entre a TApF e a senescência de folhas que completam seu período de DVF (NABINGER; PONTES, 2001)

A partir de então, fica evidente a importância do conhecimento da DVF para que se possa estabelecer um manejo eficiente de colheita, pois é a partir dela que se determina a proporção e a quantidade da produção bruta de forragem que pode ser efetivamente colhida num programa eficiente de manejo do pastejo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). É importante notar que não é o número máximo de folhas vivas que determina a produção teto de um dossel, mas apenas a duração de vida da folha que se relaciona com o NFV e é estreitamente relacionada com a temperatura. Teoricamente quanto maior a DVF mais vantajoso do ponto de vista de manejo, pois a possibilidade dessa folha ser visitada pelo animal mais vezes enquanto viva é maior. Entretanto, segundo Sbrissia (2004), as maiores longevidades de folha em capim-marandu sob lotação contínua ocorreram em períodos em que foram verificadas as menores taxas de acúmulo líquido de forragem, ou seja, no inverno agrostológico. A conclusão é que este fato levaria a menores frequências de desfolhação de perfilhos individuais, uma vez que as taxas de lotação seriam mais baixas (GONÇALVES, 2002), de tal forma que esta maior longevidade não implicaria, necessariamente, em maior eficiência de utilização.

Como demonstrado por Mazanti e Lemaire (1994), a proporção de tecidos e folhas que escapam da desfolhação pode ser estimada pela razão entre o tempo de vida da folha e o intervalo de desfolhação, e equivale ao número máximo de vezes que uma folha pode ser desfolhada durante seu período de vida.

2.1.5 Comprimento final da folha (CFF)

O comprimento final da folha é determinado pela relação entre TAIF e TApF (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), uma vez que, para um dado genótipo, o período de alongamento da folha é uma fração constante do intervalo de aparecimento de folhas sucessivas (ROBSON, 1967; DALE, 1982). Segundo Davies et al. (1983), o comprimento da bainha é outro fator importante a ser considerado, pois quanto maior o comprimento, maior será a fase de multiplicação celular e mais tempo a folha em expansão ficará protegida pela bainha da luz direta, resultando em maior comprimento final da lâmina foliar produzida (DURU; DUCROCQ, 2000).

O comprimento da lâmina foliar é uma característica vegetal plástica e responsiva à intensidade de desfolhação, sendo considerada uma estratégia morfológica de escape da planta ao pastejo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), de forma que em pastos sujeitos a maiores intensidades de desfolhação é comum ocorrer diminuição do comprimento das lâminas foliares (EGGERS, 1999).

2.1.6 Densidade populacional de perfilhos (DPP)

Os perfilhos são formados a partir de gemas axilares dos entrenós mais baixos do colmo principal ou de outro perfilho. O número de plantas individuais em uma população varia ao longo do tempo conforme as mudanças em aparecimento de perfilhos novos e morte de perfilhos velhos (BULLOCK, 1996). O aumento ou diminuição na densidade populacional de perfilhos é um importante mecanismo para o ajuste e otimização da área foliar do dossel (MATTHEW et al., 1999), que por sua vez está relacionado com o IAF. Desse modo, a densidade populacional de perfilhos é o componente do IAF que permite a maior flexibilidade de ajuste por parte da planta a diferentes regimes de desfolhação, razão pela qual o IAF é otimizado em pastos mantidos baixos por meio de alta densidade populacional de perfilhos pequenos e vice-versa (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). O equilíbrio entre aparecimento e morte de perfilhos é altamente dependente do tipo de desfolhação (BROUGHAM, 1956; GRANT et al., 1983), o que, por sua vez, determina a evolução do IAF, que parece ser o fator chave determinando tanto o aparecimento como a morte de perfilhos (VALANTINE; MATTHEW, 1999).

Diferenças temporais e espaciais na população de perfilhos podem ser causadas por uma quantidade muito grande de fatores ambientais (HARPER, 1977; SILVERTOWN; LOVETT DOUST, 1993), incluindo variáveis climáticas como precipitação, comprimento do dia, temperatura e intensidade de radiação, e outros fatores abióticos como tipo de solo, drenagem, concentração de

nutrientes e pH do solo. Fatores bióticos também são importantes, incluindo ruminantes e outros herbívoros, fungos e outros microorganismos.

A adubação nitrogenada possui efeito positivo sobre a taxa de aparecimento de folhas, mas efeito negativo e indireto sobre a densidade populacional de perfilhos, pois leva a um crescimento rápido do IAF, resultando em morte de perfilhos e menor densidade populacional (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Outro fator relevante é a temperatura. Bullock (1996) trabalhando com gramíneas de clima temperado observou que a taxa de aparecimento foi positivamente relacionada com a temperatura média durante o dia e a taxa de morte foi maior no inverno, ocasionando o aumento da população no verão e diminuição durante o inverno.

Mudanças em uma população de perfilhos ocorrem porque as plantas estão competindo por recursos limitados. Para sobreviver e crescer, plantas requerem luz, dióxido de carbono, oxigênio, água, macronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e ferro e traços de elementos como manganês, cobre e zinco (BULLOCK, 1996). Assim, com o incremento da densidade populacional, as plantas começam a competir pela mesma unidade limitada de recursos, o que leva a um aumento da taxa de morte ou diminuição no potencial produtivo das plantas (BULLOCK, 1996). A densidade populacional de perfilhos está parcialmente relacionada com a TApF que, por sua vez, determina o número potencial de locais (pontos) para o aparecimento de perfilhos (DAVIES, 1974). Desta forma, genótipos com alta TApF têm maior potencial de perfilhamento, produzindo pastagens com maior número de perfilhos que aqueles com baixa TApF (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

2.1.7 Número de folhas vivas por perfilho (NFV)

O número máximo de folhas vivas por perfilho é uma constante genotípica (DAVIES, 1988) e pode ser considerado como sendo a duração de vida das folhas expressa em número de intervalos de aparecimento de folhas, ou seja, em número de filocronos. Segundo Lemaire (1997), o número de folhas vivas por perfilho está associado com o comprimento final da folha, e determina a quantidade máxima de tecidos verdes de folhas por perfilho que pode ser acumulada. Assim, o NFV produção máxima do dossel é diretamente determinada pelo produto entre o tempo de vida das folhas e TApF (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Existe um sincronismo entre o aparecimento e a morte de folhas, que é percebido com mais facilidade em pastos mantidos em condições de equilíbrio, onde o número de folhas mantidas vivas

em cada perfilho permanece constante (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; YANG et al., 1998; CARNEVALLI; DA SILVA, 1999).

Apesar das diferenças entre espécies ou cultivares nas características morfogênicas, variações na expressão fenotípica por genótipos em resposta ao ambiente e/ou variações de manejo também influenciam fortemente as características estruturais. Este fenômeno, chamado de plasticidade fenotípica (BRADSHAW, 1965), é considerado uma importante adaptação do dossel para o ajuste da planta a diferentes manejos de pastejos. Este processo é expresso de maneira progressiva e provoca modificações reversíveis das características morfogênicas de plantas individuais (SBRISSIA, 2004).

O estudo de características estruturais do dossel se faz necessário para o manejo de pastagens pois, promove o entendimento mais minucioso da dinâmica de produção de forragem em comunidades de plantas forrageiras, ou seja, de que maneira o acúmulo de forragem visto apenas no final do ciclo de rebrotação ocorreu em relação aos processos de alongamento, senescência e aparecimento dos componentes morfológicos, assim como suas relações dentro de sistema de produção animal em pastagens, segundo critérios de desfolha distintos.

2.2 Dinâmica do acúmulo de forragem em pastagens

O acúmulo de forragem em uma pastagem após a desfolhação é resultado do balanço entre a síntese de novos tecidos foliares (crescimento), a perda de tecidos e sua decomposição (HODGSON, 1990). Este conceito é importante para o entendimento relativo à quantidade de forragem produzida e ao efeito do manejo imposto. A taxa de crescimento é dependente da taxa de síntese de carboidratos na planta. Brougham e Glenday (1967) ajustaram uma curva de acúmulo para estandes de plantas forrageiras, definindo três fases distintas. Na primeira, a taxa de acúmulo aumentava de forma exponencial no tempo. A segunda fase era linear e mostrava inclinação máxima, podendo-se inferir uma taxa de acúmulo também máxima. Na terceira fase a taxa de acúmulo mostrava-se decrescente e, eventualmente, chegava a zero.

Assim que um dossel começa a rebrotar a partir de um baixo valor de IAF, o aparecimento e a expansão de novas folhas resultam num incremento em IAF, de interceptação luminosa (IL) e de fotossíntese bruta. No início da rebrotação tem-se pouca ou nenhuma morte foliar e portanto, o acúmulo líquido de forragem é igual à taxa líquida de assimilação do dossel. Assim, a fotossíntese e, conseqüentemente, a capacidade de produção bruta do tecido (crescimento), aumentam rapidamente após a desfolhação, havendo um atraso no aumento correspondente na senescência foliar. Como resultado, há momentos onde altas taxas de produção bruta de tecido (crescimento) estão associadas a

baixas taxas de senescência e morte de tecidos. Uma consequência imediata disso é a ocorrência de uma mudança na taxa de crescimento instantâneo a qual, cumulativamente, descreve uma curva sigmóide de acúmulo líquido de forragem, ou seja, a massa de forragem no pasto aumenta (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

As primeiras folhas a morrerem durante a rebrotação são aquelas produzidas no início do período de rebrotação. Essas folhas são menores do que aquelas produzidas posteriormente e, portanto, a taxa de morte de folhas em termos de fluxo de massa é menor do que a taxa de produção de novas folhas (ROBSON et al., 1988).

Tanto a respiração quanto a senescência impedem que a taxa de acúmulo seja cada vez maior. Em um determinado ponto no tempo, a partir do índice de área foliar crítico (quando 95% da luz incidente são interceptados pelo dossel (RHODES, 1973)), os processos de senescência e respiração se tornam tão altos que, apesar de haver crescimento, a taxa de acúmulo líquido é zero. É importante ressaltar a diferença entre respiração e senescência. Ambos resultam na perda de carbono fixado pelo dossel, mas estão separados no tempo durante a ontogenia dos organismos individuais (respiração biossintética – respiração de manutenção - senescência) e são regulados por diferentes fatores (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Vários critérios têm sido estudados para consistirem em guias práticos de manejo, ou seja, o ponto de máximo acúmulo líquido para que se possa estabelecer o momento ideal para o corte ou pastejo. Estes guias podem ser a altura, o índice de área foliar, o número de folhas vivas por perfilho ou a interceptação luminosa (GRANT et al. 1981; PARSONS; PENNING, 1988; SMETHAM, 1995).

Saeki (1960) demonstrou que a intensidade luminosa diminui com a profundidade do dossel, consequência da interceptação de luz pela planta (principalmente pelas folhas). Em geral, quanto maior o índice de área foliar do dossel, maior sua capacidade de captar luz (HODGSON, 1990), porém, para que essa luz seja eficiente em contribuir com o crescimento da planta, ela precisa ser interceptada pelo dossel. Assim, o crescimento é diretamente dependente da intensidade da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), de sua interceptação pelo dossel, da eficiência do uso dessa radiação interceptada e da partição de assimilados dentro da planta. Taitin (1974) e Korte et al. (1984) concluíram que alguns critérios ecofisiológicos para estimar o momento ideal de desfolhação (corte ou pastejo) como a interceptação de 95% da radiação incidente têm sido usados com sucesso no manejo da pastagem. Vários autores demonstraram um aumento acentuado na taxa de alongamento de colmos e senescência foliar para gramíneas forrageiras tropicais a partir de 95% de IL (Da Silva et al., 2009; BARBOSA et al., 2007; PEDREIRA et al., 2007; LARA, 2007; ZEFERINO, 2007; SOUZA JUNIOR, 2007), algo indesejável para um sistema de produção animal. O alongamento de colmos

aumenta a partir dos 95% de IL, principalmente porque por volta desse ponto as folhas competem por luz e, para capturar este recurso com maior eficiência, elas passam a ser produzidas em um local onde a competição é menor, ou seja, no estrato superior do dossel. Assim, ocorre aumento na taxa de senescência devido ao aumento do IAF e, conseqüentemente, há sobreposição de folhas jovens às velhas, tornando estas pouco eficientes fotossinteticamente, desencadeando o processo de senescência.

O índice de área foliar é usado como parâmetro de manejo, pois num valor de IAF chamado “ótimo” (que difere para cada espécie), a interceptação de aproximadamente toda a luz incidente, com um mínimo de auto sombreamento, proporcionaria o máximo valor de taxa de crescimento da cultura (TCC, massa de matéria seca acumulada por unidade de área por unidade de tempo) (WATSON, 1958).

Em trabalhos envolvendo pastejo em lotação contínua, a altura do dossel a ser mantida é um parâmetro que pode estar envolvido no critério de interrupção do período de descanso. Experimentos realizados na ESALQ/USP com o capim-marandu sob lotação contínua (LUPINACCI, 2002; GONÇALVES, 2002; ANDRADE, 2003; SARMENTO, 2003; MOLAN, 2004; SBRISSIA, 2004), revelaram que mantidas as alturas de 20 a 40 cm no verão, a amplitude de condições de dossel ainda asseguraria um desempenho animal intermediário e estaria contida dentro do desempenho agrônômico ótimo dos pastos (DA SILVA, 2005).

Quando se entende a dinâmica de crescimento e desenvolvimento das plantas e as respostas morfofisiológicas como conseqüências dos fatores interferentes, torna-se mais fácil adequar o manejo do pastejo, visando a sustentabilidade do sistema de produção, comportando alta produtividade dos componentes planta e animal e respeitando os limites ecofisiológicos das plantas forrageiras.

3 OBJETIVO

O presente estudo teve por objetivo comparar as respostas morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido a estratégias de pastejo rotativo durante um verão agrostológico como forma de estabelecer possíveis contrastes nas respostas dessa espécie a diferentes intervalos de rebrotação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Período e local do experimento

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em Piracicaba, São Paulo, cujas coordenadas geográficas aproximadas são 22° 42’ de latitude sul, 47° 38’ de longitude oeste e 546 m de altitude. A área foi formada com o capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. RICH) STAPF. cv. Xaraés] em 2005. No verão subsequente a formação (2006/2006) os pastos foram manejados segundo os mesmos critérios do presente trabalho. O período experimental teve início no dia 24 de setembro de 2006 e foi encerrado no dia 04 de abril de 2007, totalizando 192 dias.

4.2 Caracterização edafo-climática

O clima na região de Piracicaba, segundo o sistema Köppen, é mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, do tipo Cwa (BRASIL, 1960). Os dados climáticos foram obtidos a partir do Posto Meteorológico da USP/ESALQ. No período experimental a pluviosidade total foi de 1.122 mm, sendo que o município de Piracicaba possui uma média histórica de 1.247 mm/ano. Mesmo assim, houveram déficit hídrico em dois momentos do experimento (Figura 2), na primeira e última época de avaliação. A temperatura média durante o experimento foi de 24,6°C, sendo a média mínima igual a 18,7°C e a média máxima a 30,5°C, sendo que a média histórica de temperatura média anual é 20,8°C (Figura 3).

Figura 2 - Balanço hídrico (mm/decênio) durante o experimento. Dados de 24/outubro/2006 a 04/abril/2007. CAD = 100

Figura 3 – Temperatura média histórica (1917-2007) e temperatura máxima, média e mínima (°C) durante o experimento (dados de 24/setembro/2006 a 04/abril/2007)

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico típico (EMBRAPA, 1999). A análise química de terra foi realizada antes do início do experimento, no primeiro semestre de 2006, revelando um solo de elevada fertilidade (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³			mmol _c /dm ³				%
5,7	44	60	8,8	90	30	31	128,8	159,8	81

4.3 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos corresponderam a três estratégias de pastejo rotativo definidas pela duração do período de descanso dos pastos: um fixo, com pastejos realizados a cada 28 dias, e dois variáveis, com pastejos realizados quando o dossel forrageiro interceptava 95 e 100% da luminosa incidente (IL). Estes foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 14,0 x 8,5 m) segundo um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições (Figura 4), totalizando aproximadamente 1500 m². O pastejo foi realizado por novilhas e vacas leiteiras secas utilizando-se a técnica denominada “mob grazing” (Referência bibliográfica aqui), e tendo como meta uma altura de resíduo de 15 cm independente do tratamento (Figura 5).

Figura 4 - Vista da área experimental

Figura 5 - Grupo de animais usados para o pastejo

4.4 Condução do experimento e monitoramento das condições experimentais

Foram efetuadas adubações de produção totalizando 120 kg/ha/ano de N (sulfato de amônia) e K (cloreto de potássio). Devido ao fato de se trabalhar com tratamentos baseados em interceptação luminosa, tornava-se difícil prever o número de ciclos de pastejo para cada tratamento. Dessa forma, optou-se por aplicar metade da dose total no começo do experimento para todos os tratamentos e a outra metade em um período em que todos os tratamentos estivessem alinhados para serem pastejados dentro de uma mesma semana, o que correspondeu ao mês de dezembro, minimizando, assim, erros experimentais devido ao manejo da adubação.

As medições de índice de área de folhagem (que considera além das folhas, colmos e material morto) e interceptação luminosa foram feitas com o auxílio de um aparelho analisador de dossel marca LI-COR, modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln Nebraska, EUA), que permite realizar amostragens rápidas e não destrutivas (WELLES; NORMAN, 1991). Para tanto foram tomadas leituras em 20 pontos correspondentes a locais representativos da média do dossel em cada piquete (avaliação visual de massa de forragem e altura por ocasião da amostragem), sendo um acima do dossel e cinco no nível do solo.

A medição da interceptação luminosa era feita no pós-pastejo e semanalmente durante a rebrotação, até que o dossel atingisse 90% de IL, quando passava a ser realizada a cada X dias até que a meta de 95 e 100% de IL fosse atingida. Para o tratamento correspondente ao período de descanso fixo de 28 dias as medições eram realizadas no pós-pastejo e semanalmente durante a rebrotação, sendo uma última realizada no pré-pastejo.

Durante fase pré-experimental, realizando leituras com o aparelho em condições de escuridão, constatou-se que dificilmente seria possível obter a leitura de 100% de IL. Por essa razão, assumiu-se como ponto de máxima IL quando o aparelho registrasse duas leituras consecutivas de no mínimo 97,5% de IL.

As mensurações de acúmulo de forragem foram feitas de maneira direta, por meio de corte de forragem nas condições de pré e de pós-pastejo. Para tanto, foram realizados cortes de três áreas de 1,0 x 0,5 m por piquete, utilizando-se armações metálicas lançadas ao acaso no momento da amostragem. Os cortes foram realizados a 10 cm do solo (devido ao pastejo desuniforme dos animais que em média deixavam um resíduo de 15, porém com alturas variadas) utilizando-se tesouras. Após o corte, a amostra total era levada ao laboratório para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante, para determinação do teor de matéria seca e, conseqüentemente, da massa seca.

A morfogênese foi avaliada em três momentos durante a realização do experimento: no início da primavera (24/set – 21/out); no final da primavera – início do verão (10/dez – 21/jan); e no final do verão (17/fev – 04/abr). Para tanto, em cada unidade experimental, foram marcados 20 perfilhos individuais, em duas réguas transectas de 2 metros de comprimento, espaçados de 20 cm, iniciando-se o acompanhamento sempre no pós-pastejo. O perfilho que estava exatamente abaixo da marcação da régua era o escolhido para ser acompanhado, quando isso não era possível, o mais próximo então era marcado (Figura 6). A marcação dos perfilhos foi feita usando-se “abraçadeiras” de plástico, em cuja ponta foi colocada fita adesiva com o número do perfilho. Os perfilhos marcados foram avaliados a intervalos alternados de 3 a 4 dias (perfazendo sempre uma semana a cada duas

avaliações) até o pastejo seguinte. Em cada perfilho numerou-se as folhas pela cronologia, onde as folhas mais velhas recebiam os menores números, ou seja, o número “1” pertencia a folha mais velha, o “2” a segunda mais velha e assim por diante (Figura 7).

Os perfilhos marcados foram classificados quanto a sua origem em aéreos ou basais. Em cada perfilho mensurou-se o comprimento do colmo (pseudocolmo e colmo) (distância entre o solo e a lígula da folha mais nova completamente expandida), o comprimento do perfilho estendido (que correspondia a distância entre o solo e a folha mais alta do perfilho esticado) e o comprimento das folhas (que foi mensurado da lígula até a ponta da folha). Quando a folha não exibia ainda a lígula (folhas em expansão), foi utilizada a lígula da folha mais nova completamente expandida como referência. Para folhas senescentes o comprimento correspondeu à distância entre a lígula e o ponto onde foi observada a senescência, ou seja, local onde a lâmina foliar se tornava amarelada. Folhas foram consideradas mortas e, portanto, descartadas do processo de avaliação, quando apresentava senescência em mais de 50% de seu limbo foliar. Cada folha dos perfilhos foi classificada primariamente como “viva” ou “senescente” e “intacta” ou “desfolhada”, além de “madura” ou “expansão”. Combinações entre as classificações também foram registradas (Figura 8).

A cada nova avaliação dos perfilhos marcados, o tamanho da folha era novamente mensurado. Neste momento duas situações poderiam ocorrer: incremento em seu comprimento, que era percebido como crescimento; diminuição do seu comprimento ou aumento da parte amarelada da folha, que era percebido como senescência.

No último dia de avaliação os perfilhos eram colhidos, levados para o laboratório, e seus componentes morfológicos separados em folhas maduras, folhas em expansão, folhas senescentes e colmo. As folhas e os colmos foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante. O peso dos componentes foi quantificado em balança analítica e utilizado posteriormente para o cálculo do acúmulo de forragem. A cada ciclo de pastejo um novo grupo de perfilhos era selecionado e o método de avaliação se repetia.

As taxas diárias de crescimento de folhas ($\text{cm perfilho dia}^{-1}$) foram calculadas a partir do aumento do limbo das folhas em expansão dividido pelo período de descanso do pasto. Quando as folhas eram classificadas como senescentes, a diminuição de seu tamanho também era dividida pelo período de descanso do pasto, gerando a taxa de senescência ($\text{cm perfilho dia}^{-1}$). Para o cálculo das taxas de crescimento de colmos ($\text{cm perfilho dia}^{-1}$), a diferença entre o comprimento aferido no primeiro e no último dia de avaliação (ou do dia antecedente à sua morte) foi dividida pelo período de descanso do pasto.

A partir dos dados de morfogênese foi possível calcular o acúmulo de forragem. No fluxo de tecidos o acúmulo diário foi calculado pela multiplicação de um fator de correção “*a*”, que corresponde a massa seca de cada componente (folha e pseudo-colmo) de cada régua transecta, dividida pelo comprimento dos respectivos componentes, sendo um fator com dimensão igual a $\text{mg mm}^{-1} \times \text{mg perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. O fator “*a*” multiplicado pela densidade populacional de perfilhos gerou a produção de MS em $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

$$a = \text{mg mm}^{-1} \times \text{mg perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1} \quad (1)$$

Figura 6 - Régua transecta para marcação dos perfilhos

Figura 7 - Marcação do perfilho e numeração das folhas. ■ Marcação da folhas; ■ Marcação dos perfilhos

Figura 8 - Mensurações no perfilho individual. Perfilho (I); folha madura íntacta senescente (C); folha madura íntacta (B); folha em expansão íntacta (E); folha madura senescente (A); folha madura (D); folha em expansão (F); perfilho estendido (H) e perfilho estendido íntacto (G)

Para determinar a densidade populacional de perfilhos foram utilizados três pontos retangulares medindo 0,20m² (0,20m x 1,0m) por parcela, que foram colocados em local que representasse a unidade experimental no pós-pastejo, para executar a contagem de perfilhos tanto aéreos quanto basais. O número de perfilhos de cada unidade experimental consistiu na média dos 3 pontos de amostragem.

4.5 Cálculo das variáveis-resposta a partir dos dados de campo

Taxa de alongamento de folha (TAIF): foi calculada considerando-se o total de alongamento de folhas (cm) dividido por 20 perfilhos e pelo número de dias de cada período de avaliação.

$$TAIF = (\text{alongamento total de folhas (cm)} / 20 \text{ perfilhos} \times \text{período de descanso (dias)}) \quad (2)$$

Taxa de alongamento do colmo (TAIC): corresponde ao crescimento, em centímetros, do pseudo-colmo em um dado período de tempo. É calculada pela somatória de crescimento do pseudo-colmo, dividido por 20 perfilhos e pelo número de dias de cada período de avaliação.

$$TAIC = (\text{alongamento total do pseudo-colmo} / 20 \text{ perfilhos}) \times \text{período de tempo (dias)} \quad (3)$$

Taxa de aparecimento de folha (TApF): corresponde ao número de folhas novas que surgem no perfilho em um dado período de tempo. É calculada pela soma de folhas novas surgidas, dividido por 20 perfilhos e pelo número de dias de cada período de avaliação.

$$TAPF = (\text{número total de folhas surgidas} / 20 \text{ perfilhos}) \times \text{período de tempo (dias)} \quad (4)$$

Filocrono (Fil): o tempo em dias, para aparecimento de duas folhas sucessivas no caule ou colmo. Foi calculado pelo inverso da TApF.

$$\text{Filocrono} = 1 / TApF \quad (5)$$

Taxa de senescência de folha (TSeF): corresponde ao decréscimo de limbo foliar, em centímetros, causado pela senescência em um dado período de tempo. É calculada pela somatória de limbo foliar senescido dividido por 20 perfilhos e pelo número de dias de cada período de avaliação.

$$TSeF = (\text{decréscimo total do limbo foliar (cm)} / 20 \text{ de perfilhos}) \times \text{período de tempo (dias)} \quad (6)$$

Duração de vida da folha (DVF): compreende o período de tempo entre o nascimento e a morte da folha, que no caso correspondeu ao momento no qual 50% ou mais de seu limbo foliar estava comprometido com a senescência. Foi calculado pela multiplicação do NFV e do Fil.

$$DVF = NFV \times \text{filocrono} \quad (7)$$

Número de folhas vivas por perfilho (NFV): é o número máximo de folhas vivas, ou seja, maduras, em expansão e senescidas, que um perfilho possui. Foi calculado pela somatória das folhas vivas contidas no perfilho dividido por 20 perfilhos e pelo número de dias de cada período de avaliação.

$$NFV = (\text{folhas maduras} + \text{folhas em expansão} + \text{folhas senescentes}) / 20 \text{ de perfilhos} \quad (8)$$

Relação folha colmo (F:C): é a relação de peso (g/g) dos componentes lâmina foliar e colmo, mensurados imediatamente antes do pastejo.

$$F:C = \text{peso de folha/peso de colmo} \quad (9)$$

Comprimento final da folha (CFF): é a média do tamanho, em cm, das folhas maduras intactas do período de descanso.

$$CFF = \text{comprimento total das folhas} / \text{n}^\circ \text{ de folhas} \quad (10)$$

Comprimento Final do Colmo (CFC): é a média do tamanho, em cm, dos colmos.

$$CFC = \text{comprimento total dos colmos} / \text{n}^\circ \text{ de colmos} \quad (11)$$

4.6 Análise estatística

Os dados foram analisados pelo procedimento estatístico GLM, do pacote estatístico SAS[®] versão 9.0 (LITTEL et al., 1996), e as médias foram calculadas por meio do comando LSMeans, com um nível de significância de 10%. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

A análise estatística procurou detectar diferenças entre os tratamentos dentro de cada época estudada (Set/Out; Dez/Jan; Fev/Mar), não ocorrendo comparação entre épocas. A decisão de avaliar apenas três épocas dentro do período de pastejo (verão agrostológico 2006/2007), estava intrínseco que as épocas avaliadas seriam diferentes entre si, pois compreendiam o início da primareva, final da primavera e início do verão e final do verão, cada uma correspondendo a uma situação climática distinta.

5 RESULTADOS

5.1 Altura, massa de forragem (MF), acúmulo de forragem, índice de área da folhagem (IAFo) e interceptação luminosa (IL)

A altura pré-pastejo diferiu entre tratamentos (Tabela 2). Em Set/Out os dosséis sob os tratamentos 100% IL e 28 dias tiveram alturas de aproximadamente 42 cm, e para o tratamento 95% IL altura foi 28,4 cm, inferior ($p=0,0001$) aos demais. Em Dez/Jan o padrão de resposta para esta variável foi semelhante, com diferença apenas do tratamento 28 dias em que a altura diminuiu para 34,3 cm. Em Fev/Mar a altura pré-pastejo do tratamento 28 dias se igualou à altura pré-pastejo do 95% IL, diferentemente do ocorrido nas épocas anteriores, e novamente o tratamento 100% IL resultou em altura pré-pastejo superior ($p=0,003$) aos demais (42,3 cm). Em média os tratamentos de 95%, 100% IL e 28 dias obtiveram 29,2, 42,0 e 34,9 cm respectivamente, sendo o 100% IL com maior altura, seguido do 28 dias e por fim o 95% IL.

Tabela 2 – Altura pré-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época			Média
	Set/Out	Dez/Jan	Fev/Mar	
	cm			
95% IL	28,4 (0,2)	b (0,2)	29,4 (0,5)	c (0,5)
100% IL	42,0 (0,2)	a (0,4)	41,7 (1,9)	a (1,9)
28 dias	42,1 (0,4)	a (1,8)	34,3 (0,3)	b (0,3)
CV (%)	1,51	5,52	6,06	

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A meta de altura pós-pastejo foi alcançada em praticamente todas as épocas avaliadas (Figura 9). Porém, nos meses de Fev/Mar a altura pós-pastejo do tratamento 100% IL foi 16,1 cm, maior que a meta planejada de 15 cm.

Figura 9 – Altura pós-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

A massa de forragem pré-pastejo do tratamento 100% IL foi superior à dos demais tratamentos (Tabela 3). Nos meses de Set/Out os tratamentos 100% IL e 28 dias apresentaram a mesma massa de forragem pré-pastejo, sendo 40% superior ao tratamento 95% IL. Nas duas épocas seguintes o tratamento 28 dias resultou em massa de forragem pré-pastejo semelhante à do tratamento 95% IL.

Tabela 3 - Massa de forragem pré-pastejo do capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época			Média
	Set/Out	Dez/Jan	Fev/Mar	
	kg MS ha ⁻¹			
95% IL	2950 (314,7)	3750 (672,7)	3050 (81,2)	3250
100% IL	5050 (238,8)	5400 (102,5)	5150 (236,5)	5200
28 dias	5200 (372,7)	3600 (237,7)	2600 (273,7)	3800
CV (%)	12,36	16,97	10,34	

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

O tratamento 100% IL resultou em maior massa pós-pastejo apenas em Dez/Jan e na média (Tabela 4). Nas outras épocas os tratamentos geraram massa pós-pastejo semelhante.

Tabela 4 - Massa de forragem pós-pastejo do capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.

Tratamento	Época			Média
	Set/Out	Dez/Jan	Fev/Mar	
	kg MS ha ⁻¹			
95% IL	650 (139,0)	a 650 (38,5)	b 750 (248,3)	a 683 b
100% IL	1150 (205,1)	a 1700 (196,5)	a 1150 (247,4)	a 1333 a
28 dias	1000 (232,1)	a 1050 (162,5)	b 750 (37,5)	a 933 b
CV (%)	36,53	22,63	40,09	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si (p > 0,10).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

O acúmulo de forragem não diferiu entre tratamentos em Dez/Jan (p=0,25), porém nas outras épocas, o acúmulo para o tratamento 95% IL foi sempre inferior e para o tratamento 100% IL sempre superior. O tratamento 28 dias foi semelhante ao 100% IL apenas na primeira época (Tabela 5). A média de acúmulo nas três épocas de avaliação foi superior a 2500 kg MS ha⁻¹ para todos os tratamentos. Para o 95% IL houve em média acúmulo de 2550 kg MS ha⁻¹, 3867 kg MS ha⁻¹ para o 100% IL e 2867 kg MS ha⁻¹ para o 28 dias.

Tabela 5 – Acúmulo de forragem do capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época			Média
	Set/Out	Dez/Jan	Fev/Mar	
	kg MS ha ⁻¹			
95% IL	2250 (178,1)	b 3100 (662,4)	a 2300 (173,4)	b 2550 b
100% IL	3950 (56,0)	a 3700 (294,8)	a 3950 (435,8)	a 3867 a
28 dias	4200 (428,0)	a 2550 (158,0)	a 1850 (247,2)	b 2867 b
CV (%)	13,47	23,89	19,61	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si (p > 0,10).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Sob o tratamento 95% IL, nos meses de Out/Set e Dez/Jan, os dosséis tiveram o menor IAFor pré-pastejo (Tabela 6), em média 3,62. O tratamento 100% IL resultou sempre no maior IAFor, porém

nos meses de Set/Out o tratamento 28 dias respondeu de maneira semelhante, sendo ambos superiores ao 95% IL. O referido tratamento em Dez/Jan assegurou o mesmo índice de área da foliagem que o 95% IL e, na última época, o menor índice, tendo em média das épocas 3,75, se assemelhando ao 95% IL ($p < 0,0001$).

Tabela 6 – Índice de área da foliagem pré-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época						Média	
	Set/Out		Dez/Jan		Fev/Mar			
95% IL	3,70	b	3,61	b	3,53	b	3,62	b
	(0,01)		(0,06)		(0,01)			
100% IL	4,72	a	4,73	a	4,44	a	4,63	a
	(0,12)		(0,06)		(0,02)			
28 dias	4,52	a	3,69	b	3,03	c	3,75	b
	(0,08)		(0,16)		(0,07)			
CV (%)	3,59		4,41		2,10			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

No pós-pastejo os tratamentos responderam de forma semelhante ($p > 0,10$) (Tabela 7), com exceção do tratamento 100% IL que em Dez/Jan teve um IA_{Fo} pós-pastejo menor (0,65) em relação aos outros tratamentos, (0,77 e 0,81 para o 95% IL e 28 dias, respectivamente).

Tabela 7 – Índice de área da foliagem pós-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época						Média	
	Set/Out		Dez/Jan		Fev/Mar			
95% IL	0,72	a	0,77	a	0,83	a	0,78	a
	(0,02)		(0,20)		(0,01)			
100% IL	0,64	a	0,65	b	0,72	a	0,67	b
	(0,02)		0,00		(0,01)			
28 dias	0,69	a	0,81	a	0,80	a	0,77	a
	(0,04)		(0,04)		(0,07)			
CV (%)	8,02		7,05		9,48			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média

Nos tratamentos de IL a meta pré-pastejo estipulada foi atingida em todas as épocas de avaliação. Nos meses de Set/Out a IL pré-pastejo do tratamento 28 dias se assemelhou ao tratamento 100% IL. Já em Dez/Jan o mesmo tratamento não diferiu do 95% IL, e nos meses de Fev/Mar o tratamento 28 dias resultou na menor interceptação ($p < 0,0001$) em comparação aos outros tratamentos (Tabela 8).

Tabela 8 – Interceptação luminosa pré-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época			Média
	Set/Out	Dez/Jan	Fev/Mar	
	%			
95% IL	94,8 (0,2)	b 95,1 (0,2)	b 94,6 (0,1)	94,8 b
100% IL	98,0 (0,2)	a 98,2 (0,1)	a 97,6 (0,5)	97,9 a
28 dias	97,3 (0,2)	a 95,6 (0,4)	b 92,3 (0,5)	95,1 b
CV (%)	0,42	0,60	0,58	

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A interceptação luminosa pós-pastejo (Tabela 9) diferiu entre tratamentos apenas em Dez/Jan, quando dosséis submetidos ao tratamento 100% IL tiveram a interceptação mais baixa ($p = 0,0140$).

Tabela 9 – Interceptação luminosa pós-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época			Média
	Set/Out	Dez/Jan	Fev/Mar	
	%			
95% IL	41,7 (0,7)	a 45,6 (1,6)	a 46,6 (0,7)	44,6 a
100% IL	39,4 (0,5)	a 38,5 (0,4)	b 44,2 (0,5)	40,7 b
28 dias	41,2 (2,4)	a 46,6 (1,8)	a 46,0 (2,8)	44,6 a
CV (%)	6,33	5,71	6,53	

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

5.2 Respostas morfológicas

A taxa de aparecimento de folhas (TApF) foi igual em todos os tratamentos em Set/Out e Fev/Mar (Tabela 10), na média 0,13 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ e 0,08 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Nos meses de Dez/Jan o tratamento 100% IL resultou na maior TApF (0,11 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) seguido do tratamento 95% IL e 28 dias.

Tabela 10 – Taxa de aparecimento de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época						Média	
	Set/Out		Dez/Jan		Fev/Mar			
	folha perfilho ⁻¹ dia ⁻¹							
95% IL	0,14 (0,01)	a	0,10 (0,01)	ab	0,08 (0,01)	a	0,11	a
100% IL	0,13 (0,01)	a	0,11 (0,01)	a	0,08 (0,01)	a	0,11	a
28 dias	0,13 (0,01)	a	0,08 (0,01)	b	0,08 (0,01)	a	0,10	a
CV (%)	18,37		21,43		16,06			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

O filocrono respondeu de maneira semelhante à taxa de aparecimento de folhas, porém sem diferença entre os tratamentos dentro de cada época (Figura 10).

Figura 10 – Filocrono do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano. As barras verticais em cada coluna correspondem ao erro padrão da média

O número de folhas vivas por perfilho (NFV) não diferiu entre tratamentos na primeira época e teve como média 3,81 folhas perfilho⁻¹ (Tabela 11). Já na segunda época (Dez/Jan) a resposta do tratamento 28 dias se assemelhou a resposta do 95% IL, ficando com o maior NFV e o tratamento de 100% IL o menor (2,65 folhas perfilho⁻¹). Em Fev/Mar as médias dos tratamentos, a exemplo de Set/Out, não diferiram ($p=0,887$).

Tabela 11 – Número de folhas vivas por perfilho do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época						Média	
	Set/Out		Dez/Jan		Fev/Mar			
	folhas perfilho ⁻¹							
95% IL	3,94 (0,1)	a	3,23 (0,2)	a	2,98 (0,3)	a	3,38	a
100% IL	3,77 (0,2)	a	2,65 (0,1)	b	3,05 (0,1)	a	3,16	a
28 dias	3,71 (0,1)	a	3,26 (0,1)	a	3,13 (0,1)	a	3,37	a
CV (%)	11,07		12,17		17,53			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A duração de vida da folha (DVF), assim como o NFV, não diferiu entre tratamentos ($p=0,650$) em Set/Out, com média de 29 dias, o mesmo ocorrendo em Fev/Mar ($p=0,944$), quando a média foi 38,4 dias (Tabela 12). Em Dez/Jan a DVF no tratamento 28 dias (39,5 dias) foi maior que nos tratamentos 95% IL (32,9 dias) e 100% IL (24,8 dias).

Tabela 12 – Duração de vida da folha do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época						Média	
	Set/Out		Dez/Jan		Fev/Mar			
	dias							
95% IL	28,30 (1,9)	a	32,91 (2,6)	b	37,59 (4,3)	a	32,93	a
100% IL	30,36 (2,4)	a	24,79 (1,5)	c	39,25 (3,5)	a	31,47	a
28 dias	28,30 (0,5)	a	39,50 (1,6)	a	38,47 (2,2)	a	35,43	a
CV (%)	15,30		15,39		22,20			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Em Set/Out e Fev/Mar os tratamentos não diferiram entre si para a taxa de alongamento de folhas (TAIF), com média 0,48 e 0,34 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 13). Nos meses de Dez/Jan o tratamento 95% IL resultou na maior média ($p=0,0975$). O tratamento 100% IL foi semelhante aos demais, tendo média de 0,46 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹.

Tabela 13 – Taxa de alongamento de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época			Média
	Set/Out	Dez/Jan	Fev/Mar	
	cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹			
95% IL	0,52 (5,7)	a 0,55 (4,8)	a 0,31 (2,8)	0,46 a
100% IL	0,43 (3,3)	a 0,46 (9,9)	ab 0,35 (4,0)	0,41 a
28 dias	0,49 (4,8)	a 0,43 (4,0)	b 0,36 (2,1)	0,43 a
CV (%)	15,76	18,28	18,39	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A taxa de senescência de folhas (TSeF) não diferiu ($p > 0,10$) entre épocas (Figura 11), com médias de 0,07, 0,05 e 0,05 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ para o tratamento 95% IL, 100% IL e 28 dias, respectivamente.

Figura 11 – Taxa de senescência de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano. As barras verticais em cada coluna correspondem ao erro padrão da média.

Assim como na taxa de senescência de folhas, os tratamentos não resultaram em diferença ($p > 0,10$) em relação à taxa de acúmulo líquido de folhas (TACF) para nenhuma das três épocas (Figura 12). Os tratamentos 95% IL, 100% IL e 28 dias tiveram em média 0,39, 0,36 e 0,37 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente.

Figura 12 – Taxa de acúmulo líquido de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano. As barras verticais em cada coluna correspondem ao erro padrão da média

A taxa de alongamento de colmo (TAIC) variou entre tratamentos apenas nos meses de Fev/Mar (Tabela 14), onde o alongamento do colmo foi maior no tratamento 100% IL (0,09 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) e o tratamento 95% IL resultou em menor TAIC (0,05 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). A TAIC do tratamento de 28 dias não diferiu em relações aos demais tratamentos. Nas demais épocas avaliadas as médias foram de 0,17 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ e 0,11 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ em de Set/Out e Dez/Jan, respectivamente.

Tabela 14 – Taxa de alongamento de colmo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época						Média	
	Set/Out		Dez/Jan		Fev/Mar			
	cm pefilho ⁻¹ dia ⁻¹							
95% IL	0,19 (0,01)	a	0,10 (0,02)	a	0,05 (0,01)	b	0,11	a
100% IL	0,15 (0,02)	a	0,12 (0,02)	a	0,09 (0,01)	a	0,12	a
28 dias	0,18 (0,01)	a	0,10 (0,01)	a	0,06 (0,01)	ab	0,11	a
CV (%)	21.20		47.41		46.41			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

5.3 Características estruturais do dossel

O intervalo médio de pastejo (IMP) variou entre as épocas (Tabela 15). Em Set/Out os tratamentos 100% IL e 28 dias não diferiram entre si. Na mesma época o tratamento 95% IL teve 17 dias de intervalo de pastejo, sendo menor ($p < 0,001$) em relação aos outros tratamentos. Na época seguinte a situação se mostrou diferente, onde o IMP nos pastos manejados com 95% IL foi menor que aqueles cuja frequência e pastejo foram 28 dias, sendo que aqueles pastejados quando atingido 100% IL não diferiram ($p > 0,10$) dos demais tratamentos. Já em Fev/Mar o tratamento 100% IL resultou em intervalos mais longos que os demais, os quais não diferiram entre si.

Tabela 15 – Intervalo médio de pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época						Média	
	Set/Out		Dez/Jan		Fev/Mar			
	dias							
95% IL	17	b	20	b	28	b	22	b
	(0,0)		(3,4)		(0,8)			
100% IL	27	a	25	ab	42	a	31	a
	(0,0)		(0,3)		(1,1)			
28 dias	28	a	28	a	28	b	28	a
	(0,3)		(0,3)		(0,3)			
CV (%)	1,40		14,49		2,00			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

O comprimento final da folha madura intacta (CFF) foi diferente entre os tratamentos (Tabela 16). Em Set/Out o CFF do tratamento 28 dias se equiparou ao do 100% IL, tendo em média 16,0 e 16,8 cm, respectivamente. Já o tratamento 95% IL, resultou na menor média (11,5 cm). Na segunda época o tratamento 100% IL teve as maiores folhas com média de 21,6 cm, igual às do tratamento 28 dias, que teve média de 17,7 cm, e diferente do tratamento baseado em 95% IL, que em média apresentou 15,7 cm. Nos meses de Fev/Mar o CFF do tratamento 28 dias se assemelhou ao CFF do 95% IL, ficando com as menores médias (15,2 e 13,9 cm, respectivamente) em relação ao tratamento 100% IL que teve suas folhas maduras intactas com 18,8 cm.

Tabela 16 – Comprimento final da folha madura intacta do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano.

Tratamento	Época						Média	
	Set/Out		Dez/Jan		Fev/Mar			
	cm							
95% IL	11,48	b	15,70	b	13,90	b	13,70	c
	(0,3)		(1,1)		(1,0)			
100% IL	16,80	a	21,58	a	18,75	a	19,04	a
	(0,4)		(1,9)		(0,7)			
28 dias	16,04	a	17,71	ab	15,17	b	16,31	b
	(0,1)		(1,8)		(0,9)			
CV (%)	11,82		22,29		13,94			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

O comprimento do colmo (CC) respondeu de maneira similar nas épocas (Tabela 17). Em todas elas o tratamento 100% IL resultou nos maiores CC, com média de 10,1 cm. O tratamento 28 dias se assemelhou tanto ao 100% IL quanto ao 95% IL em Set/Out e Dez/Jan, mas só o tratamento 95% IL resultou no menor CC em todas as épocas, com média de 8,04 cm.

Tabela 17 – Comprimento do colmo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época			Média
	Set/Out	Dez/Jan	Fev/Mar	
	cm			
95% IL	6,36 (0,3)	9,80 (0,5)	7,96 (0,3)	8,04
100% IL	7,44 (0,4)	12,13 (1,1)	10,64 (0,6)	10,07
28 dias	6,66 (0,1)	10,42 (0,4)	7,97 (0,3)	8,35
CV (%)	11,82	17,72	13,6	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A relação folha:colmo pré-pastejo não variou entre os tratamentos ($p > 0,10$) em nenhuma das épocas estudadas (Figura 13).

Figura 13 – Relação folha:colmo pré-pastejo do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano. As barras verticais em cada coluna correspondem ao erro padrão da média

A densidade populacional de perfilhos basais variou entre tratamentos nas duas primeiras épocas (Tabela 18). Nessas ocasiões o tratamento 95% IL apresentou maior densidade de perfilhos

que, na segunda época, foi igual à do tratamento 28 dias. Em Fev/Mar não houve diferença ($p>0,10$) entre os tratamentos.

Tabela 18 - Densidade populacional de perfilhos basais do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época			Média
	Set/Out	Dez/Jan	Fev/Mar	
	----- perfilhos m^{-2} -----			
95% IL	1297 (47,0)	a 1209 (61,7)	a 1276 (80,2)	1260 a
100% IL	1160 (51,6)	b 1024 (67,4)	b 1383 (92,3)	1189 b
28 dias	1265 (35,8)	b 1221 (53,8)	a 1211 (56,0)	1232 ab
CV (%)	18,98	15,96	18,06	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p>0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A densidade populacional de perfilhos aéreos não diferiu entre os tratamentos (Figura 14), sendo a média de Set/Out igual a 101 perfilhos m^{-2} , em Dez/Jan 34 perfilhos m^{-2} e em Fev/Mar 54 perfilhos m^{-2} .

Figura 14 – Densidade populacional de perfilhos aéreos do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano. As barras verticais em cada coluna correspondem ao erro padrão da média

Na densidade total de perfilhos não houve diferença ($p > 0,10$) entre os tratamentos dentro das épocas, sendo a média de Set/Out igual a 1342 perfilhos m^{-2} , de Dez/Jan 1185 perfilhos m^{-2} e de Fev/Mar 1344 perfilhos m^{-2} (Figura 15).

Figura 15 – Densidade populacional total de perfilhos do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano. As barras verticais em cada coluna correspondem ao erro padrão da média

5.4 Dinâmica do acúmulo de forragem

A taxa de crescimento de folhas (TCF) não diferiu entre os tratamentos ($p \geq 0,10$) em nenhuma das épocas (Figura 16). Em Set/Out os tratamentos tiveram em média crescimento em folhas de 42,5 kg MS $ha^{-1} dia^{-1}$. Nos meses de Dez/Jan a média foi de 41,6 kg MS $ha^{-1} dia^{-1}$ e na última 29,41 kg MS $ha^{-1} dia^{-1}$.

Figura 16 – Taxa de crescimento de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano. As barras verticais em cada coluna correspondem ao erro padrão da média

A taxa de senescência de folhas (TSeF) também não diferiu ($p \geq 0,10$) entre tratamentos dentro de cada época (Figura 17). Em relação às épocas em Set/Out a média entre os tratamentos foi de $4,7 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, em Dez/Jan $5,7 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e em Fev/Mar $4,32 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

Figura 17 – Taxa de senescência de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano. As barras verticais em cada coluna correspondem ao erro padrão da média

Também não foram encontradas diferenças entre tratamentos ($p \geq 0,10$) para a taxa de acúmulo líquido de folhas (TACF) dentro de épocas. A média de Set/Out $37,8 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, a de Dez/Jan $35,9 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e a de Fev/Mar $25,1 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

Figura 18 – Taxa de acúmulo líquido de folhas do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano. As barras verticais em cada coluna correspondem ao erro padrão da média

A taxa de crescimento de colmo (TCC) diferiu entre tratamentos ($p = 0,0284$) apenas na última época (Tabela 19), com 100% IL gerando apresentando TCC de $40,6 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, ao passo que os demais tratamentos apresentaram $15,7 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e $17,19 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para o 95% IL e 28 dias, respectivamente.

Tabela 19 – Taxa de crescimento de colmos do dossel de capim-xaraés em resposta a estratégias de desfolhação em três épocas do ano

Tratamento	Época			Média
	Set/Out	Dez/Jan	Fev/Mar	
	kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹			
95% IL	62,41 (5,9)	a 38,61 (9,4)	a 15,72 (4,6)	38,91 a
100% IL	53,54 (12,8)	a 41,22 (8,7)	a 40,56 (9,7)	45,11 a
28 dias	77,52 (13,9)	a 38,51 (7,0)	a 17,19 (3,3)	44,41 a
CV (%)	43,52	52,05	65,29	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ($p > 0,10$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

6 DISCUSSÃO

6.1 Respostas morfológicas e estruturais

A relação positiva entre a massa de forragem e a altura do dossel já está bem estabelecida em espécies forrageiras de clima tropical. O aumento da altura é fortemente influenciado pelo alongamento de colmos, o que por sua vez afeta positivamente o acúmulo de forragem (SBRISSIA; DA SILVA, 2001; PEDREIRA, 2006; SANTOS et al., 2003; CÂNDIDO et al., 2005; RODRIGUES et al., 2008). O alongamento de colmos se torna maior quanto maior o período de descanso do pasto, pois a competição intra-específica por luz aumenta, levando a planta a alongar os colmos. Isso ocorre próximo do IAF crítico, com as plantas aumentando a taxa de alongamento de colmos em resposta ao auto-sombreamento das folhas e pela diminuição da quantidade de luz que chega na base do dossel (SBRISSIA; DA SILVA, 2001; NABINGER, 2002; CÂNDIDO et al. 2005). Essas relações foram encontradas no presente estudo. Como um reflexo do ocorrido em cada época estudada, a média superior do tratamento 100% IL em relação ao IMP (31 dias) (Tabela 15) teve como consequência uma maior competição por luz intra-específica, comprovada pela maior IL (97,9%) e IAF pré-pastejo (4,63) superiores aos dos demais tratamentos (Tabelas 8 e 6, respectivamente). Isso gerou maior comprimento do colmo (Tabela 17), que por sua vez contribuiu para maior massa (Tabela 3) e altura pré-pastejo (Tabela 2).

Em média o CC representou 27% da altura pré-pastejo do tratamento 95% IL, 24% do 100% IL e 25% do 28 dias. Estes valores são inferiores ao que foi encontrado por Sbrissia (2004) em pastos de capim-marandu sob lotação contínua, que variaram de 76% a 83% da altura do dossel. Silva et al. (2007) relataram que para o capim-tanzânia o aumento na altura do dossel foi ocasionado pela elevação dos colmos nas pastagens sob períodos de descanso mais longos. Zeferino (2007) avaliando o comprimento dos colmos de capim-marandu encontrou efeito da frequência e intensidade de pastejo e da época do ano. As frequências de 95% IL e o resíduo de 10 cm apresentaram o menor comprimento de colmos em relação aos tratamentos de 100% IL e o resíduo 15 cm. O período de final do inverno resultou nos menores valores de comprimento de colmo.

Tem-se que atentar para o fato de que o IAF interfere de maneira direta na IL de uma planta. Assim que os níveis de IL aumentam, ocorre uma mudança na partição de fotoassimilados para os colmos, o que resulta no seu alongamento (PEDREIRA, 2006; LARA, 2007), principalmente em gramíneas de ciclo fotossintético C_4 (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Embora seja uma resposta passiva e não propriamente uma estratégia adotada pela planta, este ajuste possibilita que uma maior quantidade de folhas por unidade de área intercepte luz, aumentando assim a sua capacidade fotossintética. Um ponto importante a ser explicado é a semelhança nas respostas de IL e IAFo, que pode ter relação com a metodologia usada para estas medições. Ambas foram feitas com o analisador de dossel LAI 2000, que para determinar o IAFo além de considerar as características estruturais do dossel integram em seus cálculos a penetração de luz, podendo gerar dados que não possuem explicação fisiológica.

Apesar do tratamento 28 dias não diferir, em média, do tratamento 100% IL em relação ao IMP, o tratamento 28 dias resultou em diferentes respostas nas épocas subseqüentes, na maioria dos parâmetros supracitados. Frequentemente o tratamento 28 dias resultou em resposta semelhante à do 95% IL, sugerindo que tratamentos de frequência de pastejo que definem dias fixos geram padrões de resposta variáveis. Outra consequência do maior IMP do tratamento 100% IL foi o maior acúmulo de forragem (Tabela 5). Segundo Brougham (1955) isso ocorre porque o acúmulo de forragem aumenta com o aumento do tempo de rebrotação até um patamar máximo, que é diferente para cada espécie. Com mais tempo de rebrotação, os pastos cujos pastejos eram menos frequentes acumularam mais forragem.

Sbrissia (2004), trabalhando com capim-marandu sob lotação contínua mantido a diferentes alturas, verificou maior massa de perfilhos nas maiores alturas de manejo, devido à contribuição da fração colmo. Pedreira (2006) encontrou maior massa de forragem e altura do dossel nos tratamentos com maiores IMP, semelhante ao encontrado no presente trabalho. Em relação à taxa de alongamento e acúmulo de colmos, Zeferino (2007), trabalhando com capim-marandu sob dois regimes de desfolhação (95% IL e 100% IL) e duas alturas de resíduo (10 e 15 cm), encontrou maiores valores no tratamento 100% IL. Resultados de acúmulos semelhantes foram encontrados por Pedreira (2007), onde o tratamento de 95% IL acumulou $121 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, o 100% IL $173 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e o 28 dias $131 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Pedreira (2006) encontrou valores semelhantes para o IAFo pré-pastejo, onde, à semelhança deste trabalho, o tratamento 100% IL resultou na maior média (5,88) seguido dos tratamentos 95% IL e 28 dias (3,81 e 3,78

respectivamente). Souza Junior (2007) encontrou respostas semelhantes de IAFo e IL pré-pastejo nos pastos de capim-marandu. Os valores de IAFo encontrados pelo autor foram em média 3,57 para o tratamento de 95% IL e 4,50 para o de 100% IL.

O tratamento 100% IL resultou na maior MF e na menor IL e IAFo pós-pastejo, em relação aos demais tratamentos (Tabelas 4, 9 e 7, respectivamente). Uma possível explicação para isso é a maior massa de colmos (SBRISSIA; DA SILVA, 2001) no resíduo pós-pastejo, já que este componente apesar de possuir pouca contribuição na IL e IAFo em relação às folhas, contribui grandemente na massa de forragem e na altura. O tratamento 28 dias resultou em padrão de resposta semelhante ao 95% IL e menor que o 100% IL quanto a MF, IL e IAFo pós-pastejo, o que pode estar relacionado com a menor presença de colmos no resíduo de ambos tratamentos.

A menor média do tratamento 100% IL em relação ao IAFo e IL pós-pastejo (0,67 e 40,7, respectivamente) em comparação aos outros tratamentos, está relacionada com o maior IMP do tratamento 100% IL, pois quando um dossel começa a rebrotar a partir de um baixo valor de IAF, o tempo necessário para o seu restabelecimento é maior (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Pedreira (2006) mediu o IAFo pós-pastejo de 0,66 para o tratamento de 95% IL e 0,79 para o tratamento 100% IL e 0,62 para o tratamento de 28 dias, não detectando diferença entre eles. Souza Junior (2007) trabalhando com capim-marandu, sob pastejo intermitente sob intervalos baseados em interceptação luminosa (95% e 100%), combinados com duas alturas de resíduo (10 e 15 cm), encontrou valores maiores para a variável IAFo pós-pastejo, tendo obtido em média 1,62 para o tratamento de 95% IL e 1,40 para o 100% IL. Para a IL pós-pastejo Zeferino (2007), sob os mesmos tratamentos de Souza Junior (2007), encontrou valores superiores aos deste trabalho, onde o tratamento de 95% IL interceptou 81,3% em média, e o tratamento 100% IL 75,5%, o que pode ser interpretado como maior massa de folhas no resíduo do capim-marandu em relação ao capim-xaraés.

A relação folha:colmo pré-pastejo não diferiu entre os tratamentos dentro de épocas, com média de 1,67 (Figura 13). Wilson e t'Mannetje (1978) destacaram que a alta relação folha:colmo pré-pastejo está normalmente associada a forragem com elevado teor de proteína, alta digestibilidade e elevado potencial de consumo. Em condições de pastejo, o consumo é influenciado pela massa de forragem e por aspectos ligados à estrutura da vegetação como a relação folha:colmo pré-pastejo.

Nave (2007) encontrou teor de proteína bruta (PB) 60%, fibra em detergente neutro (FDN) 10% e fibra em detergente ácido (FDA) 14% maiores na fração folha em relação à fração colmo e apenas 5% de diferença na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em experimento realizado na mesma área experimental em que o presente estudo foi desenvolvido. Barbosa et al. (2002) encontraram resposta linear positiva da relação folha:colmo no pré-pastejo até 35 dias após o pastejo, onde foram estimados valores de 1,52 e 0,75 aos sete dias e 3,66 e 3,56 aos 35 dias para os resíduos alto (3,6 t MS ha⁻¹) e baixo (2,3 t MS ha⁻¹), respectivamente, para o capim-tanzânia. Os autores explicaram que o maior valor inicial da relação F:C do resíduo alto foi devido à menor taxa de lotação empregada associada ao maior IAF pós-pastejo, porém deve-se levar em conta que resíduos muito altos, como o caso, possuem, proporcionalmente mais colmos, grande quantidade de folhas. Os valores da relação F:C semelhantes entre o capim-tanzânia e o capim-xaraés, tanto para resíduo pós-pastejo baixo quanto para alto, é resultante do grande potencial de recuperação dessas gramíneas após a desfolhação. Para o capim-marandu, Sbrissia (2004) encontrou para a menor altura do dossel (10 cm) relação F:C pré-pastejo de 1,02, superior à dos pastos de maior altura (40 cm) com relação de cerca de 0,60. Pode-se notar que o capim-xaraés apresentou relação folha:colmo pré-pastejo superior à do capim-marandu, pois acumulou muita folha, compensando a relação folha:colmo pré-pastejo.

A TApF diferiu apenas nos meses de Dez/Jan, período no qual ocorreu a adubação nitrogenada e não houve déficit hídrico (Figura 2). Isso que contribuiu para o tratamento 100% IL resultar na maior TApF (Tabela 10). No mesmo período o referido tratamento resultou no menor IAFo em relação aos outros tratamentos, o que significa menor sombreamento na base da planta, refletindo em menor densidade de perfilhos basais, não comprometendo assim a formação de novas folhas.

A densidade populacional total de perfilhos (basais + aéreos) não variou entre os tratamentos dentro de cada época avaliada (Figura 15). O mesmo padrão de resposta foi registrado para o número de perfilhos aéreos (Figura 14), provavelmente devido à alta variabilidade associada a esses números. Provavelmente o alto CV dos perfilhos aéreos influenciou na não detecção de diferenças nas médias da DPPtotal. A diferença só foi detectada no número de perfilhos basais (Tabela 18), onde a variabilidade foi menor. Os altos valores do CV do perfilhamento total e aéreo, não permitiram a detecção de diferenças entre tratamentos quanto a estes dados. O tratamento 95% IL assim como o tratamento 28 dias responderam de

forma semelhante o longo das três avaliações e em média em relação à densidade de perfilhos basais. Essas médias foram sempre inferiores à do tratamento 100% IL, cuja frequência de pastejo foi menor.

Silva et al. (2007) em estudo com o capim-tanzânia sob diferentes frequências de desfolhação (1,5; 2,5 e 3,5 folhas), reportaram que o tratamento de menor frequência resultou na menor densidade populacional de perfilhos, semelhante ao de maior frequência e diferente da frequência intermediária. Segundo os autores isso ocorreu porque com o decorrer dos ciclos de pastejo, a deficiência na aplicação do nitrogênio e pelo déficit hídrico, ocorrida no decorrer do experimento, ocasionou a diminuição do número de perfilhos (Davies et al., 1983), levando o tratamento de 1,5 folhas a se igualar ao de 3,5 folhas em média. Fato semelhante foi encontrado no presente estudo onde, em duas das três ocasiões de coleta de dados houve déficit hídrico, o que pode, ao menos parcialmente, explicar a ausência de diferença estatística entre os tratamentos estudados nessas épocas.

Apesar da diferença na TApF na segunda época de avaliação do presente estudo, o mesmo não ocorreu com o filocrono (Tabela 10 e Figura 10, respectivamente), e em todos os tratamentos foi necessário o mesmo número de dias para a formação de uma nova folha. Pinto et al. (1994), trabalhando com capim-guiné (*Panicum maximum* cv Guine) e setária (*Setaria sphacelata*) sob doses crescentes de N, também não encontraram diferenças no filocrono. Braga et al. (2000) encontraram valores semelhantes para a variável filocrono em pastos de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.* cv. Tifton 85), porém os autores constataram diminuição do filocrono com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas, o que pode ser explicado pela ação do N na síntese de novos tecidos na planta, diminuindo o tempo entre o aparecimento de duas folhas. Em estudo com capim-marandu, Marcelino et al. (2006) encontraram diferença no filocrono em resposta a frequências de pastejo, com maior filocrono nas menores frequências. Um dos motivos apontado pelos autores foi a maior proporção de plantas no estágio reprodutivo na menor frequência.

O NFV variou, entre os tratamentos, apenas na segunda época (Tabela 11). Diferentemente do que Lemaire (1997) afirmou, o NFV não se associou ao comprimento final da folha, onde maiores variações no CFF (Tabela 16) não corresponderam com variações no NFV. A mesma associação não foi encontrada por Sbrissia (2004) e Zeferino (2007). As respostas de NFV e de DVF dos tratamentos tiveram melhor associação, onde variações na DVF foram acompanhadas por variações no NFV (NABINGER, 1997). A DVF, à semelhança do NFV, só

variou em Dez/Jan (Tabelas 12 e 11, respectivamente). Essas diferenças podem ser explicadas em parte, pelas diferenças encontradas no comprimento final da folha e taxa de senescência de folhas. Quanto maior a taxa de senescência e menor o CFF, menor será a DVF. A DVF está associada com a possibilidade da mesma ser visitada e pastejada mais vezes pelos animais enquanto estiver viva. Porém a maior DVF está associada a pastos com menores taxas de acúmulo líquido (SBRISSIA, 2004), o que normalmente ocorre no inverno.

Segundo Davies (1971) e Carnevalli e Da Silva (1999) o NFV é um valor relativamente constante para determinada espécie forrageira. No presente estudo o NFV foi em média 3,3 folhas perfilho⁻¹, inferior ao encontrado por Martuscello et al. (2005) que trabalharam com o capim-xaraés submetido a quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg dm⁻³) e três regimes de desfolhação (três, quatro e cinco folhas completamente expandidas). Esses autores mediram 4,8 folhas perfilho⁻¹, número que aumentou à medida que dose de N foi aumentada de 0 para 120 mg dm⁻³, e diminuiu com o aumento do número de folhas expandidas antes do corte. Para o capim-tifton 85, Braga et al. (2000) encontraram 7,7 folhas perfilho⁻¹, que segundo os autores foi um valor semelhante ao encontrado por Oliveira et al. (1998). Zeferino (2007) encontrou resposta semelhante à do presente estudo para a variável NFV, obtendo em média 3,3 folhas perfilho⁻¹.

O tratamento 100% IL resultou no maior CFF (Tabela 15), e o tratamento de maior frequência (95% IL) no menor. O comprimento médio da folha intacta se relaciona com a TAIF e com a TApF (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), uma vez que, para um dado genótipo, o período de alongamento para uma folha é uma fração constante do intervalo de aparecimento de folhas sucessivas (ROBSON, 1967; DALE, 1982) (DAVIES et al., 1983). No presente estudo não foi encontrada diferença nas variáveis TAIF (Tabela 13) e TApF (Tabela 10), podendo ser a única causa de variação do CFF o comprimento do colmo, pois segundo Skinner e Nelson (1995), o tempo entre a iniciação do primórdio foliar no meristema apical e o aparecimento subsequente da folha acima do colmo representa um período de crescimento que pode ser influenciado tanto pela taxa de alongamento da folha quanto pelo comprimento da bainha. Assim, quanto maior o tamanho do colmo maior será o tamanho da folha, pois esta “percorre” um caminho mais longo enquanto expande ainda envolta pela bainha, antes de aparecer.

Zeferino (2007) encontrou que o CFF, para a frequência 95% IL e resíduo de 15 cm para o capim-marandu, foi de 10,9 cm e 9,6 cm para o tratamento 100% IL com o mesmo resíduo.

Para o capim-tifton 85, Braga et al. (2000) encontraram que as lâminas foliares tinham em média cerca de 14 cm de comprimento aumentando com o decorrer do período experimental.

A TAlF diferiu entre os tratamentos apenas na segunda época experimental (Tabela 13). De acordo com Davies (1974), a TAlF é pouco afetada pela desfolhação, no sentido de que, sendo ela severa ou leniente a TAlF varia pouco, e se relaciona positivamente com o acúmulo de forragem (HORST et al., 1978) e negativamente com o número de perfilhos (JONES et al., 1979). Contradizendo Davies (1974), Schnyder et al. (1999) afirmaram que desfolhações freqüentes ocasionam forte redução da TAlF, que estaria associada ao decréscimo na taxa de produção celular e duração da expansão celular. O presente estudo corrobora com o de Davies (1974), pois a TAlF não foi afetada pela freqüência de desfolhação, provavelmente pelo déficit hídrico já mencionado. A TAlf também não se relacionou positivamente com o acúmulo de forragem e relacionou-se negativamente com o DPP.

Santos et al. (2003) trabalhando com o capim-tanzânia sob três intervalos de pastejo distintos ao longo de um ano constataram que a freqüência não afetou a TAlF em Jan/Fev. Todavia, a TAlF aumentou conforme aumentou o intervalo de pastejo nos meses de Out/Dez, Mai/Jun e Agos/Set. Em Fev/Abr e Abr/Mai a TAlF diminuiu com o aumento do intervalo de pastejo. Os autores encontraram valores médios de 3 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, média superior à encontrada no presente estudo, o que reflete o alto potencial de produção dos capins do gênero *Panicum*. No trabalho de Sbrissia (2004) a TAlF do capim-marandu sob lotação contínua sofreu efeito da altura do dossel e época do ano. Nas maiores alturas de manejo (30 e 40 cm) as TAlFs foram maiores (0,94 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, em média), valor 38% superior ao tratamento de menor altura (10 cm). No verão o alongamento de folhas foi mais rápido em relação ao início da primavera, (1,24 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ e 1,14 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente).

Assim como a TAlF, a taxa de senescência de folhas (TSeF) também não diferiu entre os tratamentos dentro das épocas avaliadas, e foram crescentes com o aumento da altura do dossel. No presente estudo como não foram encontrados efeitos dos tratamentos nas variáveis TAlF e TSeF, a taxa de acúmulo também não diferiu.

6.2 Dinâmica do acúmulo de matéria seca

A taxa de crescimento de folhas (TCF) não variou entre os tratamentos dentro de cada época (Figura 16). Apesar de não ter sido detectada diferença na TCF, o tratamento 95% IL acumulou 30% e 27% a mais de folhas para as épocas 1 e 2, respectivamente. Isso pode resultar em diferenças significativas na produção de folhas do dossel em períodos mais longos. Casagrande (2007) em trabalho com capim-marandu, não encontrou efeito da oferta de forragem (4, 7, 10 e 13 %) em relação à TCF, porém houve efeito do ciclo de pastejo, onde os maiores valores corresponderam ao período de verão. O autor ressaltou que a diferença foi devido à maior densidade populacional de perfilhos, haja vista que não foi encontrada diferença para TAIF.

A TSeF só variou na média dos tratamentos (Figura 17), sem variação dentro de cada época. Deve-se ressaltar que os coeficientes de variação da TSeF foram muito elevados (47%, em média), o que pode ser a causa da não detecção de diferenças entre os tratamentos. Nos meses de Dez/Jan o tratamento 95% IL senesceu o dobro em relação aos demais tratamentos, valor que não diferiu estatisticamente. Em estudo acompanhante a este, Pedreira (2006) encontrou diferença entre os tratamentos na massa de material morto na forragem pré-pastejo. O tratamento 100% IL apresentou a maior massa de material morto e o tratamento de maior frequência (95% IL) a menor. O tratamento 28 dias apresentou valor intermediário e semelhante a ambas.

A taxa de acúmulo de folhas não diferiu entre os tratamentos nas épocas avaliadas (Figura 18). Isso está relacionado com o fato de que a taxa de acúmulo é o resultado líquido das taxas de crescimento e senescência que, para efeito de cômputo têm sinais trocados e tiveram magnitudes semelhantes. É importante lembrar, todavia, que estas taxas são diárias e que quando multiplicadas pelo intervalo médio de pastejo, estes valores podem se tornar mais discrepantes, devido ao efeito de amplificação das diferenças. Se considerarmos ainda o número de ciclos de pastejo em que cada tratamento resultou durante o verão agrostológico, esta discrepância tende a ser ainda maior.

A taxa de crescimento de colmos diferiu entre tratamentos apenas na última época de avaliação (Tabela 19), onde o tratamento de 100% IL foi superior aos demais. As médias da TCC foram equivalentes às médias da TCF, mostrando que grande parte da massa de forragem do capim-xaraés é devida à presença de colmos. Pedreira (2006) em experimento na mesma área, com os mesmos tratamentos obteve, em média, apenas 15% da massa de colmos em relação à

massa e folhas no estrato acima do resíduo de pastejo. Porém há que se considerar que o presente estudo considerou a massa de colmos a partir do nível do solo, diferentemente do de Pedreira (2006) que considerou apenas o estrato acima do resíduo pós-pastejo. No resíduo, Pedreira (2006) obteve 4,5 vezes mais massa de colmos em relação a folhas. Portanto, a alta TCC foi devida à inclusão do peso do colmo desde a superfície do solo, e não acima da altura do resíduo.

7 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

De maneira geral o presente estudo possibilitou o estabelecimento de contrastes nas respostas do capim-xaraés a intervalos de rebrotação contrastantes, conforme o objetivo proposto. Possivelmente o delineamento experimental usando três repetições, não favoreceu a detecção de diferenças estatísticas de tais parâmetros, visto que se tratou do estudo de um sistema biológico, em ambiente não controlado, que implica em alta variabilidade nos dados para detecção de diferenças entre tratamentos. Provavelmente um aumento nos graus de liberdade do resíduo na análise de variância, que pode ser alcançado pelo aumento do número de repetições, teria aumentado a sensibilidade do experimento aumentando a probabilidade de detecção de diferenças entre os tratamentos.

Houveram, no entanto, efeitos marcantes de tratamento sobre algumas respostas estruturais do dossel, que podem ser conclusivas sobre os contrastes entre os tratamentos. Ocorre que, quando os tratamentos de frequência de desfolhação se baseiam em interceptação luminosa, cada um terá, normalmente, um intervalo de descanso diferente ao outro. Isso ocasiona números de ciclos de pastejos diferentes dentro do período avaliado, o que leva tratamentos a apresentarem “idades fisiológicas” diferentes, mesmo quando avaliados na mesma época. Isso é relevante pois a “chance” de cada tratamento se adequar ao manejo imposto mais rapidamente ou mais lentamente é diferente, e quando se avalia em uma certa época do ano, cada tratamento pode estar mais próximo ou mais longe da idade fisiológica de outro tratamento, podendo haver assim distorções das respostas encontradas.

Na prática o tratamento 100% IL apesar de ter acumulado mais forragem, também resultou em maiores médias nas variáveis relativas ao componente colmo (taxa de alongamento de colmo, comprimento do colmo e taxa de acúmulo de colmo), mesmo que mais marcadamente na última época de avaliação, o que pode se estabilizar com o passar do tempo, se refletindo em um aumento de resíduo (massa e altura), podendo gerar maiores perdas de forragem. O tratamento 28 dias não gerou respostas constantes, ora se assemelhavam ao tratamento 95% IL e ora ao 100% IL. O tratamento 95% IL apesar de ter resultado em menor acúmulo ao final do verão, provavelmente não causa aumento na massa de resíduo e do componente colmo o longo do tempo, o que é desejável no manejo de pastagens.

8 CONCLUSÕES

Como conclusão do presente estudo, é possível afirmar que o uso da interceptação luminosa pelo dossel forrageiro como determinante do momento em que se deve iniciar a desfolhação do pasto gera uma variação no número de dias de descanso a cada intervalo de pastejo. O dossel responde com alterações na sua estrutura e nos processos morfogênicos, decorrentes principalmente do ambiente luminoso que se instala na comunidade vegetal. Pastejos menos frequentes resultarem menor densidade populacional de perfilhos, ao passo que a maior frequência leva a maior densidade. Morfologicamente, o componente colmo é o grande responsável pelas altas taxas de acúmulo de forragem do capim-xaraés. Estudos que estabeleçam padrões de “idades fisiológicas” podem explicar melhor os contrastes existentes entre tratamentos cujos intervalos de pastejo se baseiam em níveis de interceptação luminosa pelo dossel forrageiro durante a rebrotação.

REFERÊNCIAS

ALLDEN, W.G.; WHITTAKER, I.A.D. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the inter-relationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.21, p.755-766, 1970.

ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte.** (Dissertação Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens– Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

BAHMANI, I.; HAZARD, L.; VARLET-GRANCHER, C.; MATTHEW, C.; LANGLAIST, A.; LEMAIRE, G.; THOM, E.R. Differences in tillering of long and short-leaved perennial ryegrass genotypes under full light and shade treatments. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 1095-1102, 2000.

BALIEIRO NETO, G., RUGIERI, A. C., OTSUK, I. P., REIS, R. A. **Recuperação e intensificação da produção de pasto de “Urochloa Brizantha” Stapf Webster Cv. Marandu** 2008. Disponível em: http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id_artigo=384. Acesso em: 13 fev.2008.

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo.** Tese (Doutorado em Zootecnia – Zootecnia), Viçosa, UFV, 2004.

BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; et al. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* jacq. cv. tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.583-593, 2002.

BRADSHAW, A.D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Advances in Genetics**, New York, v.13, p.115-155, 1965.

BRAGA, G.J.; PINEDO, L.A.; HERLING, V.R.; CERQUEIRA LUZ, P.H.; LIMA, C.G. Produção de matéria seca e fluxo de tecidos de *Cynodon* spp. cv. Tifton 85 em resposta a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, n.3, p.851-857, 2000.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Capim-xaraés tem registro de origem e garantia da Embrapa.** Disponível em <<http://www.EMBRAPA.br:8080/aplic/bn.nsf/f7c8b9aeabc42c8583256800005cfec7/1776761d7f3ec1c083256cb800516f67?OpenDocument>> Acesso em: 13 mar.2008.

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. 1960. 634p. (Boletim,12).

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

- BROUGHAM, R.W. Effects of intensity of light by the foliage of pure and mixes stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 9, p. 39-52, 1958.
- BROUGHAM, R.W.; GLENDAY, A.C. Grass growth in midsummer: a reinterpretation of published data. **Journal of the British Grassland Society**, London, v. 22, p 100-107, 1967.
- BROUGHAM, R.W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal Agricultural Research**, Melbourne, v.7, p.377-387,1956.
- BULLOCK, J.M. Plant competition and population Dynamics. **CAB International.**, 1996. p.69-100.
- BÜRGI, R.; PAGOTTO, D.S. Aspectos mercadológicos dos sistemas de produção animal em pastagens In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 19., Piracicaba, 2002. **Anais...** Piracicaba, Ed: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; PEDREIRA, C.G.S.; FARIA, V.P.(Ed.), 2002. p. 217-231.
- CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, C.A.M.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, W.E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.2, p.406-415, 2005.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 136 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agrônômicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon spp* cv. Coastcross-1. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.2, p.489-499, abr./jun. 1999.
- CASAGRANDE, D.R. **Características morfogênicas do dossel de brachiaria brizantha (hochst ex. a. rich.) cv. Marandu manejada com diferentes ofertas de forragem sob lotação intermitente**. JABOTICABAL, 2007. p. 85. Dissertação (Mestrado na área de Zootenia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”,Jaboticabal, 2007.
- CAUDURO, G.F.; CARVALHO, P.C.F.; BARBOSA, C.P.; LUNARDI, R.; NABINGER, C.; SANTOS, D.T. VELLEDA, G.L. Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.2, p.282-290, 2007.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR, 1993. cap. 3. p. 55-64.
- COSTA, N. de L.; MAGALHÃES, J. A.; TONWSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. de; OLIVEIRA, J. R. da C. **Produção e qualidade da forragem de Brachiaria brizantha cv. Marandu em um sistema sivepastoril**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. SAFs: desenvolvimento com proteção ambiental: anais. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2004. p. 119-121. (EMBRAPA Florestas. Documentos, 98).

- DA SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* 2005. Disponível em <http://www.forragicultura.com.br/vermat.asp?codmat=96>. Acesso em: 25 jun.2008.
- DA SILVA, S.C. NASCIMENTO JÚNIOR, D. **Sistema intensivo de produção de pastagens**. 2006. Disponível em: <http://www.forragicultura.com.br/vermat.asp?codmat=106>. Acesso em: 13 fev. 2008.
- DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3.,1997. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal : FUNEP, 1997. p. 1-62.
- DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba. **Anais....** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 71-88.
- DA SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behavior and herbage intake in the favorable tropics/sub-tropics. In: MCGILLOWAY, D.A. (Org.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: Wageningen Academic Publ., 2005, chap. 6, p. 81-95.
- DALE, J.E. Some effects of temperature and irradiance on growth of the first four leaves of wheat. **Annals of Botany**, Oxford, 50, p. 851-858, 1982.
- DAVIES, D.P. The importance of genetic influences of growth in early childhood with particular reference to children of Asiatic origin. In: WATERLOW, J.C. (Ed.). **Linear Growth Retardation in Less Developed Countries**. New York: Vevey Raven Press, 1988. p. 75-90.
- DAVIES A.; EVANS M.E.; EXLEY J.K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheats. **Journal of Agricultural Science**, New York, v.101, p.131-137, 1983.
- DAVIES, A. Changes in growth rate and morphology of perennial ryegrass swards at high and low nitrogen levels. **Journal of Agricultural Science**, New York, v. 77, p. 123-134, 1971.
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, n.82, p. 165-172, 1974.
- DURANT, J.L., VARLET-GRANCHER, C., LEMAIRE, G., GASTAL, F., MOUILIA, B. Carbon partitioning in forage crops. **Acta Biotherica**, Dordrecht, v. 39, p. 213-224, 1991.
- DURU, M; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves of a tiller ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, Oxford, v. 85, p.635-643, 2000.
- EGGERS, L. **Morfogênese e desfolhação de *Paspalum notatum* Fl. E *Coelorhachis selloana* (Hack.) Camus em diferentes níveis de oferta de forragem**. 1999. 148p. Tese de (Doutorado na área de Zootecnia) - CPG-Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul , Porto Alegre, 1999.

EMBRAPA. Embrapa Gado de Corte. Marandu: cultivar de *Brachiaria brizantha*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2007. 2p. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/marandu.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. 2nd ed. New York: John Wiley, 1977. 576 p.

EUCLIDES, V.P.B. **Algumas considerações sobre o manejo de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA/CNPQC, 1995. 31 p. (Documentos, 57).

FAOSTAT Statistical databases: Faostat. Disponível em <http://www.fao.org> Acesso em 13 fev.2008.

FRANK, A.B.; HOFMAN, L. Light quality and stem numbers in cool-season forage grasses. **Crop Science**, Madison, v.34, n.2, p.468- 473, 1994.

GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, Rockville, v.105, p.191-197, 1994.

GILLET, M.; LEMAIRE, G.; GOSSE, G. Essai d'élaboration d'un schéma global de croissance des graminées fourragères. **Agronomie**, Paris, v. 4, p. 75-82, 1984.

GOMIDE J. A.; GOMIDE, C.A.M. Fundamentos e estratégia do manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999. Viçosa. **Anais...** Viçosa, 1999. p. 179-200.

GOMIDE, C.A.M. **Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de Panicum maximum (Jacq.)**. 1997. 53 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

GOMIDE, C.A.M., PACIULLO, D.S.C., GRASSELLI, L.C.P., GOMIDE, J.A. Efeito da adubação sobre a morfogênese de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 486-488.

GONÇALVES, A.C. **Características morfológicas e padrões de desfolhação em pastos de capim marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2002. 124p. Dissertação (Mestrado na área de Ciência Animal e Pastagem)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.36, p.155-168, 1981.

GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; ELSTON, A. Comparision of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.43, p.29-39, 1988.

GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; SMITH, H.K. Sward management, lamina turnover and tiller population-density in continuously stocked *Lolium-perenne*-dominated swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.38, n.4, p.333- 344, 1983.

HARPER, J.L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892p.

HAY, R.K.M.; WALKER, A. J. **An introduction to the physiology of crop yield**. New York: Ed. Longman Scientific and Technical, 1989. 292p.

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

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., 1985, Kyoto. **Proceedings...** [Kyoto], 1985. p. 31-34.

HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.180-202.

HORST, G.L.; NELSON, C.J.; ASAY, K.H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madson, v.18, p.715-719, 1978.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados Agregados**. 2007. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp>. Acesso em: 13 fev. 2008.

JONES, R.J.; NELSON, C.J.; SLEPER, D.A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Science**, Madson, v.19, p.367-372, 1979.

KORTE, C.J. Tillering in “Grassland Nui” perennial ryegrass swards. 2. Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 29, p. 629-638, 1986.

KORTE, C.J.; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Effects of the timing and intensity of spring grazings on reproductive development, tillering, and herbage production of perennial ryegrass dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.27, n.2, p.135-149, 1984.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Ed.). Field and laboratory methods for grassland and animal production research. Wallingford: **CABI Publication**, 2000. p.103-121.

LARA, M.A.S. **Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de *Brachiaria* spp. às variações estacionais da temperatura do ar e do fotoperíodo**. 2007. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. 1997. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UVF, 1997. p. 117 – 144.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS A. W. (Ed.). The ecology and management of grazing systems. London: **CAB International**, 1996. cap. 1. p. 3-36.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NEBINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publ., 2000. chap. 14, p. 265-287.

LEMAIRE, G.; CULLETON, N. Effects of nitrogen applied after the last cut in autumn on a tall fescue sward. II. Uptake and recycling of nitrogen in the sward during winter. **Agronomy**, Les Ulis. v.9, p.241-249, 1989.

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

LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. trichoglume following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.4, n.2, 263-272, 1977.

LUPINACCI, A.V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em Brachiaria brizantha cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 174p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MAPA - Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Brasil: Bovinos – Rebanho e abate – 1994 a 2005**. 2008d. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 13 fev.2008.

MAPA - Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Confronto dos resultados dos censos 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995/96**. 1996. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 13 fev.2008.

MAPA - Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Fertilizantes entregues ao consumidor final**. 2008a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 13 fev.2008.

MAPA - Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Pecuária leiteira – 1990 a 2005**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em 13/fev.2008. 2008b.

MAPA - Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Produção agrícola – lavouras temporárias e permanentes**. 2008c. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 13 fev. 2008.

MAPA - Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Rebanho bovino brasileiro – efetivo por estado**. 2005. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 13 fev. 2008.

MARCELINO, K.R.A.; NASCIMENTO JR., D.; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; FONSECA, D.M. Características morfológicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades de frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2243-2252, 2006.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR., D. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON, N.R.; Tiller dynamics of grazed swards. In: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, 1, Curitiba – PR, 1999. **Anais...** Curitiba, p. 109-133, 1999.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep: 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.49, n.3, p.352-359, 1994.

MOLAN, L.K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua.** 2004. 180p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo Piracicaba, 2004.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** SBZ: Piracicaba, p. 755-771, 2001.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: Disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ., 1997. p.213-272

NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM: Inovações tecnológicas no manejo de pastagens, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2002. p.133-158.

NAVE, R.G. **Produtividade, valor nutritivo e características físicas da forragem do capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. RICH.) STAPF.] em resposta a estratégias de pastejo sob lotação intermitente.** 2007 94 Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007

NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I.O.; GOMES, D.T. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1984. 31p. (Embrapa-CNPGC, Documentos, 21).

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; MARTINEZ Y HUAMAN, C.A.; SILVEIRA, P.R. Morfogênese de folhas do Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998. Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.302-303.

PARSONS, A.J.; PENNING, P.D. The effects of duration of regrowth on photosynthesis, leaf death, and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 43, p. 15-27, 1988.

PARSONS, A.F.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.43, n.1, p.46-59, 1988.

PEDREIRA, B.C. **Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetidos a estratégias de pastejo rotacionado.** 2006. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

PENA, K. da S. **Características morfogênicas e estruturais e acúmulo de forragem do capim-tanzânia submetido a intensidades e frequências de corte.** 2007. 119p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

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

PINTO, L.F.M., DA SILVA, S.C., SBRISIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.439-447, 2001.

PONTES, L. da S. **Dinâmica de crescimento em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejadas em diferentes alturas.** 2001. 102p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

RHODES, I. Relationships between canopy structure and productivity in herbage grasses and its implication for plant breeding. **Herbage Abstracts**, London, v.43, p.129-133, 1973.

ROBSON, M.J., RYLE, G.J.A.; WOLEDGE, J. The grass plant – its form and function. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.). **The Grass Crop**: London: The Physiological Basis of Production. Chapman e Hall, 1988. p. 25-83,

ROBSON, M. J. A comparison of British and North African varieties of tall fescue. 1)- Leaf growth during winter and the effect on it of temperature and day length. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 4, p. 475-484, 1967.

RODRIGUES, R.C.; MOURÃO, G.B.; BRENNECKE, K.; CERQUEIRA LUZ, P.H.; HERLING, V.R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.3, p.394-400, 2008

SAEKI, T. Interrelationships between leaf amount, light distribution and total photosynthesis in plant community. **Botanical Magazine**, Tokyo, v.73, p.55-63, 1960.

SANTOS, P.M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: um desafio.** 2002. 98 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SANTOS, P.M.; BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M. Características morfogênicas e taxa de acúmulo de forragem do capim-mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.843-851, 2004.

SANTOS, P.M.; BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M. Morphogenetic characteristics and management of Tanzania Grass. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 991-997, ago. 2003.

SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2003.89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua**. 2004. 171p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 731-754.

SCHNYDER, H.; SCHAUFLE, R.; VISSER, R.. An integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CARVALHO, P.C.F. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB Publishing, 1999. p.41-60.

SILVA, R.G.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; LOBO, R.N.B.; SILVA, D.S. Características estruturais do dossel de pastagens de capim-tanzânia mantidas sob três períodos de descanso com ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1255-1265, 2007

SILVERTOW, L.; LOVETT DOUST, J. **Introduction to plant population biology**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1993. p 210

SKINNER R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madson, v. 35, p. 4–10, 1995.

SMETHAM, M.L. The management of pastures for grazing. **Outlook on Agriculture**, Wallingford, v. 24, n.3, p.167-177, 1995.

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

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. 1. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal Research**, Victoria, v. 24, p.809-819, 1973.

TAITIN, N.M. Effects of different grazing rotations on pasture production. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v.29, p. 191-202, 1974.

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

VAN ESBROECK, G. A.; HUSSEY, M. A.; SANDERSON, M. A. Leaf appearance rate and final leaf number of switchgrass cultivars. **Crop Science**, Madson, v. 37, p. 864-870, 1997.

VERHAGEN, A.M.W.; WILSON, J.H.; BRITTEN, E. J. Plant production in relation to foliage illumination. **Annals of Botany**, Oxford, v. 27, n. 108, p. 626-640, 1963.

WATSON, D.J. The dependence of net assimilation on leaf area index. **Annals of Botany**, Oxford, v.22, p.255-261, 1958.

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

WILHELM, W.W., McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1., p.1-3, 1995.

WILSON, J.R.; tMANNETJE, L. Senescence, digestibility and carbohydrate content of buffel grass and green panic leaves in swards. **Australian Journal Agricultural Research**, Melbourne, v.29, p.503-519, 1978.

YANG, J.Z.; MATTHEW, C.; ROWLAND, R.E. Tiller axis observations for perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and tall fescue (*Festuca arundinacea*): Number of active phytomers, probability of tiller appearance, and frequency of root appearance per phytomer for three cutting heights. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.41, n.1, p.11-17, 1998.

ZARROUGH, K.M.; NELSON, C.J.; SLEPER, D.A. Interrelationships between rates of leaf appearance and tillering in selected tall fescue populations. **Crop Science**, Madison, v.24, p.565-569, 1984.

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.** 2007. 193p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ANEXO

Índices para o cálculo do fator de correção

TRAT	CICLO	REP	RÉGUA	g/cm		perf/m ²	ha/kg
				Folha	Colmo		
95	1	1	1	0,005	0,019	1436,67	10
	1	1	2	0,007	0,023	1436,67	10
95	1	2	1	0,005	0,014	1621,67	10
	1	2	2	0,005	0,019	1621,67	10
95	1	3	1	0,006	0,020	1810,00	10
	1	3	2	0,006	0,023	1810,00	10
100	1	1	1	0,006	0,016	1311,67	10
	1	1	2	0,008	0,030	1311,67	10
100	1	2	1	0,005	0,015	1148,33	10
	1	2	2	0,006	0,029	1148,33	10
100	1	3	1	0,007	0,035	1238,33	10
	1	3	2	0,006	0,028	1238,33	10
28	1	1	1	0,006	0,031	2010,00	10
	1	1	2	0,006	0,027	2010,00	10
28	1	2	1	0,006	0,019	1378,33	10
	1	2	2	0,004	0,018	1378,33	10
28	1	3	1	0,005	0,018	1778,33	10
	1	3	2	0,006	0,024	1778,33	10
95	2	1	1	0,008	0,032	1363,33	10
	2	1	2	0,006	0,032	1363,33	10
95	2	2	1	0,008	0,035	1158,33	10
	2	2	2	0,008	0,029	1158,33	10
95	2	3	1	0,008	0,024	1170,00	10
	2	3	2	0,007	0,025	1170,00	10
100	2	1	1	0,009	0,033	1080,00	10
	2	1	2	0,005	0,023	1080,00	10
100	2	2	1	0,007	0,027	1218,33	10
	2	2	2	0,008	0,025	1218,33	10
100	2	3	1	0,006	0,039	916,67	10
	2	3	2	0,009	0,035	916,67	10
28	2	1	1	0,007	0,028	1136,67	10
	2	1	2	0,006	0,021	1136,67	10
28	2	2	1	0,009	0,030	1270,00	10
	2	2	2	0,006	0,027	1270,00	10
28	2	3	1	0,007	0,036	1350,00	10
	2	3	2	0,007	0,025	1350,00	10
95	3	1	1	0,006	0,020	1473,33	10
	3	1	2	0,006	0,023	1473,33	10
95	3	2	1	0,008	0,026	1441,67	10
	3	2	2	0,006	0,022	1441,67	10
95	3	3	1	0,006	0,023	1048,33	10
	3	3	2	0,006	0,023	1048,33	10
100	3	1	1	0,008	0,032	1216,67	10
	3	1	2	0,006	0,025	1216,67	10
100	3	2	1	0,005	0,020	1648,33	10
	3	2	2	0,006	0,034	1648,33	10
100	3	3	1	0,008	0,038	1445,00	10
	3	3	2	0,007	0,022	1445,00	10
28	3	1	1	0,005	0,018	1261,67	10
	3	1	2	0,007	0,031	1261,67	10
28	3	2	1	0,008	0,030	1331,67	10
	3	2	2	0,007	0,022	1331,67	10
28	3	3	1	0,005	0,026	1226,67	10
	3	3	2	0,004	0,017	1226,667	10